



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA**

MARCELO DE CARVALHO PEREIRA

**O SETOR DE INTERNET NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA
COMPETIÇÃO NO MERCADO DE ACESSO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
APRESENTADA AO INSTITUTO DE
ECONOMIA DA UNICAMP PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE
EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS.**

PROF. DR. DAVID DEQUECH FILHO – ORIENTADOR

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA POR
MARCELO DE CARVALHO PEREIRA E ORIENTADA
PELO PROF. DR. DAVID DEQUECH FILHO.**

A handwritten signature in blue ink, reading "Dequech", written over a horizontal line.

CAMPINAS, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
Ademir Giacomo Pietrosanto – CRB8/1766 –
CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO DO INSTITUTO DE ECONOMIA/UNICAMP

P414s Pereira, Marcelo de Carvalho, 1966-
 O setor de internet no Brasil: uma análise da competição no
 mercado de acesso / Marcelo de Carvalho Pereira . – Campinas,
 SP: [s.n.], 2012.

Orientador : David Dequech Filho.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Economia.

1. Internet - Brasil. 2. Internet(Redes de computação). 3.
Competitividade. 4. Indústria. 5. Economia evolucionária. .
I. Dequech Filho, David, 1963-. II. Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Economia. III. Título.

12-005-BIE

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês:

The internet sector in Brazil: an analysis of the competition in the access market.

Palavras-chave em inglês:

Internet – Brazil
Internet (Computation - networks)
Competitiveness
Industry
Evolutionary economics

Área de concentração:

Titulação:

Mestre em Ciências Econômicas

Banca examinadora:

Paulo Sérgio Fracalanza (orientador)
José Maria Ferreira Jardim da Silveira
Esther Dweck

Data da defesa:

12 / 03 / 2012

Programa de Pós-Graduação:

Ciências Econômicas

Dissertação de Mestrado

Aluno: MARCELO DE CARVALHO PEREIRA

**“O setor de internet no Brasil: uma análise da
competição no mercado de acesso”**

Defendida em 12 / 03 / 2012

COMISSÃO JULGADORA



Prof. Dr. PAULO SÉRGIO FRACALANZA
Presidente – IE / UNICAMP



Prof. Dr. JOSÉ MARIA FERREIRA JARDIM DA SILVEIRA
IE / UNICAMP



Profa. Dra. ESTHER DWECK
Ministério do Planejamento

Dedico este trabalho à minha querida esposa
Fernanda e aos nossos maravilhosos filhos
Alice e André, pela compreensão pelos
momentos ausentes e pelo constante estímulo
e apoio para que este projeto prosperasse.

Agradecimentos

Ao professor Dequech, pela sábia orientação e pela enorme dedicação e disposição para iluminar nossos passos com sua sabedoria e paciência, sempre aberto para nos escutar nos momentos de angústia com a dissertação, meu eterno agradecimento.

Aos professores José Maria Silveira e Marco Valente, pelo inestimável apoio e estímulo em uma área de estudo nem sempre aberta para os iniciantes e pela enorme generosidade de acolher nossas dúvidas a qualquer momento, mesmo a milhares de quilômetros.

Aos professores Paulo Fracalanza, Fernando Sarti, Célio Hiratuka e Mariano Laplane, pela dedicação e competência em nos introduzir aos meandros de uma microeconomia mais sutil e sofisticada, estimulando sempre o pensamento crítico e inovador, o que muito me ajudou para desbravar o tema da dissertação, além do apoio permanente.

Aos professores Adriana Ferreira, Alexandre Gori, Ana Rosa, Daniela Prates, Esther Dweck, José Braga, Ricardo Carneiro, Rodolfo Hoffmann, Rodrigo Lana, Rosângela Ballini e Simone Deos pelos excelentes cursos que tive o privilégio de frequentar durante os últimos 2 anos, fundamentais para um engenheiro, como eu, aprender alguma economia.

Aos colegas Thadeu Alves e André Gimenez, sempre generosos em dedicar tempo e atenção aos projetos na área de estudo que abraçamos e com quem pude compartilhar as alegrias e dificuldades de realizar esta pesquisa, sempre com muito bom humor.

Aos colegas Adriano, Alex, Caio, Eduardo, Guilherme, Humberto, Leandro, Maurício, Newton, Pedro, Rodrigo, Rafael e Samantha, pelos momentos de descontração e também pelas horas de conversas sérias e pela forma sempre acolhedora e compreensiva com que receberam, enquanto economistas competentes, um novato na profissão.

A todos os professores e colegas do IE, pela abertura para a troca de experiências e para a discussão, sempre honesta e transparente, sobre os mais diversos assuntos, o que muito me ajudou no amadurecimento necessário para a realização desta dissertação.

A todos os funcionários do IE, pela dedicação e por estarem sempre disponíveis para nos ajudar, com eficiência e competência e, acima de tudo, com muita simpatia.

A todos os amigos e familiares, que sempre me apoiaram em novos projetos, em particular neste, e compreenderam minhas ausências enquanto estava envolvido neles.

“When viewed out of equilibrium, the economy reveals itself not as deterministic, predictable and mechanistic; but as process-dependent, organic and evolving. Economic patterns sometimes simplify into a simple, homogeneous equilibrium of standard economics. But often they do not. Often they are ever-changing, showing perpetually novel behavior.”

W. Brian Arthur

Resumo

O objetivo da dissertação é o estudo da dinâmica da competição no mercado de acesso do setor de internet brasileiro, por meio da aplicação de metodologia de simulação computacional *agent-based* do tipo *History-friendly*, a partir da abordagem da teoria dos sistemas complexos. O foco de pesquisa é a análise dos processos de organização e mudança da estrutura do setor de internet e seu impacto na dinâmica competitiva interfirma no mercado de serviço de acesso à internet, no período 1996-2010. A hipótese central é que características específicas do ambiente institucional do setor foram determinantes sobre a dinâmica desses processos. O modelo de simulação será construído a partir da teoria evolucionária neoschumpeteriana, somada aos atributos relevantes da teoria institucional contemporânea. Como será demonstrado, os resultados empíricos não são adequadamente explicados por cada uma dessas teorias, individualmente, nem tampouco pela Organização Industrial tradicional. A hipótese de trabalho é que a integração de uma dupla perspectiva teórica, coevolucionária, permitirá o tratamento adequado dos fatos estilizados provenientes da análise empírica sobre o setor. Será proposta solução de modelagem para responder algumas das questões relevantes sobre a dinâmica competitiva no mercado de acesso à internet. Espera-se que os resultados obtidos sejam relevantes para aumentar a compreensão sobre um importante setor no Brasil, a partir de uma abordagem inovadora. A pesquisa proposta pretende oferecer uma contribuição aos estudos sobre dinâmica setorial e competição em indústrias diferenciadas, dentro da área de economia industrial.

Palavras-chave: internet, acesso, competição, economia industrial, teoria institucional, teoria evolucionária, sistemas complexos, modelo, simulação, *agent-based*, *history-friendly*, Brasil.

Abstract

The objective of this dissertation is the study of the dynamics of competition in the access market of the Brazilian internet sector, through the application of a History-friendly agent-based simulation methodology, from a complexity theory perspective. The focus of research is the analysis of the processes of sectoral structure organization and change and their impact on interfirm competitive dynamics in the internet access services market, in the period 1996-2010. The central hypothesis is that specific features of the institutional environment in the sector were determinant for the dynamics of these processes. The simulation model is based on neo-Schumpeterian evolutionary theory, combined with the relevant attributes of contemporary institutional theory. As will be shown, the empirical results are not adequately explained by any of these theories, individually, nor by traditional Industrial Organization. Our working hypothesis is that the integration of a dual, co-evolutionary theoretical perspective will allow the proper handling of stylized facts resulting from empirical analysis of the sector. A modeling solution is proposed to answer some of the key questions about the dynamics of competition in the internet access market. It is expected that the results be relevant to improve the knowledge about an important sector in Brazil, on the basis of an innovative approach. The proposed research is intended to offer a contribution to studies on industry dynamics and competition in differentiated sectors, in the area of industrial economics.

Keywords: internet, access, competition, industrial economics, institutional theory, evolutionary theory, complex systems, computer simulation, agent-based, history-friendly, Brazil.

Lista de figuras

Figura 1 – Agentes, produtos e organização do setor de internet.	19
Figura 2 – Evolução anual do número de conexões à internet no Brasil.	35
Figura 3 – Unidades com computador ou conexão à internet.	36
Figura 4 – Distribuição acumulada do orçamento mensal dos usuários.	37
Figura 5 – Evolução do tipo de conexão para acesso à internet.	38
Figura 6 – Ciclos de difusão de novas tecnologias no exterior e no Brasil.	39
Figura 7 – <i>Market share</i> dos provedores de acesso à internet em 1998.	41
Figura 8 – Divisão do mercado de serviço de acesso à internet no Brasil.	47
Figura 9 – Evolução do HHI e do C4 em âmbito nacional.	48
Figura 10 – <i>Market share</i> do maior provedor de acesso por estado.	49
Figura 11 – HHI do mercado de acesso banda larga por estado.	50
Figura 12 – Índice C4 do mercado de acesso banda larga por estado.	51
Figura 13 – Evolução do preço médio do acesso nos domicílios.	52
Figura 14 – Faixas de preços do acesso banda larga em países selecionados.	53
Figura 15 – Evolução dos preços, da cobertura potencial e da cobertura real.	55
Figura 16 – Receita líquida e custo médios de provedores selecionados.	56
Figura 17 – Tipologia básica das estruturas de mercado adotadas pela OIM.	72
Figura 18 – Curvas de resposta da interação estratégica incumbente-entrante.	76
Figura 19 – Estrutura de dados do modelo de simulação proposto.	200
Figura 20 – Estrutura lógica de encadeamentos dos módulos do modelo.	202
Figura 21 – Processo de análise de sistemas de simulação computacional.	224
Figura 22 – Processo de modelagem e simulação.	231
Figura 23 – Evolução da demanda real e simulada.	244
Figura 24 – Evolução da parcela da população atendida pelo serviço de acesso.	245
Figura 25 – Evolução do preço do serviço de acesso.	246
Figura 26 – Evolução da qualidade do serviço de acesso.	247
Figura 27 – Evolução do número total de provedores no setor.	248
Figura 28 – Evolução das taxas de retorno sobre o capital empregado.	248

Figura 29 – Evolução da idade das redes dos provedores.....	249
Figura 30 – Evolução do <i>market share</i> total dos provedores entrantes.	250
Figura 31 – Evolução da idade média dos provedores incumbentes.	251
Figura 32 – Índice Herfindahl-Hirschman para o <i>market share</i>	252
Figura 33 – Índice Herfindahl-Hirschman para as participações no capital.	252
Figura 34 – Índice Herfindahl-Hirschman em alguns cenários contrafatuais.	255
Figura 35 – Comparação entre preço e custo médios.	258
Figura 36 – Preço médio em alguns cenários alternativos de reação.	260
Figura 37 – Preço médio em alguns cenários alternativos de preço inicial.	261
Figura 38 – Evolução da idade média dos provedores entrantes.....	262
Figura 39 – Idade dos entrantes em cenários de período entre inovações.	263
Figura 40 – Idade dos entrantes com e sem sincronização da inovação.	264
Figura 41 – Idade média das redes com e sem sincronização da inovação.....	265
Figura 42 – HHI em alguns cenários de economias de escala.	267
Figura 43 – Taxa de retorno dos entrantes em cenários de parâmetros críticos.	268
Figura 44 – Distribuição dos entrantes entre estratégias disponíveis.	273
Figura 45 – Distribuição da quantidade de provedores remanescentes.	274
Figura 46 – HHI em alguns cenários de sensibilidade à qualidade.	277
Figura 47 – Idade média em alguns cenários de meta de rentabilidade.....	279
Figura 48 – Taxa de retorno dos incumbentes em cenários de sensibilidade.....	280
Figura 49 – HHI em alguns cenários de desconto para incumbentes.	282
Figura 50 – Qualidade média em cenários de limite de entradas por período.	284
Figura 51 – HHI em alguns cenários de preço máximo.....	285

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparação entre características setoriais.	32
Tabela 2 – Estratégias ótimas para a firma incumbente.....	78
Tabela 3 – Estratégias disponíveis para os provedores modelados.	212
Tabela 4 – Indicadores críticos para análise de sensibilidade.	237
Tabela 5 – Valores para teste de sensibilidade dos parâmetros.....	327
Tabela 6 – Resultados do teste de sensibilidade dos parâmetros.	330
Tabela 7 – Conjuntos de valores para teste de sensibilidade conjunta.	333
Tabela 8 – Resultados do teste de sensibilidade conjunta.....	334

Lista de abreviaturas e siglas

3G	terceira geração de telefonia móvel
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACE	<i>agent-based computational economics</i>
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
BLS	Bureau of Labor Statistics
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
C1	índice de concentração de mercado da maior firma
C4	índice de concentração de mercado das quatro maiores firmas
CADE	Conselho Administrativo de Direito Econômico
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CETIC.br	Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação do CGI.br
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
DDD	discagem direta à distância
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
EC	economia das convenções francesa
EN	economia neoclássica
EUA	Estados Unidos da América
FCC	Federal Communications Commission
GSM	Global System for Mobile Communications
GSMA	GSM Association
HHI	índice Herfindahl-Hirschman
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IBASE	Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
ICTs	Information and Communication Technologies
IETF	Internet Engineering Task Force
IGF	Internet Governance Forum
IP	Internet Protocol
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IR	imposto de renda
ISO	International Standards Organization

ISOC	Internet Society
ITU	International Telecommunications Union
LCG	<i>linear congruential generator</i>
LSD	Laboratory for Simulation Development
MAB	modelo de simulação <i>agent-based</i>
MHF	modelo <i>History-friendly</i>
MINICOM	Ministério das Comunicações
NIE	<i>new institutional economics</i>
NIO	novo institucionalismo organizacional
PECD	paradigma estrutura-conduta-desempenho
PPP	<i>purchase power parity</i>
P&D	pesquisa e desenvolvimento
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econô- mico
OI	Organização Industrial
OIC	Organização Industrial clássica
OIE	<i>original institutional economics</i>
OIM	Organização Industrial moderna
ONG	organização não governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
SDE	Secretaria de Direito Econômico
SEAE	Secretaria de Acompanhamento Econômico
SEPIN	Secretaria de Política de Informática e Automação
SSIP	sistema setorial de inovação e produção
TC	teoria da complexidade ou dos sistemas complexos
TE	teoria evolucionária neoschumpeteriana
TELEBRÁS	Telecomunicações Brasileiras S.A.
TELEBRASIL	Associação Brasileira de Telecomunicações
TI	teoria institucional
TIC	tecnologias de informação e comunicação
TJ	teoria dos jogos
TEJ	teoria evolucionária dos jogos
UC	unidade de capacidade de rede do modelo de simulação
UM	unidade monetária arbitrária do modelo de simulação
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
UT	unidade de tempo arbitrária do modelo de simulação
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WWW	World Wide Web

Sumário

Introdução.....	1
Capítulo 1: Trajetória histórica e análise setorial apreciativa	7
1.1. Metodologia de análise apreciativa	9
1.2. Trajetória histórica do setor de internet	13
1.3. O sistema setorial de inovação e produção da internet.....	18
1.3.1. Principais segmentos e agentes do SSIP da internet	18
1.3.2. Instituições fundamentais para o SSIP da internet.....	26
1.3.3. Dinâmica da base de conhecimento e da tecnologia do SSIP da internet	30
1.4. Estrutura setorial e dinâmica competitiva no segmento de acesso.....	33
1.4.1. Contexto do segmento de acesso no Brasil	34
1.4.2. Organização do mercado de acesso à internet no Brasil no período recente....	46
1.5. Conclusão.....	58
Capítulo 2: Quadro de referência teórica para modelagem setorial.....	63
2.1. Abordagens da Organização Industrial.....	65
2.1.1. Organização Industrial clássica.....	67
2.1.2. Organização Industrial moderna	71
2.1.2.1. Hipótese dos mercados contestáveis.....	73
2.1.2.2. Modelo de Stackelberg-Spence-Dixit	75
2.1.2.3. Efeitos de rede e externalidades	78
2.1.3. Limitações da Organização Industrial moderna	85
2.1.4. O setor de internet na perspectiva da Organização Industrial	88
2.2. Teoria evolucionária neoschumpeteriana	91
2.2.1. A teoria evolucionária e a organização da indústria	98
2.2.2. Regimes de competição schumpeteriana.....	101
2.2.3. Conhecimento, inovação e redes sociais	104
2.2.4. Comparação com a Organização Industrial.....	109
2.2.5. Limitações da teoria evolucionária	111

2.2.6. O setor de internet na perspectiva evolucionária	114
2.3. Abordagens institucionalistas.....	117
2.3.1. Os diferentes conceitos e tipos de instituição	118
2.3.2. As diversas correntes institucionalistas	121
2.3.2.1. A economia neoclássica e a teoria evolucionária dos jogos	121
2.3.2.2. O institucionalismo econômico original	123
2.3.2.3. O novo institucionalismo econômico	125
2.3.2.4. A economia das convenções francesa.....	128
2.3.2.5. O novo institucionalismo organizacional.....	130
2.3.3. Uma proposta de quadro teórico para a análise institucional	132
2.3.3.1. O conceito de campo organizacional e as redes sociais.....	133
2.3.3.2. A dinâmica institucional	136
2.3.3.3. O empreendedorismo institucional	141
2.3.4. Os mercados enquanto estruturas institucionais	146
2.3.4.1. Os mercados contemporâneos como campos organizacionais.....	147
2.3.4.2. A estabilização institucional dos mercados.....	151
2.3.4.3. O papel do estado.....	155
2.3.5. Limitações da abordagem institucional e a complementaridade com a TE	159
2.3.6. O setor de internet na perspectiva institucional	162
2.4. Conclusão.....	167
Capítulo 3: Especificação e desenvolvimento do modelo.....	173
3.1. Metodologia de modelagem.....	175
3.1.1. Modelagem na teoria evolucionária neoschumpeteriana	176
3.1.2. Modelagem na teoria dos sistemas complexos	178
3.1.3. Modelos de simulação <i>agent-based</i>	182
3.1.4. Modelos de simulação <i>History-friendly</i>	190
3.1.5. Limitações da metodologia proposta.....	192
3.2. Especificação do modelo	195
3.2.1. Estratégia de modelagem.....	196
3.2.2. Modelagem dos objetos.....	199

3.2.2.1. Demanda e oferta.....	202
3.2.2.2. Capital e investimento.....	208
3.2.2.3. Objetivos e estratégia competitiva.....	211
3.2.2.4. Inovação tecnológica e produtividade	216
3.2.2.5. Financiamento	219
3.2.2.6. Entrada e saída.....	221
3.3. Implementação do sistema	223
3.4. Conclusão	226
Capítulo 4: Configuração e análise dos resultados do modelo	229
4.1. Metodologia de validação e análise dos resultados do modelo	230
4.2. Calibração e sensibilidade.....	235
4.2.1. Calibração dos parâmetros e valores iniciais	236
4.2.2. Indicadores críticos do modelo	237
4.2.3. Análise de sensibilidade	238
4.3. Análise dos resultados	241
4.3.1. Resultados gerais do modelo	242
4.3.2. Aderência dos resultados aos fatos estilizados e às trajetórias históricas	253
4.3.2.1. Fato Estilizado 1: concentração de mercado persistente.....	254
4.3.2.2. Fato Estilizado 2: reduzida competição por meio de preços.....	257
4.3.2.3. Fato Estilizado 3: baixa taxa de entrada com sucesso	261
4.3.2.4. Fato Estilizado 4: ciclos prolongados de difusão tecnológica.....	262
4.3.3. Compatibilidade dos mecanismos de causação com hipóteses teóricas.....	266
4.3.3.1. Hipótese 1: correlação positiva entre economias de escala e concentração.....	266
4.3.3.2. Hipótese 2: presença de <i>first-mover advantages</i>	269
4.3.3.3. Hipótese 3: evolução setorial se deu pelos mecanismos de busca inovadora e de seleção sobre a variedade	271
4.3.3.4. Hipótese 4: processos de interação local e não linear entre os agentes conduziram a trajetórias setoriais <i>open-ended</i>	275
4.3.3.5. Hipótese 5: estruturas cognitivas compartilhadas entre os atores condicionaram as alternativas de comportamento.....	276

4.3.3.6. Hipótese 6: redes hierárquicas de relacionamento reduziram a agressividade das firmas	279
4.3.3.7. Hipótese 7: arranjo institucional estatal limitou inadvertidamente a competição	283
4.4. Conclusão	286
Conclusão	289
Referências	301
Apêndice A: Valores de calibração	319
A.1. Calibração dos parâmetros	319
A.1.1. Parâmetros sistêmicos	319
A.1.2. Parâmetros individuais	324
A.2. Calibração dos valores iniciais	325
Apêndice B: Resultados da análise de sensibilidade	327

Introdução

A internet foi, provavelmente, uma das invenções mais importantes do século XX. Ela alterou, de forma significativa e profunda, o modo pelo qual pessoas e organizações se comunicam e se relacionam. Setores econômicos inteiros foram transformados – ou mesmo destruídos – pela internet, no rastro da intensificação da interação entre tecnologia e produção, característica da era contemporânea. O progresso técnico enquanto força motriz do crescimento econômico, como descrito por Schumpeter, teve na internet uma de suas manifestações representativas.

O setor econômico da internet é um dos elementos centrais do que alguns autores denominam a “terceira revolução industrial” – ou a passagem para a “economia da informação”. O setor teve origem nos anos 1960, dentro dos programas de defesa do governo norte-americano. Seu desenvolvimento foi viabilizado pela revolução das tecnologias de informação e comunicação (TIC), a partir do rápido avanço da microeletrônica, iniciado nos anos 1950. Mais recentemente, já nos anos 1980-1990, a profunda mudança dos paradigmas institucionais das telecomunicações contribuiu para acelerar o desenvolvimento do setor de internet. Em curto intervalo de tempo o setor de telecomunicações, que até então se desenvolvera de forma majoritariamente estatal e monopolista, passou à privatização e à abertura para novos competidores e tecnologias. É dentro desse processo histórico que, nos anos 1990, surgem os mercados para serviços e produtos diretamente ligados à rede mundial de computadores – a internet – estimulando a proliferação de novos fornecedores nesses mercados. A trajetória particular da internet levou muitos analistas a considerarem o setor como um caso clássico de desenvolvimento “*technology push*”¹.

Em um cenário como esse, a teoria microeconômica tradicionalmente considera que mercados nascentes, como a internet, se caracterizariam pela competição dinâmica, pelo menos no período inicial, devido à elevada oportunidade tecnológica associada com barreiras à entrada reduzidas e demanda crescente. Entretanto, a análise concreta do setor

¹ Ou estimulado pela tecnologia, em contraposição aos mercados de desenvolvimento “*demand pull*”, nos quais são as preferências e demandas dos usuários que orientam a trajetória do desenvolvimento tecnológico (DOSI, 1982).

de internet sugere que essa perspectiva precisa ser melhor qualificada. Conforme diversos relatos, pelo menos um segmento particular desse setor – o acesso – parece marcado pela competição menos dinâmica em diversos países, mas não todos, pelo menos em relação à situação predominante nos demais segmentos setoriais².

A despeito do pujante dinamismo tecnológico que envolve o setor como um todo e da ampla liberalização regulatória desde seus primórdios, a competição reduzida³ e a concentração da oferta dos serviços de acesso à internet no Brasil aparentemente continuam sendo influenciadas pela estrutura⁴ legada pelo setor de telecomunicações, que se consolidou durante o período de monopólio estatal.

Essa aparente contradição – entre dinâmica tecnológica intensa e competição reduzida – representa a questão central da dissertação. A identificação dos determinantes que justifiquem essa situação motivou a pesquisa para o aprofundamento da análise. A hipótese central aqui é que uma das razões críticas para o comportamento verificado é a importância de fenômenos de ordem institucional para a configuração do setor de internet e da dinâmica competitiva do mercado de serviço de acesso. Considerando, ainda, a centralidade da dimensão tecnológica para o setor, inclusive no seu segmento de acesso, a compreensão dessa dinâmica parece requer a conjugação, pelo menos, das perspectivas das teorias institucional e evolucionária.

O objetivo geral da dissertação é, portanto, oferecer um quadro analítico, teoricamente embasado, que permita esclarecer quais são as possíveis justificativas, e os principais determinantes, para as evidências que serão apresentadas pela pesquisa empírica. O foco da pesquisa empírica é o segmento representado pelo mercado de prestação de serviço de acesso, dentro do setor de internet brasileiro, no período 1996-2010. Espera-se compreender o modo pelo qual os mecanismos institucionais e evolucionários interagiram no caso concreto, com o apoio da perspectiva dos sistemas complexos, viabilizada por meio de um modelo de simulação computacional para o suporte da análise.

² O serviço de acesso é um dos segmentos do setor de internet, que inclui ainda, pelo menos, os segmentos de fornecimento de equipamentos e sistemas e de provimento de conteúdo, detalhados no capítulo 1.

³ Nesta dissertação, o conceito adotado para a “competição” é de natureza relativa e comparativa: entre mercados, períodos etc. Está associado com a dinâmica da concentração, como será explorado no capítulo 2.

⁴ O termo “estrutura”, no que segue, é utilizado para se referir a quaisquer entidades definidas pelos componentes de um sistema e pelas inter-relações destes (SAVIOTTI, 2009), salvo se mencionado em contrário.

A dissertação pretende aumentar a capacidade analítica disponível para o estudo, compreensão, formulação de políticas e tomada de decisão em um setor particularmente importante. A maior parte da bibliografia disponível sobre o tema é baseada em pesquisas desenvolvidas na área de Economia/Organização Industrial – dentro e fora da *mainstream economics* – nos países avançados. Ocorre que, frequentemente, o setor de internet se desenvolveu em condições diversas nos países de industrialização recente, ocasionando dificuldades para a transposição direta dos estudos empíricos existentes para países como o Brasil.

É inegável, por exemplo, a participação mais intensa dos estados nacionais nos processos de organização e mudança setorial nos países de industrialização recente. Essa situação se verificou, no caso brasileiro, tanto pela origem estatal do setor como pela relevante atuação governamental após sua privatização. Esse protagonismo engendrou uma série de mecanismos institucionais, como o aumento da importância de redes relacionais hierárquicas e o estabelecimento de convenções de comportamento empresarial específicas. Tais mecanismos, esta é nossa hipótese, tornaram-se determinantes da dinâmica do setor, em grau potencialmente superior ao verificado em diversos países avançados. A assimetria institucional entre países pode tornar inadequada a transposição direta dos quadros analíticos disponíveis no exterior, reforçando a importância da pesquisa de perspectivas mais adequadas à realidade nacional.

Além disso, o setor de internet é reconhecidamente um dos setores “habilitadores” da 3ª Revolução Industrial. Os impactos da dinâmica do setor são relevantes sobre o desenvolvimento nacional, seja pela difusão penetrante e ampla dos subprodutos da internet por toda a economia⁵, seja pela parcela significativa do PIB e dos investimentos em inovação movimentados pelo macrossetor em que a internet se insere⁶, dentro do qual ela é um dos principais vetores de crescimento. Segundo a United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2010), a participação do macrossetor de serviços de informação no valor adicionado agregado brasileiro é superior a 12%, enquanto em países tecnologi-

⁵ Cada ponto percentual de crescimento na penetração do serviço de acesso banda larga à internet produz um aumento entre 0,5% e 0,9% no valor adicionado nacional (CAMBINI; JIANG, 2009).

⁶ O macrossetor de serviços de informação representa 4% do PIB (IBGE, 2010) mas é responsável por cerca de 20% do investimento em inovação brasileiro (DE NEGRI; RIBEIRO, 2010).

camente mais dinâmicos (ex. Israel, Finlândia e Coréia) esse valor atinge 16%. A posição mediana do Brasil nesse tipo de estatística revela o espaço para crescimento do setor em nosso país, além dos efeitos potencializadores para a economia como um todo. “[O] mundo assiste a uma nova era no que diz respeito ao potencial das tecnologias da informação e comunicação (TIC) para contribuir na luta contra a pobreza” (ibid., p. 108).

Considerando o cenário apresentado, esperamos que a presente pesquisa se demonstre interessante e oportuna, ao permitir a caracterização, avaliação e interpretação das principais questões usualmente levantadas pelos estudos setoriais, além de adotar metodologias inovadoras como a simulação computacional. Acreditamos que a ampliação dos instrumentos disponíveis, para além das ferramentas convencionais de estática comparativa, seja uma contribuição não apenas para a teoria microeconômica, mas também para o campo da teoria antitruste.

O desenvolvimento do quadro analítico proposto será realizado, em linhas gerais, a partir da metodologia proposta por Malerba, Nelson, Orsenigo e Winter (1999) para a construção e utilização de modelos de simulação *History-friendly*⁷ na pesquisa setorial empírica:

“Modelos *History-friendly* visam capturar, de forma estilizada, teorias qualitativas e ‘apreciativas’ sobre os mecanismos e fatores que afetam a evolução industrial, o avanço tecnológico e a mudança institucional apontados pelos pesquisadores empíricos de economia industrial, mudança tecnológica, organização e estratégia de empresas e outras ciências sociais.” (p. 3-4)⁸

Nessa perspectiva o processo analítico é desenvolvido por meio da articulação entre a análise empírica “apreciativa”, desenvolvida a partir do estudo aprofundado da realidade industrial, e o quadro de referência teórico selecionado pelo pesquisador “para representar as relações básicas e características que foram descobertas no estudo da indústria” (GARAVAGLIA, 2004, p. 7). O modelo de simulação, então, deve ter a capacidade de reproduzir os principais “fatos estilizados”⁹ ressaltados pela análise apreciativa, utilizando

⁷ As opções metodológicas serão discutidas detalhadamente ao longo dos capítulos, em seções específicas.

⁸ Exceto quando indicado o contrário, todas as traduções de citações são de responsabilidade do autor.

⁹ O termo foi introduzido por Kaldor (1961). Por “fato estilizado” compreende-se uma propriedade observável do fenômeno em estudo, apresentada na forma de simplificação ou generalização, oriunda da observação empírica.

mecanismos e premissas consistentes tanto com a informação empírica como com as hipóteses teóricas. O modelo de simulação permite, assim, o teste lógico das hipóteses definidas pelo quadro teórico, enquanto explicativas da evidência proveniente da análise apreciativa. Dessa forma, o modelo opera como dispositivo auxiliar do processo analítico, permitindo a qualificação sistemática das hipóteses propostas pela teoria. O método proposto adota como princípio de inferência, portanto, uma forma de abdução¹⁰, ao invés da dedução ou da indução usuais.

O processo analítico *History-friendly* deve conter, portanto, pelo menos cinco etapas lógicas: (i) o estudo apreciativo das características do fenômeno em questão e a identificação das questões empíricas essenciais e dos respectivos fatos estilizados, (ii) o desenvolvimento de um quadro teórico explanatório para as questões levantadas e a formulação das hipóteses de trabalho consequentes, a serem examinadas e testadas, (iii) o desenvolvimento de um modelo capaz de traduzir a estrutura teórica em um sistema de simulação computacional, dotado dos recursos necessários para a análise; (iv) a calibração dos parâmetros do modelo, com os dados provenientes do estudo empírico, e a análise de sensibilidade do modelo aos parâmetros; e (v) a análise dos resultados do modelo, incluindo a verificação da reprodução dos fatos estilizados e o teste das hipóteses teóricas.

A dissertação está desenvolvida em quatro capítulos, além desta introdução e da conclusão.

O capítulo 1 consolida e sintetiza a bibliografia e as demais fontes de informação disponíveis sobre a trajetória histórica do setor e propõe uma análise empírica apreciativa, na qual são avaliados os principais fenômenos relacionados ao tema de pesquisa e mapeados os mecanismos de causação observáveis mais relevantes, além dos agentes e instituições chave. São identificadas as principais questões relativas à organização e à competição nos principais segmentos setoriais. Foco particular é dado à situação concreta do mercado de acesso à internet brasileiro. São apresentados e analisados os dados empíricos disponíveis e consolidados os fatos estilizados representativos.

¹⁰ “Abdução consiste em estudar os fatos e conceber uma teoria para explicá-los” (PEIRCE, 1867 apud WERKER; BRENNER, 2004, p. 7), é uma inferência a favor da melhor explicação, em um sentido probabilístico.

O capítulo 2 propõe a articulação de um esquema explicativo teórico, a partir de abordagens selecionadas, de forma a organizar um quadro de referência adequado para a modelagem setorial. São exploradas contribuições da Organização Industrial, da teoria evolucionária neoschumpeteriana e de algumas vertentes institucionalistas, por meio de revisão bibliográfica alinhada pelos temas da mudança estrutural e da competição e organizada pelos fatos estilizados da análise empírica. Em seguida, os resultados da análise apreciativa são confrontados com os artefatos explanatórios de cada corpo teórico, no intuito de avaliar sua pertinência nos casos em estudo. São identificadas, ainda, as principais hipóteses teóricas que sustentam o quadro selecionado.

O capítulo 3 apresenta o processo de especificação e construção do modelo de simulação para o mercado de acesso, incluindo as interações das redes de relacionamento intrassetoriais na operação do mercado de acesso. São analisadas as características das metodologias selecionadas para a construção do modelo, inclusive suas limitações. Na sequência, são especificadas as regras de comportamento necessárias para o desenvolvimento do sistema de simulação, utilizando-se a técnica *agent-based*. A especificação do modelo é apresentada por meio de equações em diferenças. Por fim, é justificada a ferramenta computacional escolhida, incluindo a apresentação das principais funcionalidades computacionais disponíveis no sistema desenvolvido.

O capítulo 4 inicialmente realiza a validação do modelo setorial, discutindo alternativas e apresentando soluções tanto para os problemas de calibração dos parâmetros adotados no processo de modelagem, como de teste de sensibilidade do modelo. Os valores de calibração selecionados são justificados, utilizando dados empíricos reais quando possível. Os resultados da análise de sensibilidade são expostos de modo a identificar os parâmetros críticos, permitindo também a avaliação da estabilidade e da robustez do modelo. Em seguida, os resultados do modelo são apresentados por meio dos seus detalhes mais relevantes, com atenção especial aos fenômenos que ainda não tinham sido identificados nas análises apreciativa e teórica. A aderência do modelo aos fatos estilizados setoriais é verificada e as hipóteses teóricas assumidas são testadas.

Capítulo 1: Trajetória histórica e análise setorial apreciativa

O objetivo geral do capítulo, além de fornecer uma visão sintética da trajetória histórica e da configuração sistêmica do setor de internet, é consolidar as informações necessárias para as próximas etapas da dissertação. Para tanto, serão identificadas as principais questões subjacentes ao processo competitivo entre as firmas do setor e selecionados os dados empíricos que caracterizam os principais processos setoriais nessa dimensão específica. A abrangência da pesquisa empírica é essencialmente nacional (Brasil), pois parece suficiente para a observação da maioria das relações intrassetoriais de destaque. A análise se concentra na fase pós-privatizações, em particular no período 1999-2010, durante o qual se conformou a estrutura de mercado vigente.

A análise empírica será realizada em duas etapas. A primeira, objeto específico deste capítulo, terá uma abordagem eminentemente apreciativa, buscando fornecer uma visão geral do setor e recolher as informações necessárias para a próxima etapa. A segunda etapa, por sua vez, será realizada com o auxílio do modelo de simulação que será desenvolvido a partir dessas informações, permitindo o aprofundamento analítico das questões setoriais mais importantes, identificadas na primeira etapa. Esse desdobramento do processo analítico recomenda a realização da análise teórica também em duas etapas.

Neste capítulo, o processo teórico será tratado em nível bastante geral, para dar conta das demandas da análise setorial apreciativa. Ainda assim, é inegável que o recorte analítico proposto foi influenciado pelo quadro teórico que será apresentado no capítulo 2. Evidentemente, na prática, a avaliação empírica acontece em paralelo com o desenvolvimento do instrumental teórico do analista, em um processo de articulação contínua. Mas, para efeito de registro formal, iniciou-se o processo com a etapa da análise empírica, adotando-se prática usual da metodologia *History-friendly*. Dessa forma, a partir da focalização sobre as questões-chave identificadas nesta primeira etapa, o próximo capítulo poderá aprofundar a discussão teórica, em torno desses pontos específicos, com maior objetividade.

A análise apreciativa será realizada a partir da perspectiva do “sistema setorial de inovação e produção”, proposto originalmente por Breschi e Malerba:

“[U]m sistema setorial de inovação [e produção] pode ser definido como aquele sistema (grupo) de firmas ativas no desenvolvimento e produção dos produtos do setor e na geração e utilização das tecnologias do setor; em um sistema desse tipo as firmas se relacionam de dois modos diferentes: através de processos de interação e cooperação no desenvolvimento de tecnologia dos artefatos e através de processos de competição e seleção em atividades inovadoras e comerciais.” (1997, p. 131)

O setor de internet engloba um ecossistema complexo, requerendo um conjunto extenso de recursos humanos e materiais para seu desenvolvimento e operação. O setor industrial é aqui compreendido, para efeito de pesquisa, como o conjunto de atores (firmas, usuários, organizações de governança etc.) e artefatos (físicos e tecnológicos) que constituem a essência das atividades necessárias para a organização do mercado para os serviços oferecidos pela internet. Essa complexidade inerente torna as fronteiras definidoras do que está “dentro” do setor, até certo ponto, arbitrárias e nem sempre claras.

O setor industrial da internet, assim definido, está majoritariamente inserido dentro do macrossetor econômico dos serviços de informação e comunicação, na classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007b). Para efeito de pesquisa, foram considerados como componentes do setor de internet quatro segmentos em particular¹¹: serviços de telecomunicações de acesso à internet (ou, resumidamente, “acesso”), serviços de criação, edição e informação eletrônicos (ou “conteúdo”), serviços de tecnologia da informação (ou “sistemas”) e fabricação de equipamentos de comunicação¹² (ou “equipamentos”). Naturalmente, algumas firmas que participam do setor da internet também atuam em outros setores, sendo que para efeito analítico serão consideradas apenas suas atividades dentro do setor de internet. Além das firmas prestadoras de serviços e fabricantes de equipamentos, o estado, por meio de suas diversas agências, e os usuários dos serviços de internet, sejam eles indivíduos ou organizações, são também atores relevantes do setor.

¹¹ Esses componentes não incluem diversas divisões e grupos da Seção J (serviços de informação e comunicação) da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) (IBGE, 2007b), como por exemplo, os serviços de telecomunicações por voz (fixos e móveis), radiodifusão (televisão e rádio) e de mídia impressa (livros, jornais e revistas). A definição das fronteiras setoriais adotou corte semelhante ao de Edquist (2004).

¹² Este segmento faz parte da Seção C (indústrias de transformação) da CNAE (ibid.).

O foco da análise setorial proposta é a organização da competição no segmento de serviços de telecomunicações de acesso à internet¹³ ou, simplesmente, “segmento de acesso”. Porém, o modo de integração entre os segmentos e a inter-relação do segmento de acesso com os demais segmentos – de conteúdo, de equipamentos e de sistemas – do setor serão também esboçados.

O capítulo inicia com uma breve discussão sobre a metodologia adotada. Em seguida, a trajetória histórica do setor será rapidamente apresentada. Na seção 1.3, serão qualificadas as categorias que compõem o quadro contemporâneo do sistema setorial de inovação e produção da internet. A seção 1.4 analisa a estrutura vigente da competição no segmento de acesso brasileiro e propõe um conjunto de fatos estilizados, oriundos da análise, para representá-la. O capítulo termina com uma conclusão preliminar, incluindo uma sumária avaliação sobre os resultados empíricos obtidos e a consolidação dos fatos estilizados mais representativos.

1.1. Metodologia de análise apreciativa

Uma das constatações recorrentes dos inúmeros estudos empíricos setoriais disponíveis é, justamente, a enorme variedade de arranjos que cada indústria pode adotar em cada momento. Em paralelo, diversas tradições de pesquisa teórica propuseram formas alternativas de avaliar essa variedade e, em particular, identificar seus determinantes (MALLERBA, 2005). Esse tema será mais bem explorado no próximo capítulo. No momento, parece suficiente selecionar, dentre as alternativas existentes, uma diretriz metodológica, razoavelmente consolidada e compatível com as linhas teóricas escolhidas, que possa direcionar o processo de análise empírica.

O quadro de referência escolhido deve dar conta de tratar algumas questões que são relevantes no setor de internet. Dentre eles podemos destacar a intensa inovação tecnológica e os seus peculiares mecanismos de apropriabilidade (NELSON; WINTER, 1982; PAVITT, 1984; TEECE, 1986, 2006), além da relevante influência de fatores institucionais em uma indústria nova, construída em torno de estruturas sociais organizadas em redes co-

¹³ O serviço de acesso à internet se constitui no transporte bidirecional de informações (dados, sons e imagens) sobre a infraestrutura de redes dos provedores do serviço, entre o ponto de acesso de usuário e o destino final de comunicação, dentro da rede mundial de computadores, por qualquer tecnologia compatível.

operativas, mas com intensa competição entre as firmas, ainda com profundas raízes no período dos monopólios estatais nas telecomunicações (EDQUIST, 2004; NELSON, 2005b).

Com base nessas premissas, a adequação da proposta de Malerba (2002) para a pesquisa empírica da dissertação se torna mais clara. A partir de uma dupla perspectiva, das teorias evolucionária e dos sistemas de inovação, a ênfase analítica é colocada tanto (i) na centralidade da heterogeneidade dos agentes – nas dimensões da experiência, capacidades e organização – enquanto fator-chave da dinâmica setorial, como (ii) na importância das interações entre agentes – e dos processos de aprendizado subjacentes – para o processo inovador, influenciando e sendo influenciadas pelo ambiente institucional.

O quadro analítico do “sistema setorial de inovação e produção” (SSIP), consolidado por Malerba (2002, 2004, 2005), parte do produto – ou grupo de produtos – e do conhecimento associado para definir o conjunto de atividades e agentes que compõe o SSIP. O SSIP é caracterizado, assim, por uma base de conhecimento, uma demanda, tecnologias e insumos específicos, criados a partir de interações formatadas por instituições, dentro e fora de mercados organizados, entre agentes que buscam a criação, o desenvolvimento e a difusão do(s) produto(s) do setor.

O SSIP é, portanto, composto por (i) agentes – firmas e indivíduos, fornecedores e consumidores – e suas redes de relacionamento, (ii) conhecimento e tecnologias – incluindo seus insumos e produtos, e (iii) instituições – formais e informais, explícitas e implícitas, setoriais e nacionais. A “coevolução” desses elementos, por sua vez, dá origem aos processos emergentes de mudança e transformação do sistema setorial (NELSON, 2001, 2005a).

“A relação das regularidades de ‘nível mais alto’, manifestada nas instituições, regras e formas organizacionais, para processos evolutivos ‘de nível mais baixo’ é complexa, envolvendo *coevolução* entre *níveis de análise e escalas de tempo* e deve ser corretamente modelada como tal.” (DOI; MARENGO, 2007, p. 5, grifos no original)

Igualmente relevante para a análise do sistema setorial é o foco simultâneo nos agentes responsáveis pela oferta e pela demanda do setor. Ao não tratar a demanda, por hipótese, como um conjunto agregado de usuários similares, a perspectiva dos SSIP abre

espaço para a consideração da influência essencial da demanda na dinâmica setorial, frequentemente relegada ao segundo plano por outras abordagens (MALERBA, 2005).

A adoção do quadro dos SSIP obriga, ainda, a uma revisão do sentido usualmente adotado para o termo “estrutura setorial”. Nessa perspectiva, o sentido do termo vai além do uso habitual na Economia Industrial, que envolve principalmente as questões da concentração industrial ou da integração/diversificação. “Mais propriamente, estrutura se relaciona com as conexões e relações entre agentes, conhecimento, produtos e tecnologias [...] logo se refere também a ‘redes’ [sociais]” (MALERBA, 2005, p. 67-68). O alargamento do horizonte analítico associado com essa premissa é essencial para o estudo de fenômenos de natureza intrinsecamente dinâmica, como será discutido no capítulo 2.

Desse modo, a análise setorial empírica proposta para o setor de internet será desenvolvida no quadro de um SSIP, a partir da consolidação e síntese da bibliografia e dos dados disponíveis, e auxiliada pela experiência pessoal do autor¹⁴. O foco da investigação será o papel das firmas provedoras de serviços de acesso – grandes e pequenas – sobre a dinâmica da estrutura e da competição do setor de internet.

Para a qualificação do SSIP da internet, a investigação empírica será realizada em três dimensões principais: (i) a identificação dos agentes e explicitação dos principais mecanismos de interação entre eles, (ii) o mapeamento das instituições relevantes, formais ou não, nos níveis geral e setorial, e (iii) a sistematização das relações entre conhecimento, tecnologia e produtos.

Enquanto a primeira e a última dimensões de investigação propostas têm sua forma de realização razoavelmente autoevidente, a questão da identificação das formas institucionais relevantes merece algum detalhamento. Isso porque as instituições, em geral, podem ser observadas apenas indiretamente, por meio da manifestação dos comportamentos que elas ensejam nos atores (HODGSON, 2006). Por isso, Thornton e Ocasio (2008) sugerem que a análise empírica das instituições requer tanto a análise dos eventos, segundo o tempo histórico, como métodos interpretativos específicos para cada situação, que permitam compreender o sentido com o qual os atores investem sua ação. A análise das práticas

¹⁴ O autor da dissertação atuou profissionalmente desde o início dos anos 1990 até 2009 no setor em questão, tendo participado desde a pesquisa tecnológica avançada até o relacionamento de grandes prestadoras de serviço de acesso com órgãos da administração pública, incluindo as interações interfirma setoriais.

dos atores e das estruturas organizacionais que eles constroem, por exemplo, permite a identificação indireta das características do arranjo institucional vigente. Porém, como nota Powell (1991), essa é uma perspectiva que dá um caráter excessivamente passivo às organizações institucionalizadas. Segundo este autor, “uma linha de pesquisa mais produtiva focaria no por que arranjos menos que ótimos persistem ao longo do tempo” (ibid., p. 183).

Conforme Fligstein (2001b), um roteiro de pesquisa usual é começar pela definição de um campo particular de interesse; a partir dele, estudar as instituições locais, quem são os atores coletivos, quais os recursos que dispõem e que tipos de relações existem dentro e entre campos. Devem ser analisadas, ainda, as condições em que o campo em estudo emergiu, se estabilizou ou se transformou. Quando analisamos a emergência ou a transformação de um campo e suas instituições, é importante, também, identificar eventuais regras que limitam a ação dos agentes e os “projetos de poder” alternativos, bem como seus proponentes. Ao determinar como os proponentes de ordens institucionais alternativas enquadram seus projetos, os tornam mais atrativos para os outros e criam base política em torno deles, torna-se possível compreender o processo de criação das ordens pelos empreendedores institucionais.

A distinção entre processos de mudança institucional endógenos ou exógenos ao campo em questão é também útil para o processo empírico (SCOTT, 2001). Como frequentemente a inovação institucional tem origem externa (POWELL, 1991), o mapeamento dos fatores externos identificados na literatura é importante, como por exemplo: (i) novas tecnologias, (ii) inovação gerencial, (iii) inovação em políticas públicas, (iv) guerras e revoluções, (v) movimentos sociais reformistas, (vi) crises econômicas e (vii) mudanças culturais (SCOTT, 2001).

Já a abordagem dos mercados enquanto instituições requer ainda a identificação de algumas características específicas, além dos preços: (i) quem são os participantes, (ii) quais as características da ação de incumbentes e desafiantes e (iii) como as relações sociais e a cultura local permitem a estabilidade, ao resolver os problemas oriundos da competição e da incerteza (FLIGSTEIN, 2001b).

1.2. Trajetória histórica do setor de internet

Antes da análise setorial propriamente dita, será apresentado um breve histórico da trajetória do setor, como forma de contextualizar a análise. Este relato não pretende, entretanto, ser exaustivo ou detalhado.

As redes para transmissão de informações à distância tiveram origem no telégrafo, em meados do século XIX. Desde então, as tecnologias utilizadas para a construção de redes de telecomunicações se desenvolveram e se multiplicaram, ganhando substancial impulso a partir dos anos 1950, com a revolução da microeletrônica. O rápido desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) se deu dentro do complexo de “novas” indústrias que foram estimuladas pelos volumosos gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) do governo norte-americano no pós-guerra (MOWERY; SIMCOE, 2002). A gradual convergência entre as TIC produziu a base tecnológica que geraria, dentre outros subprodutos, a “rede das redes” de computadores, ou “internet”¹⁵.

A internet se originou, ainda nos anos 1960, de pesquisas patrocinadas pela área de defesa do governo norte-americano, que criaram a primeira rede de comutação de pacotes (Defense Advanced Research Projects Agency Network – ARPANET), a tecnologia básica da internet (CERF et al., 2000; GREENSTEIN, 2010). Essa tecnologia revolucionária, posteriormente aprimorada por meio do Internet Protocol (IP), alterou profundamente os paradigmas das telecomunicações e da informática, até então baseados na comutação de circuitos¹⁶, permitindo substancial aumento da capacidade e das possibilidades de utilização dos sistemas de comunicação e de computação.

¹⁵ Redes de telecomunicações podem ser classificadas em diferentes níveis e conforme diferentes critérios. Para os efeitos deste trabalho, uma rede é entendida como um artefato físico (*hardware* e *software*), sob qualquer tecnologia, que realiza a conexão entre usuários distintos da rede ou entre usuários e serviços disponibilizados através da rede, permitindo o transporte de informação codificada digitalmente entre eles.

¹⁶ De forma extremamente simplificada, a comutação de circuitos opera por meio do estabelecimento de canais de transmissão dedicados durante todo o processo de comunicação, independentemente de sua efetiva utilização ou não durante o transporte das mensagens (áudio, vídeo ou dados). A comutação de pacotes parte do princípio de compartilhamento dos canais de transmissão entre múltiplos processos de comunicação simultâneos, através do fracionamento, e posterior remontagem, das mensagens em pequenos “pacotes” de informação.

A rede de comutação de pacotes se tornou possível, e necessária, a partir da difusão do computador digital¹⁷, mas sua aplicação, durante os primeiros 20 anos, se concentrou nas comunidades militar e científica (GREENSTEIN, 2010). Apenas ao longo dos anos 1980 se desenvolveu a internet como é conhecida hoje – após a popularização dos micro-computadores e o desenvolvimento dos protocolos que são a sua “face visível”¹⁸ – e se transformou em uma plataforma economicamente importante durante o início dos anos 1990 (SHY, 2001).

A primeira conexão brasileira à internet, já sob protocolo IP, foi estabelecida pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, em 1991, conectando um pequeno número de instituições de pesquisa no Brasil. A administração do domínio “.br” e dos endereços IP no Brasil também foi responsabilidade da FAPESP, até a criação do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br), por portaria interministerial, em 1995 (GUIZZO, 2007).

As redes de comunicação de dados (entre computadores), como a internet, nasceram como extensões da rede de telefonia, compartilhando parcela importante da infraestrutura física – cabos e sistemas de rádio – criada para as redes de comunicação de voz (entre pessoas), baseadas em comutação de circuitos. Apenas a partir dos anos 1990 redes especializadas para o transporte de dados – baseadas exclusivamente em comutação de pacotes – tornaram-se comuns, absorvendo gradativamente o tráfego de telefonia, que se transformou em mais uma aplicação das redes de dados¹⁹ (DALUM; VILLUMSEN, 2003).

A evolução técnica das redes que suportam a internet, em particular nas tecnologias utilizadas pelos usuários para acessar a rede, foi contínua desde a oferta dos primeiros serviços comerciais. Pelo menos três gerações tecnológicas mais importantes podem ser elencadas durante os primeiros 20 anos da internet comercial: (i) o acesso discado (*dial-up*)

¹⁷ A comunicação de dados entre computadores, através de longas distâncias, existia antes da invenção das redes de pacotes. Entretanto, elas tornaram possível, pela primeira vez, o estabelecimento de redes complexas e não hierárquicas entre múltiplos computadores, de forma equivalente às redes de telefonia entre pessoas.

¹⁸ Apesar do “núcleo tecnológico” da internet, o protocolo IP e os demais protocolos de transporte de dados, terem sido desenvolvidos ao longo dos anos 1970 e 1980, é apenas com a criação dos protocolos de interface amistosa da família *world wide web* (HTTP e HTML), no início dos anos 1990, que a internet se tornou uma ferramenta acessível ao usuário comum e com interesse comercial suficiente para sua implantação em larga escala.

¹⁹ O processo de convergência tecnológica, para sistemas de transmissão digital, permitiu que as diversas aplicações das redes (dados, voz, imagem) compartilhassem uma mesma infraestrutura física.

“banda estreita”, utilizando o sistema telefônico público existente; (ii) o acesso “banda larga” fixo (ADSL e DOCSIS), sobre as redes de cabeamento metálico existentes (telefonia e televisão a cabo); e (iii) o acesso banda larga móvel (UMTS/3G), baseado em redes de radiofrequência sem fio híbridas (voz e dados)²⁰. Outras tecnologias também foram disponibilizadas nesse período, como o acesso por satélite, o acesso sem fio fixo ou o acesso por fibra óptica, porém com penetração muito inferior àquelas das três gerações principais.

A popularização de cada geração tecnológica se deu de modo cada vez mais veloz nos países avançados. Entre o lançamento do primeiro serviço de acesso discado à internet (nos EUA), em 1990, e a sua popularização, em 1995, verificou-se um período de 5 anos (ZAKON, 2010). Da oferta inicial de acesso banda larga fixa em 1996, no Canadá, até sua disponibilização em larga escala na América do Norte, em 2000, foram necessários 4 anos (FCC, 2004). Já a oferta em massa do acesso móvel à internet tomou menos de 3 anos a partir do lançamento da primeira rede 3G em 2001 no Japão (POSSI, 2006).

Desde o início de sua adoção pelo público em geral, no começo dos anos 1990, a internet gradualmente migrou para um conjunto de redes mantidas e operadas por firmas majoritariamente privadas (ZAKON, 2010). Sua disseminação, exceto nos EUA, se deu de forma concomitante com o rápido processo de privatização dos antigos monopólios de serviços de telefonia ao redor do mundo e a abertura para a competição (GREEN; TEECE, 1998; LI; XU, 2004). As empresas privatizadas “herdaram” as redes físicas (cabeamento, equipamentos e sistemas) dos antigos monopólios estatais, na maioria dos países. Apesar da frequente inexistência de restrições à entrada de novos competidores, as redes privatizadas representaram a maior parcela da infraestrutura da internet até meados dos anos 2000, especialmente fora dos EUA.

Em 1992 surgiu o primeiro provedor de acesso à internet brasileiro fora da área acadêmica (IBASE), em caráter não comercial (CARVALHO, 2006). No final de 1994 a Embratel, parte do monopólio estatal na época, lançou o primeiro serviço comercial de acesso à internet, ainda em caráter experimental. Em meados de 1995, o serviço entrou em operação definitiva (GUIZZO, 2007). Em paralelo, a Rede Nacional de Pesquisa (RNP), até

²⁰ Autores como Lehr e Chapin (2010) argumentam que o acesso banda larga fixo e o móvel são apenas parcialmente substitutos, devido a diferenças importantes entre ambos, o que gera estímulos para o desenvolvimento continuado das duas tecnologias, reduzindo a probabilidade de convergência entre elas.

então a principal estrutura da rede internet no Brasil, passou a oferecer acesso para setores fora da área acadêmica. Simultaneamente, surgiram os primeiros provedores de acesso privados, estimulados pela decisão do Ministério das Comunicações de abrir o mercado de provimento de acesso à competição, com a criação de um total de 21 novos provedores no ano de 1995 (ibid.). A partir de 1996-97, o mercado de serviço de acesso à internet doméstico se consolidou e iniciou seu crescimento em larga escala, a partir da entrada de grandes grupos de mídia (Abril, Folha, RBS) no mercado de provimento de acesso.

No entanto, a oferta de cada geração de tecnologias de acesso no Brasil se deu de forma progressivamente mais atrasada em relação aos centros mundiais de inovação. Enquanto o acesso discado começou a se difundir com 5 anos de atraso (GUIZZO, 2007), a banda larga fixa tomou impulso com 6 anos de retardo, em 2002 (TELEBRASIL, 2011). Já o acesso móvel começou a ser ofertado, em 2009, 8 anos depois do lançamento pioneiro no Japão (ibid.).

Ao longo da trajetória do setor de telecomunicações, a produção de equipamentos físicos e a provisão de serviços intangíveis foram sempre complementares. Tradicionalmente, as firmas produtoras de equipamentos, mesmo aquelas que não eram controladas pelo estado, mantinham ligações estreitas com os monopólios públicos que operavam os serviços de telecomunicações²¹. Com o advento da digitalização e da internet, os equipamentos utilizados para construção e utilização das redes de telecomunicações passaram a ser constituídos, crescentemente, por *software*, o que acelerou a expansão dos seus fornecedores tradicionais para novas áreas de negócio.

A internet abriu espaço para novos segmentos de atuação empresarial, anteriormente ausentes do setor de telecomunicações, pelo menos nas escalas que se tornaram possíveis desde então. As características da internet, associadas à abertura regulatória promovida em conjunto com a privatização²², atraíram novos atores para o mercado nascente. Além de novos equipamentos e serviços de telecomunicações, evoluções naturais para os

²¹ Essa relação, de preferência e proteção de produtores de equipamentos nacionais selecionados, criou *lock-ins* em torno de “campeões nacionais” em vários países (DALUM; VILLUMSEN, 2003; EDQUIST, 2004).

²² O processo de desregulamentação e abertura do mercado de telecomunicações se deu de modo relativamente heterogêneo entre países, com experiências distintas especialmente na abordagem adotada, no ritmo de implantação e nos resultados obtidos (GREEN; TEECE, 1998).

setores industriais existentes, a internet demandava, ainda, outros tipos de dispositivos e serviços para tornar-se um “produto” efetivamente útil para a maioria dos usuários.

“Avanços tecnológicos significativos, culminando com o advento da internet, criaram um novo ambiente [setorial] caracterizado pela convergência de bases de conhecimento e competências, de indústrias e usuários anteriormente pertencentes a setores separados.” (CORROCHER, 2001, p. 1)

Fornecedores de produtos inovadores – incluídos aí muitos serviços – foram gradualmente se integrando ao ecossistema da internet, atraindo simultaneamente parcelas crescentes da população para a utilização da rede. A migração da interface humana direta para a interface mediada por computadores tornou indispensável, além dos microcomputadores, a criação de uma grande quantidade de programas para a interação dos usuários, estimulando o desenvolvimento de um segmento de *software* pujante. Contudo, a maior oportunidade criada com a internet foi a virtual criação de uma indústria de informação eletrônica – ou de “conteúdo”. Diferentemente da telefonia, a rede do tipo *web* criou um espaço totalmente novo para a troca de informações, não apenas entre usuários, mas principalmente entre estes e a florescente comunidade de firmas provedoras de conteúdo para a nova mídia.

Em curto espaço de tempo, menos de 20 anos, a ampla difusão e a profunda penetração da “rede das redes” atingiu a maioria dos sistemas econômicos do planeta (CORROCHER, 2001). As mudanças no ambiente institucional, com a introdução da competição para as operadoras de telecomunicações, o movimento na direção dos sistemas abertos²³ e o crescimento da importância dos serviços de comunicação de dados foram cruciais para isso (DALUM; VILLUMSEN, 2003). Uma série de setores foi tornada obsoleta. Vários outros foram significativamente transformados, enquanto um grupo crescente de novos setores se tornou possível tão somente devido à internet. Em paralelo, nos setores que foram os precursores imediatos da internet – as telecomunicações e a informática – a diferenciação funcional e a diversidade organizacional aumentaram significativamente (EDQUIST, 2004).

²³ Sistemas abertos são aqueles cujas interfaces têm suas funcionalidades e especificidades bem conhecidas, transparentes e prontamente disponíveis para os interessados.

1.3. O sistema setorial de inovação e produção da internet

A “onipresença” da internet na maioria das atividades econômicas pode levar à definição de fronteiras muito amplas para o que seria, afinal, o setor de internet. A partir de uma definição mais restritiva, apresentada anteriormente, esta pesquisa visa focar tão somente naqueles elementos que constituem a base essencial – ou mínima – da internet. A questão das fronteiras é crítica na especificação do SSIP. A definição de quem são os agentes²⁴ analiticamente relevantes no sistema setorial da internet tem que estar relacionada, de algum modo, com as funções que eles desempenham nos processos que conduzem ao desenvolvimento e transformação do setor.

Em última instância, a função do SSIP é promover o desenvolvimento e a difusão das inovações correlatas à internet, bem como proporcionar as condições para sua disponibilização na forma de produtos que atendam as necessidades dos usuários, atuais e potenciais. Para isso, é crítica a capacidade do sistema setorial de (i) criar conhecimento novo, ou novas combinações do conhecimento existente, (ii) mobilizar os insumos e recursos necessários para o provimento dos produtos, (iii) estabelecer mercados que permitam sua circulação, e (iv) gerar os demais estímulos requeridos para a mobilização dos agentes.

Para realizar sua função primordial, segundo Edquist (2004), outras funções se tornaram essenciais no SSIP da internet: (i) a pesquisa, o desenvolvimento e a produção de equipamentos (*hardware*) e sistemas (*software*); (ii) o desenvolvimento da infraestrutura técnica de rede e a provisão de conexão com ela; (iii) a criação, edição e distribuição de conteúdo pela rede; (iv) o gerenciamento de padrões e a regulação do sistema; (v) a disponibilização de educação, treinamento e consultoria relativos a todos os demais itens. Dada sua complexidade, cada uma dessas funções é, usualmente, executada por grupos especializados de agentes, com superposições relativamente raras no caso do setor em questão.

1.3.1. Principais segmentos e agentes do SSIP da internet

A organização geral dos agentes do setor – em conjunto com seus respectivos produtos – está apresentada na Figura 1.

²⁴ O termo “agente”, ao longo da dissertação, pode representar tanto indivíduos como organizações, sejam elas firmas ou outras estruturas formais com objetivos explícitos (agências governamentais, associações profissionais, comitês, universidades etc.).

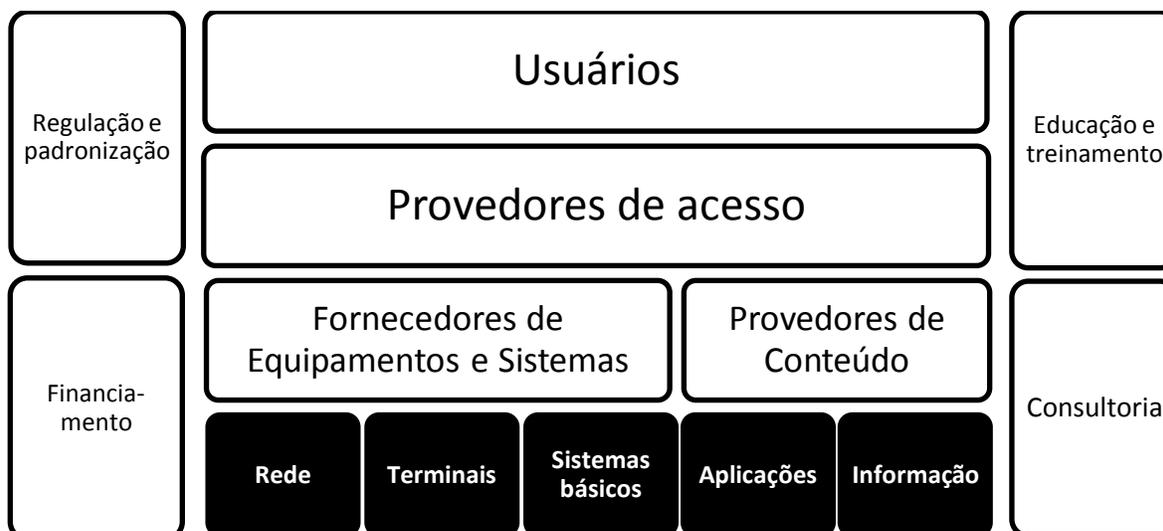


Figura 1 – Agentes, produtos e organização do setor de internet.

FONTE: elaboração do autor.

O nível superior da Figura 1 representa os usuários da internet, sejam eles organizações ou indivíduos, que gradualmente incorporaram os novos recursos e serviços oferecidos pela rede mundial em seus processos e hábitos. A completa novidade da maioria dos recursos oferecidos pela rede, associada aos brutais ganhos de produtividade e conveniência por ela oferecidos, tornou explosiva a demanda pelos produtos do setor. “A demanda por [comunicação de] dados pelos consumidores privados é uma das principais forças motrizes para o desenvolvimento da [internet] banda larga” (DALUM; VILLUMSEN, 2003, p. 10), pois conforme os usuários percebem os benefícios associados aos produtos baseados na internet, mais se acelera o processo de difusão dos serviços associados (EDQUIST, 2004).

As relações entre desenvolvimento tecnológico e a sociedade não são, entretanto, unidirecionais. Ao mesmo tempo em que moldam as novas demandas que estimulam, tecnologias como a internet são constantemente “direcionadas” para trajetórias compatíveis com interesses dos diversos grupos sociais envolvidos (DIMAGGIO et al., 2001). Os usuários da internet diferem substancialmente entre si, até por abrangerem porções amplas da população de indivíduos e organizações. As combinações das demandas heterogêneas desses usuários, em conjunto com as estratégias dos demais agentes do SSIP, orientam um processo de seleção pelo mercado, definindo quais serviços da internet se desenvolvem e

quais desaparecem. Nesse cenário, a combinação entre demanda heterogênea e múltiplas ofertas de serviços competindo dá origem a efeitos de rede na adoção de muitos desses serviços²⁵. Isso estimulou o desenvolvimento de uma estrutura de mercado razoavelmente fragmentada, em particular no segmento de conteúdo, com produtos diversificados atendendo a nichos específicos de usuários (SHAPIRO; VARIAN, 1999). No entanto, estudos empíricos indicam ser inadequada uma perspectiva completamente atomizada dos usuários. Sua organização, em redes de interação social, tem impactos sobre a organização setorial, tanto na definição dos padrões tecnológicos (SILVERBERG; DOSI; ORSENIGO, 1988; MOWERY; SIMCOE, 2002) como na organização da competição setorial (BIRKE; SWANN, 2006).

No outro extremo do setor, representado pela Figura 1, encontram-se os dois principais segmentos industriais que fornecem os artefatos necessários à construção e à utilização da rede: o de equipamentos e sistemas e o de conteúdo. Parte significativa dos processos de inovação tecnológica do setor acontece nesses segmentos, certamente os mais intensivos em termos de P&D²⁶ e aqueles que, historicamente, mais influenciaram o dinamismo tecnológico da internet (CORROCHER, 2001; EDQUIST, 2004).

A função de fornecimento de equipamentos e sistemas é realizada, de forma majoritária, por grandes companhias multinacionais²⁷, que detêm recursos suficientes para assumir os custos e os riscos inerentes à P&D em um setor dinâmico como a internet (MALERBA; NELSON, 2011). Entretanto, atores menores, como firmas iniciantes, universidades e organizações de pesquisa sem fins lucrativos também participam em nichos desse segmento, em particular na etapa de P&D, mas cada vez mais também nas complexas cadeias produtivas do setor (EDQUIST, 2004).

O segmento de equipamentos e sistemas tem, na sua aparência, uma morfologia característica de indústrias mais maduras²⁸, onde firmas maiores dominam a P&D e criam

²⁵ Os serviços de rede social (Facebook, Twitter etc.) são exemplos óbvios da importância desse fenômeno.

²⁶ As atividades de P&D incluem a pesquisa básica e aplicada e o desenvolvimento experimental (HASEN-CLEVER; FERREIRA, 2002).

²⁷ Exemplos: (i) originários do setor de telecomunicações: Ericsson, Nokia-Siemens, Alcatel-Lucent, Huawei, Motorola, Qualcomm etc.; (ii) originários do setor de informática: Apple, Microsoft, Hewlett-Packard, IBM, Samsung etc.; (iii) nativos do setor de internet: Cisco, Juniper etc.

²⁸ Ou do regime tecnológico tipo “Schumpeter Mark II”, como será visto no próximo capítulo.

estabilidade suficiente para compensar os riscos associados com os elevados investimentos requeridos. Entretanto, ao contrário dos setores maduros, a dinâmica do segmento é ainda bastante turbulenta, sendo caracterizada pela ascensão e queda relativamente rápidas de grandes empresas. Isso se deve, preponderantemente, às elevadas oportunidades tecnológicas oferecidas pela internet e pela informática, associadas à restrita apropriabilidade, pelas firmas grandes, das inovações desenvolvidas dentro das cadeias produtivas setoriais²⁹ (MALERBA; ORSENIGO, 1996; BELUSSI; ARCANGELI, 1998).

Diversas das firmas que compõem o segmento de equipamentos e sistemas são originárias do setor de telecomunicações. Elas ampliaram seus escopos de atuação³⁰ com o advento da internet e a convergência das fronteiras tecnológicas que se seguiu (DALUM; VILLUMSEN, 2003). Outras companhias são provenientes do setor de informática, que tipicamente integraram os recursos de comunicação oferecidos pela internet às suas plataformas computacionais. Poucas empresas, neste segmento, se desenvolveram exclusivamente a partir do surgimento da internet ou vieram de setores mais afastados, com algumas notáveis exceções.

Outra característica importante do segmento de equipamentos e sistemas foi a significativa vantagem obtida pelas firmas norte-americanas. O fato de a internet ter nascido e se desenvolvido, durante muitos anos, dentro do sistema de inovação nacional desse país, suportada pelo significativo estímulo governamental, favoreceu o posicionamento dessas firmas no novo setor (EDQUIST, 2004; MOWERY; SIMCOE, 2002). Elas se beneficiaram das capacidades desenvolvidas ao longo de mais de 3 décadas naquele país, além das possibilidades oferecidas pelo sistema aberto de padronização adotado – como será visto a seguir. Essa vantagem apenas recentemente começou a ser revertida pelas firmas de outros países, especialmente a partir de *spillovers* (transferências involuntárias de conhecimento) ao longo das cadeias produtivas, que nos anos 1990 começaram a se transferir em direção ao sudoeste asiático (BORRUS, 1997; STURGEON, 2002).

No Brasil, durante a fase de controle estatal dos serviços de telecomunicações, a indústria de equipamentos e sistemas com controle societário nacional era pequena. Dessas

²⁹ Essas são características do regime tecnológico tipo “Schumpeter Mark I”, explorado no capítulo 2.

³⁰ A aquisição de outras firmas, em geral menores, com competências estabelecidas em áreas relevantes para a internet, foi também importante nos anos iniciais do setor.

firmas, poucas conseguiram se expandir ao migrar para o setor de internet (SIQUEIRA, 1997). Já a área de informática brasileira dispunha de um parque produtivo relativamente importante no final dos anos 1980, mas o término abrupto da reserva de mercado para os produtos nacionais, no início dos anos 1990, reduziu significativamente a capacidade de crescimento das firmas de tecnologia da informação locais. Elas encontraram grandes dificuldades para empreender a integração da internet aos seus negócios (CARVALHO, 2006), principalmente durante a fase inicial de desenvolvimento da rede (até 2001-2002).

O segmento de provimento de conteúdo, que engloba a disponibilização tanto da informação como das aplicações necessárias para sua fruição pelos usuários, é composto, predominantemente, por firmas que se desenvolveram a partir da internet e tem na própria rede o lócus essencial do seu negócio³¹. Essas firmas, assim como a internet, são tipicamente transnacionais desde as etapas iniciais do seu desenvolvimento. Além delas, é frequente no segmento a presença de empresas originárias dos setores de mídia (televisão, cinema, música) e imprensa (jornais e revistas), de escopo internacional ou nacional³².

“Provedores de conteúdo podem obter benefícios significativos a partir do desenvolvimento dos serviços avançados da internet. Uma vantagem imediata se origina na capacidade deles distribuírem produtos para assinantes nos níveis nacional e internacional. Como as operadoras de telecomunicações, as companhias tradicionais de mídia e editoras que entram na rede podem contar com uma base ampla de usuários. As firmas grandes podem empregar seus vastos recursos para expandir suas atividades no empacotamento e na provisão de serviços de conteúdo. A maioria desses *players* já está implementando esse tipo de estratégia por meio do desenvolvimento de portais, os quais permitem a eles se relacionarem diretamente com os consumidores, ao invés de usar terceiros.” (CORROCHER, 2001, p. 18)

A presença de economias de escala significativas é característica importante do segmento. Enquanto a produção da “primeira” unidade de um novo serviço ou conteúdo geralmente envolve custos elevados, sua posterior replicação por meio da internet costuma apresentar custos negligíveis. Além disso, a migração de muitos serviços de informação para a internet em geral estimula substancialmente a demanda em relação aos volumes anteriores (HITT; TAMBE, 2007), alavancando o processo. Essas características parecem ter

³¹ Exemplos: Google, Amazon, Facebook, Yahoo, Ebay, VeriSign etc.

³² Exemplos: (i) internacionais: TimeWarner, NewsCorp etc.; (ii) nacionais: CBS, NBC, Globo, Folha etc.

fomentado a significativa concentração dos mercados que se estabeleceram em torno de alguns tipos de conteúdos ou serviços disponíveis através da rede (SHY, 2001).

Participam do segmento de conteúdo, ainda, organizações que não são firmas, mas que utilizam a internet como veículo para atingirem seus respectivos públicos (governos, organizações internacionais, organizações não governamentais – ONGs etc.). Em resumo, o segmento de conteúdo é marcado pela substancial heterogeneidade de origem, tamanho, geografia e objetivo de seus participantes, estimulados pela extrema maleabilidade da rede, que a possibilita de “ser [muitas] coisas ao mesmo tempo, porque permite aos usuários escolhas entre múltiplos modos de apropriação que coexistem em qualquer momento dado” (DIMAGGIO et al., 2001, p. 327).

Em comum, os segmentos de equipamentos e sistemas e de conteúdo representam exemplos de intensa competição, com heterogeneidade e dinâmica turbulenta da estrutura industrial, em nível nacional e global. Tomando as empresas líderes nesses dois segmentos hoje, pode-se facilmente constatar que muitas delas sequer existiam, ou era economicamente relevante no setor, quando a internet despontou comercialmente. Mesmo voltando apenas dez ou cinco anos no tempo já será suficiente para perceber as mudanças frequentes e constantes nesses segmentos. Nem mesmo a existência de empresas muito grandes, lucrativas e tecnologicamente capazes parece ser suficiente para impedir que entrantes, mais aptas e agressivas, rapidamente alcancem participações de mercado significativas. Para os usuários, por outro lado, as consequências desse processo dinâmico são evidentes: diversidade na oferta, inovações constantes e preços cadentes.

Entre os extratos superior e inferior da Figura 1, temos ainda o segmento formado pelos provedores de acesso. O acesso dos usuários à internet, ou seja, a possibilidade de conexão com todos os demais usuários e provedores de informação da rede, depende da existência de um conjunto de redes físicas interconectadas que suportem o processo de comunicação de dados entre os pontos que constituem a internet (MACKIE-MASON; VARIAN, 1996). O desenvolvimento, a operação e a manutenção dessas redes é o papel do segmento de acesso, frequentemente na figura de grandes empresas de telecomunicações integradas – que oferecem simultaneamente outros serviços, como telefonia e televisão por assinatura (DALUM, VILLUMSEN, 2003).

Ao contrário dos demais segmentos, as principais firmas no segmento de acesso costumam serem as mesmas que já dominavam o setor de telecomunicações, pelo menos no plano nacional. Isso se verifica a despeito um ambiente institucional formalmente aberto para novos competidores e um mercado economicamente atrativo e em rápida mudança tecnológica (GREEN; TEECE, 1998; LI; XU, 2004), a partir de uma base de conhecimento aberta e não proprietária. Como será detalhado mais à frente, isso frequentemente se reflete, paradoxalmente, em um ambiente competitivo mais limitado, especialmente quando comparado com os demais segmentos do setor.

A emergência de um novo paradigma tecnológico – a internet – em uma indústria tão profundamente marcada pela intervenção estatal e pela restrição da competição interfirma convencional, como as telecomunicações, trouxe impactos econômicos profundos sobre esse sistema setorial (CORROCHER, 2001). Modelos mentais e rotinas quotidianas das organizações, estabelecidos ao longo de décadas, tanto nas firmas como nos governos e usuários, tiveram que ser transformados. As firmas, em particular, tiveram que enfrentar não apenas uma mudança no paradigma tecnológico, na maior parcela de suas operações, mas também, e possivelmente de forma mais profunda, uma readequação das suas capacidades³³ que permitisse a exploração das novas oportunidades que se apresentavam. Mas, por outro lado, a utilização das capacidades inatas das firmas incumbentes, em particular o amplo controle sobre as redes físicas existentes e sobre a infraestrutura de radioespectro disponível, posicionou-as de forma vantajosa na adoção das principais tecnologias que emergiram (DAVIES, 1996). Isso proporcionou para essas firmas uma importante vantagem competitiva, durante o período crítico de formação do mercado de serviços para o acesso à internet (EDQUIST, 2004). Essa questão será retomada na seção 1.4.

Apesar de sua predominância, as incumbentes originárias do setor de telecomunicações não são as únicas firmas operando no mercado de acesso. Nem suas vantagens são intrinsecamente insuperáveis, pelo menos teoricamente. Outras empresas, como integradores de sistemas, fornecedores de sistemas, empresas de mídia ou mesmo novas operadoras de telecomunicações, aproveitaram a oportunidade representada pelo desenvolvimento da

³³ O termo “capacidades” – ou “*capabilities*” – tem aqui o sentido proposto por Teece e Pisano (1994), conforme será discutido no capítulo 2.

internet para também participar desse segmento. Essas firmas entrantes, em alguns cenários, se transformaram em competidoras vigorosas das incumbentes, frequentemente a partir de capacidades diferenciadas com que dispunham (NOAM, 1994), desde que dispusessem de suporte mínimo do estado³⁴ (WALLSTEM, 2007).

Outra característica relevante, conforme as tecnologias da internet se sofisticaram, foi o aumento da influência do segmento de acesso sobre o setor – e sobre as empresas de equipamentos e sistemas em particular. A necessidade de integração fim a fim, entre os usuários e serviços cada vez mais complexos, aumentou de forma desproporcional a influência das firmas que detêm a interface final com os usuários (FUNK, 2009). Isso se refletiu, inclusive, no processo de seleção, principalmente do segmento de equipamentos (rede e terminais), mas também do de sistemas e conteúdo, deslocando parcela substancial do poder setorial para o segmento de acesso (ibid.).

Além das quatro categorias de agentes já abordadas – usuários, fornecedores de equipamentos e sistemas, provedores de conteúdo e provedores de acesso – outros atores são ainda relevantes na organização do setor de internet. Dentre eles estão as organizações responsáveis pela criação, manutenção e aplicação de padrões e regulamentos setoriais, bem como aquelas que promovem a educação e o treinamento dos vastos contingentes de especialistas que as tecnologias da internet requerem, ou ainda, os serviços de consultoria – conhecimento especializado – que firmas e organizações governamentais demandam no processo de adaptação ao novo cenário.

No sistema setorial de internet, parcela relevante das atribuições de padronização e regulação foi assumida, mundial e nacionalmente, por organizações não governamentais com características quase públicas³⁵ (MOWERY; SIMCOE, 2002). Esse papel é fundamental para a coordenação das relações entre os agentes do SSIP e o estímulo de seu desenvolvimento, em particular por meio da redução da incerteza em um ambiente complexo e dinâmico como a internet (KAVASSALIS; SOLOMON; BENGHOZI, 1996). Apesar de menos relevantes, ou com atribuições apenas parciais no setor de internet, organizações

³⁴ A plena interconexão com a rede do incumbente é tipicamente o requisito mínimo nesse sentido, sendo frequente a necessidade de outros direitos mínimos para o entrante, como a colocalização de equipamentos.

³⁵ Dentre as mais relevantes estão: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), Internet Society (ISOC) e Internet Engineering Task Force (IETF).

governamentais³⁶ também participam do processo de regulação e, mais raramente, da padronização, especialmente no nível nacional.

Devido à intensa dinâmica, amplitude e complexidade da base de conhecimentos do setor, também têm função relevante as organizações que estão envolvidas com a educação e o treinamento. É bastante elevada a participação de pessoal de nível médio e superior dentro dos agentes setoriais. Parte importante da formação do pessoal envolvido com o setor é desenvolvida por universidades e outras organizações acadêmicas, frequentemente custeadas pelo estado, onde é comum a combinação dos processos de educação e P&D. Além disso, a cumulatividade característica do conhecimento setorial requer, além da educação e treinamento formais, o contínuo aprendizado – do tipo “*learning by doing/using*” – dentro das empresas, frequentemente associado com a atividade de firmas de consultoria especializadas.

Por fim, o sistema financeiro e o mercado acionário, que dão suporte à operação dos diversos segmentos setoriais, também cumprem papel relevante. Além da função usual de bancos e acionistas, relativamente homogêneo entre os diferentes setores, no caso da internet alguns agentes relativamente novos foram fundamentais: os fundos de investimento de alto risco (*private equity* e *venture capital*) e as incubadoras associadas a universidades. Ambos os tipos de atores se desenvolveram inicialmente a partir dos Estados Unidos, em particular em torno de setores de alta tecnologia, como biotecnologia, fármacos, informática, telecomunicações e internet. A maioria das firmas iniciantes (*start-ups*) nesses setores se beneficiou do suporte de um ou mais agente desse tipo (ETZKOWITZ; MELLO; ALMEIDA, 2005; ROTHARMEL; THURSBY, 2005; PURI; ZARUTSKIE, 2008).

1.3.2. Instituições fundamentais para o SSIP da internet

Em termos estruturais, como aponta Edquist (2004), a dinâmica das interações entre os agentes do SSIP da internet tem se modificado intensamente ao longo de sua curta existência. Como já mencionado, monopólios estatais no provimento dos serviços de telecomunicação – inclusive o acesso – foram transformados em companhias privadas e submetidos à competição. As relações próximas entre poucos fornecedores de equipamentos e

³⁶ Exemplos: Internet Governance Forum (IGF), controlado pela ONU, Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) e Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), controlados pelo governo federal.

sistemas e prestadores de serviço deu lugar a cadeias complexas e diversificadas (BELUS-SI; ARCANGELI, 1998; STURGEON, 2002). Novas agências governamentais foram criadas, com o objetivo de equilibrar os efeitos da privatização³⁷, estimular a competição e aumentar o nível de inclusão da população nos novos serviços³⁸. Outros atores importantes surgiram, como os provedores de conteúdo e as organizações de padronização e regulação não governamentais, estimulando a inovação setorial ao expandirem as oportunidades e reduzirem as incertezas do setor de internet. A partir dessas mudanças, o processo de desenvolvimento de padrões técnicos também se alterou radicalmente, partindo de um modelo de integração quase vertical para outro, modular e aberto (FUNK, 2009).

Em um cenário dinâmico e complexo como a internet, a importância dos processos institucionais que permitiram a redução das incertezas setoriais não pode ser subestimada. Além das dúvidas naturalmente trazidas pelas múltiplas trajetórias de desenvolvimento tecnológico possíveis *a priori*, a imaturidade do setor acarretava incertezas significativas sobre as taxas de adoção das alternativas disponíveis, sobre a possibilidade – ou não – de “universalização” de cada tecnologia ou, ainda, sobre os riscos e as consequências de *lock-in* em algumas delas. Isso estimulou um processo clássico de “invenção coletiva” (GREENSTEIN, 2010). Mesmo após a adoção massiva da internet pelos usuários, parcela importante das tecnologias utilizadas continua em franco desenvolvimento, cada uma delas com risco razoável de se tornar irrelevante face ao desenvolvimento ou adoção acelerada de alternativas. Por isso, a existência de mecanismos setoriais capazes de estimular a escolha *ex ante* dos padrões de convergência tecnológica, mesmo que apenas enquanto tendência, permitiu o aumento dos investimentos das firmas, especialmente em P&D, devido à redução associada do risco (KAVASSALIS; SOLOMON; BENGHOZI, 1996; ROSENKOPF; TUSHMAN, 1998).

“[Cada vez] mais a tarefa de padronização é realizada em fóruns especiais [não governamentais]. [...] Os fabricantes maiores criam, de certa forma, ‘suas próprias’ organizações de padronização, onde eles desenvolvem e acordam as soluções [técnicas]. O mercado então decidirá quais desses acordos irão se transformar em padrões *de facto*. [...] [A]parentemente

³⁷ Para uma perspectiva global dos resultados do processo de privatização, ver Li e Xu (2004).

³⁸ Enquanto o risco de captura dessas agências pelos interesses de agentes mais poderosos não deve ser descartado, tampouco sua relevância para a execução de políticas públicas e a restrição do poder de mercado pode ser subestimada. Segundo Noan (1994), ambas as perspectivas não são excludentes.

existe uma transição dos padrões *de jure* em favor da criação de padrões *de facto*, por meio de alianças entre os principais atores.” (DALUM; VILLUMSEN, 2003, p. 14)

Historicamente, no setor de telecomunicações padrões definidos *ex ante* foram um recurso estratégico frequente, utilizado para estabelecer o *lock-in* dos usuários em suas redes. Da mesma forma, o setor de informática tradicionalmente se valeu de padrões “proprietários” para limitar a ação de competidores por meio de *lock-in* dos usuários nos produtos dominantes³⁹. Nessa situação, o surgimento de novos mecanismos para definição de padrões, abertos e desenvolvidos *in vivo*, com intensa interação dos usuários, representou uma inovação institucional relevante (GREENSTEIN, 2010). Esses mecanismos institucionais permitiram que a inovação se desenvolvesse, de forma substantiva, durante sua própria difusão, em um processo emergente de “*learning by using*” (SILVERBERG; DOSI; ORSENIGO, 1988). Além disso, o novo ambiente institucional se mostrou propício aos processos do tipo “*creative destruction*” (SCHUMPETER, 1943; CORROCHER, 2001), como ficou evidente durante o processo de desenvolvimento da internet, com o afastamento progressivo das firmas do segmento de acesso do processo de P&D setorial (FUNK, 2009).

A tendência de valorização de redes relacionais amplas para a definição de padrões e normas, apesar da influência das firmas maiores sobre as instâncias desse processo, marcou a introdução de diferenças relevantes sobre o modelo vigente até então, em particular no setor de telecomunicações, antes e depois da maciça privatização deste (GREENSTEIN, 2010). O modelo anterior era baseado na organização hierárquica a partir de organismos oficiais multilaterais, como a ITU (International Telecommunications Union) e seus antecessores, que eram controlados, diretamente, pelas operadoras incumbentes estatais nacionais. A decisão original do governo norte-americano de não interferir diretamente na definição dos padrões da internet abriu espaço para o predomínio de organizações de usuários e fornecedores de equipamentos nessa definição (MOWERY; SIMCOE, 2002). Isso, por um lado, proporcionou grande agilidade no processo de criação, desenvolvimento e seleção dos padrões que viabilizaram o ecossistema da internet. Mas, por outro, proporcio-

³⁹ Exemplos: (i) em telecomunicações: modelo ISO, X.25, sinalização SS7 etc.; (ii) em informática: sistema VM (*mainframes*), padrão x86 (microprocessadores), sistemas DOS e Windows (microcomputadores) etc.

nou substancial capacidade de influência para as firmas norte-americanas, dado o predomínio do desenvolvimento da rede nesse país.

“[O]s aspectos técnicos de padrões abertos de sucesso, como aqueles da Internet Engineering Task Force (IETF), são progressivamente especificados por meio de uma abordagem de tentativa e erro centrada nos usuários. [...] [A]s direções das configurações [dos padrões] operam de modo diferente se o usuário está envolvido desde o princípio, ao contrário das necessidades do usuário serem antecipadas pelo provedor de comunicações. Esse ponto, em particular, dá forte suporte para uma perspectiva evolucionária para os padrões na infraestrutura [de rede].” (KAVASSALIS; SOLOMON; BENGHOZI, 1996, p. 1100-1101)

A complexidade da base de conhecimentos, associada à incerteza associada ao seu desenvolvimento, tornou a tarefa de definição centralizada da trajetória tecnológica, nos moldes clássicos dos setores de telecomunicações e de informática, impossível. A emergência de redes sociais de cooperação entre agentes heterogêneos foi, ao mesmo tempo, impulsionada pelo sucesso da internet e decisiva para ele. Note-se, esse não foi um processo inédito ou exclusivo do setor de internet. Antes dele, cenários de desenvolvimento setorial a partir da atuação importante de agentes privados no processo de padronização já haviam sido produzidos (KINDLEBERGER, 1983; ROSENKOPF; TUSHMAN, 1998). Entretanto, o arranjo institucional do setor de internet foi específico pelo menos em sua intensidade, dadas as condições vigentes para seu estabelecimento.

O predomínio de organizações não governamentais no processo de institucionalização da internet, entretanto, não é um fenômeno absoluto. Pelo contrário, após a fase inicial de desenvolvimento da rede, o interesse dos governos nacionais no tema tem crescido. Em termos globais, uma série de ações no nível da Organização das Nações Unidas (ONU) tem buscado resgatar um modelo de regulação mais próximo das práticas tradicionais da ITU, deslocando progressivamente a influência das organizações não governamentais de origem norte-americana, como o ICANN, especialmente em temas não relacionados à padronização. No Brasil, particularmente, o papel de regulação da internet foi concentrado em uma organização de origem interministerial, o Comitê Gestor da Internet no Brasil, com a participação de membros da sociedade, em particular dos fabricantes de equipamentos e provedores de acesso, indicados pelo governo federal (CARVALHO, 2006).

1.3.3. Dinâmica da base de conhecimento e da tecnologia do SSIP da internet

A trajetória tecnológica do setor de internet teve origem na base de conhecimentos construída inicialmente por instituições de pesquisa de caráter público, majoritariamente constituídas por universidades, durante a busca por soluções para o transporte de dados (CERF et al. 2000). Conforme a tecnologia da internet se desenvolveu e amadureceu, a principal fonte para a acumulação de conhecimento passou a ser os departamentos de P&D das firmas do setor, que buscavam estabelecer novos serviços de rede, mais eficientes e confiáveis, nos quais seus serviços, equipamentos e sistemas pudessem ser empregados. Essas firmas frequentemente trouxeram capacidades desenvolvidas em seus setores de origem, além de viabilizarem a internalização do *feedback* dos clientes e fornecedores no processo de desenvolvimento tecnológico da internet (CORROCHER, 2001). As inovações, nessa segunda fase, não se materializavam mais apenas no plano técnico, mas agora também no desenho de novas formas de viabilizar, promover e comercializar os novos serviços. Por fim, conforme a tecnologia dos equipamentos e a qualidade dos serviços de transporte amadureceram, as competências específicas de agregação de informações e aplicações, conteúdos e serviços, se transformaram na fronteira mais dinâmica de expansão da base de conhecimentos do setor.

Como já mencionado, o ponto de partida da internet se confunde com a confluência histórica entre os setores de informática e de telecomunicações. Ao longo de mais de 100 anos, até os anos 1980, o desenvolvimento tecnológico do setor de telecomunicações ocorreu sem maiores sobressaltos. A partir do alto grau de cumulatividade e apropriabilidade da sua base de conhecimento, o desenvolvimento do setor se caracterizou pela sequência de inovações incrementais, ao longo de uma mesma trajetória tecnológica⁴⁰ (MALLERBA; NELSON, 2011). Mesmo a inovação mais “radical” do período, a digitalização dos sistemas de telefonia, não foi suficientemente “perturbadora” para provocar alterações relevantes⁴¹ na estrutura – monopolista – do setor (CORROCHER, 2001). Além disso, o

⁴⁰ Utilizamos o sentido proposto por Dosi (1982) para os termos “trajetória tecnológica”, “paradigma tecnológico” etc., como será aprofundado no próximo capítulo.

⁴¹ Pelo contrário, a digitalização representou, antes, um passo importante na consolidação de economias de escala e escopo das firmas dominantes, no sentido sugerido por Chandler (1990), reforçando sua posição (DAVIES, 1996).

ritmo de avanço das trajetórias tecnológicas nas telecomunicações era, usualmente, definido pelos monopólios estatais, inclusive por meio de agências oficiais – nacionais e internacionais – estabelecidas para essa finalidade, especialmente no pós-guerra. No sentido dado por Pavitt (1986), o setor de telecomunicações se caracterizava pelo processo de “*creative accumulation*”.

Antes da internet, portanto, a organização do setor de telecomunicações era bastante simples. Existia alta previsibilidade tecnológica e, portanto, baixo risco. A principal decisão da operadora era sobre quando investir e não com qual tecnologia. Para os fornecedores de tecnologia, o setor também fornecia muita estabilidade, por meio de contratos de longo prazo e diretrizes claras para o desenvolvimento de seus produtos (DALUM; VILLUMSEN, 2003). Entretanto, o sistema de inovação do setor de telecomunicações, baseado em padrões acordados *ex ante* por meio de agências governamentais, não conseguiu identificar adequadamente o potencial revolucionário de microprocessadores baratos e poderosos nos equipamentos dos usuários.

A dinâmica distinta das bases de conhecimento entre os setores de informática e telecomunicações, desde sua origem, deu lugar a trajetórias que puderam se manter relativamente separadas, pelo menos até os anos 1990. Por isso, um dos processos cruciais na formação da base de conhecimento do setor de internet foi a gradual convergência⁴² entre essas, e outras, trajetórias tecnológicas. Em primeiro lugar, a convergência das tecnologias de informação e comunicação. Em seguida, dessas com as tecnologias audiovisuais e de radiodifusão, tornando possível a “revolução” multimídia na internet (CORROCHER, 2001).

O desenvolvimento das redes de comutação de pacotes IP, controladas pelos equipamentos fora das redes das operadoras, representou uma alteração radical do paradigma do setor de telecomunicações. A partir de uma dinâmica de aprendizado distinta, a internet desde o seu princípio privilegiou a abordagem, mais usual no setor de informática, de experimentos constantes e estabelecimento gradual – e evolucionário – de padrões, a partir do sucesso na adoção por seus usuários. Mas, diferentemente do setor de informática, os

⁴² Deve ser diferenciada a convergência de tecnologias, tratada aqui, da convergência de serviços ou de dispositivos, que podem ter impactos muito diversos da primeira (TENNENHOUSE et al., 1996).

padrões da internet que disputavam o processo de seleção pelo mercado não eram proprietários. A partir de influências, desde sua origem, da área acadêmica e do patrocínio do governo americano, os padrões da internet eram – e continuam sendo – essencialmente abertos. Nenhuma firma ou organização em particular detém direitos sobre as tecnologias relevantes da internet ou conta com poder formal para escolher ou bloquear um caminho específico para o desenvolvimento tecnológico do setor.

“Em um ambiente muito instável, a criação de uma rede de relacionamentos fortes com outras organizações, firmas ou não, ajuda as firmas a adquirirem competências chave e a atingirem um alto nível de competitividade. Quanto mais o conhecimento é tácito e específico de cada firma, menos os mecanismos de mercado são adequados para um intercâmbio eficiente de conhecimento entre as companhias.” (CORROCHER, 2001, p. 14)

Uma das principais consequências dos processos descritos, de estabelecimento de um novo arranjo institucional e de desenvolvimento de uma base de conhecimentos nova e complexa, foi a gradual atração de novos atores para o setor de internet, além dos participantes “naturais” provenientes dos setores de telecomunicações e informática. Mesmo em mercados historicamente dominados pelas operadoras incumbentes de telecomunicações ou pelos “campeões nacionais” fabricantes de equipamentos, entrantes como provedores de acesso ou de conteúdo e fornecedores de dispositivos para a internet puderam aproveitar o potencial proporcionado pelas mudanças para competir com sucesso, pelo menos parcialmente. Ao mesmo tempo, o acirramento da competição acelerou a difusão das novas tecnologias e atraiu um número crescente de usuários.

Tabela 1 – Comparação entre características setoriais.

	Telecomunicações	Informática	Internet
Paradigma competitivo	Mandato governamental	Competição pela base instalada	Cooperação para interoperabilidade
Organização do mercado	Monopólio natural ou oligopólio regulados Integração vertical	Mercados fragmentados com <i>players</i> dominantes Cadeias complexas com dominância	Mercados emergentes fragmentados com estrutura dinâmica Integração horizontal
Orientação estratégica	Economias de escala	Inovação e <i>lock-in</i>	Inovação e redução de custos

Paradigma de padronização	Padrões fechados Negociação em organizações governamentais <i>Top-down</i>	Padrões proprietários Interfaces abertas	Padrões abertos Colaboração em organizações não governamentais <i>Bottom-up</i>
Organismos de padronização	ITU, agências governamentais regionais e nacionais	Mercado	IETF
Estratégias de padronização	Interconectividade entre redes Interoperabilidade limitada	Compatibilidade entre equipamentos e sistemas	Interoperabilidade entre equipamentos, sistemas e redes
Perfil tecnológico	Comutação de circuitos Centrais de comutação grandes e complexas Rede integrada “inteligente”	Sistemas complexos de <i>hardware</i> e <i>software</i>	Comutação de pacotes Sistemas minimalistas de <i>hardware</i> e <i>software</i> Rede modular de terminais “inteligentes”
Arquitetura das redes	Controle centralizado Qualidade de serviço garantida Baseada em <i>software</i>		Controle distribuído Qualidade <i>best effort</i> e congestionamentos Baseada em <i>hardware</i>

FONTE: elaboração do autor.

A Tabela 1 resume as principais características apresentadas nesta seção sobre o setor de internet, caracterizando as semelhanças e as diferenças com os dois principais setores que deram origem a ele ao longo dos anos 1990, no auge do período de transição.

1.4. Estrutura setorial e dinâmica competitiva no segmento de acesso

O sistema setorial de inovação e produção da internet é complexo, como visto. Verifica-se ainda significativa heterogeneidade entre os SSIP nacionais, originária das condições econômicas, políticas e sociais existentes em cada país (CORROCHER, 2001). Sutilezas nas trajetórias históricas domésticas foram sendo amplificadas com o passar do tempo e frequentemente se tornaram determinantes da trajetória percorrida (*path dependence*). Diferenças entre taxas de penetração dos serviços de acesso à internet, preços médios, aplicações mais populares etc. são algumas das dimensões que podem desencadear esse processo. São também importantes, na determinação das trajetórias nacionais, a especificidade da estrutura industrial e o papel das instituições domésticas (BRESCHI; MALERBA, 1997).

Nesse cenário, tornar-se-ia demasiado oneroso, para o escopo da dissertação, aprofundar a análise empírica em nível global. Por isso, no que segue, a análise se concentrará sobre o setor de internet no Brasil, sem desconsiderar a importância de fatores internacionais sobre seus desdobramentos, em particular na dinâmica do segmento de acesso.

A seleção do foco analítico no mercado de acesso à internet não é fortuita. Como esperamos demonstrar, de modo distinto dos demais segmentos setoriais – equipamentos/sistemas e conteúdo – esse segmento específico apresenta algumas características discrepantes com as interpretações econômicas usuais. Ao invés da competição vibrante e dinâmica, típica da elevada oportunidade tecnológica e da baixa apropriabilidade das inovações (PAVITT, 1984), a evidência empírica parece apontar mais na direção de certa estabilidade competitiva e dominância de poucas firmas grandes. A hipótese central aqui é que, devido ao modo particular como as instituições locais do segmento de acesso se organizaram, o processo de competição schumpeteriana clássico (SCHUMPETER, 1912) não pôde se estabelecer completamente.

A discussão a seguir será desdobrada em duas etapas. Na primeira será situado o contexto do mercado brasileiro de acesso à internet, com atenção sobre as principais características da demanda e da tecnologia. Na segunda será analisada a organização do mercado de acesso, pela perspectiva da oferta. Em ambas as etapas, a ênfase será na identificação dos principais fatos estilizados setoriais. Não serão aprofundadas, no nível nacional, as questões sobre a natureza da base de conhecimento e do processo de inovação, além do já explorado na seção anterior, dada a premissa de que, sobre esses aspectos, não existem diferenças substantivas entre as esferas nacional e global.

1.4.1. Contexto do segmento de acesso no Brasil

A internet tem se desenvolvido rapidamente no Brasil desde 1995, de forma similar à maioria dos países de renda média. Os serviços de acesso à internet estão disponíveis em 95% dos municípios, atendendo a 65 milhões de pessoas – ou 34% da população –

em 2010, sendo que 27% dos domicílios⁴³ brasileiros dispunham de acesso nesse ano (CE-TIC.BR, 2011a; IBGE; 2011).

A Figura 2 apresenta o rápido crescimento no número de conexões à rede mundial no Brasil nos últimos 15 anos. A principal razão para esse crescimento acelerado é a inclusão dos diversos serviços oferecidos pela internet às rotinas quotidianas de indivíduos e organizações. A internet tem se transformado em recurso indispensável para um número crescente dos usuários brasileiros (COSTA; BIANCHINI, 2008).

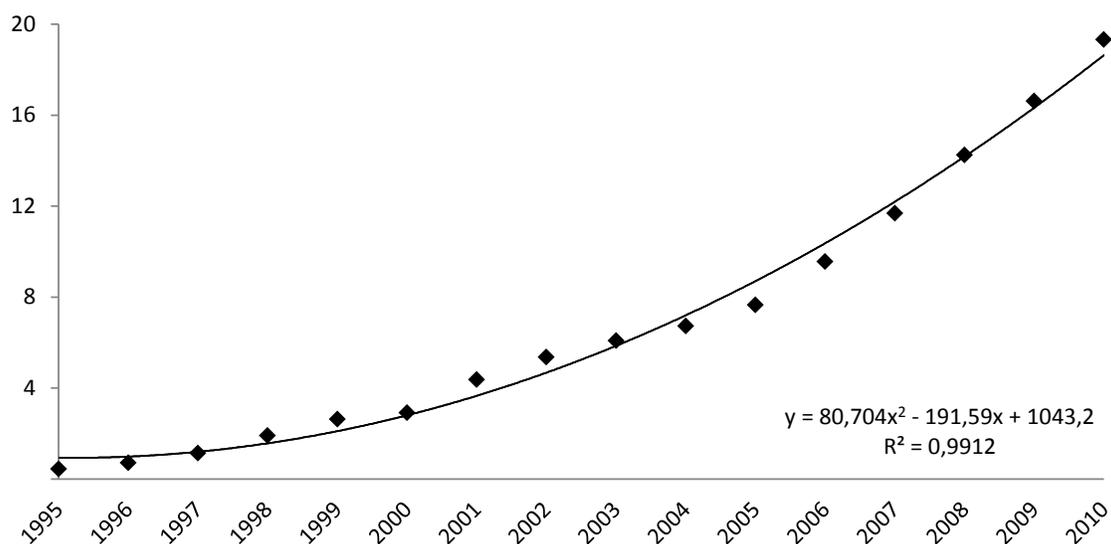


Figura 2 – Evolução anual do número de conexões à internet no Brasil.

(em milhões de acessos em domicílios e empresas, a linha representa a curva quadrática de tendência, ajustada aos pontos por mínimos quadrados.)

FONTE: CETIC.BR (2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011a); IBGE (2007, 2009, 2011); ITU (2011); SEPIN (2000); elaboração do autor.

O avanço do número de conexões é limitado, entretanto, pelo parque instalado de dispositivos que utilizam a internet. Isso fica claro na Figura 3. A grande maioria dos domicílios e empresas que contavam com computadores em 2010 já dispunha de conexão à internet. A partir daí, o crescimento do número de conexões passa a acontecer em conjunto

⁴³ O acesso domiciliar é apenas uma das formas de acesso à internet, em geral a mais importante. Para o escopo da análise que se segue, será considerado como “serviço de acesso” tão somente a conexão individual (de pessoa, domicílio ou empresa). Não será considerado o potencial proporcionado pela utilização compartilhada do serviço de acesso (dentro dos domicílios e empresas, em *lan houses*, escolas etc.), ou seja, o número potencial de pessoas que podem acessar a internet é sempre superior ao número de conexões instaladas.

com a base instalada de equipamentos de acesso, apesar da popularização da tecnologia de acesso sem fio móvel estar abrindo uma nova fronteira de equipamentos que podem se conectar à rede. Além dos *smartphones* – telefones que permitem o acesso à internet – uma nova geração de produtos, de eletrodomésticos até máquinas industriais, está surgindo já preparada para utilizar a internet em diversas situações, desde o comércio eletrônico até a manutenção à distância, independentemente do comando das pessoas.

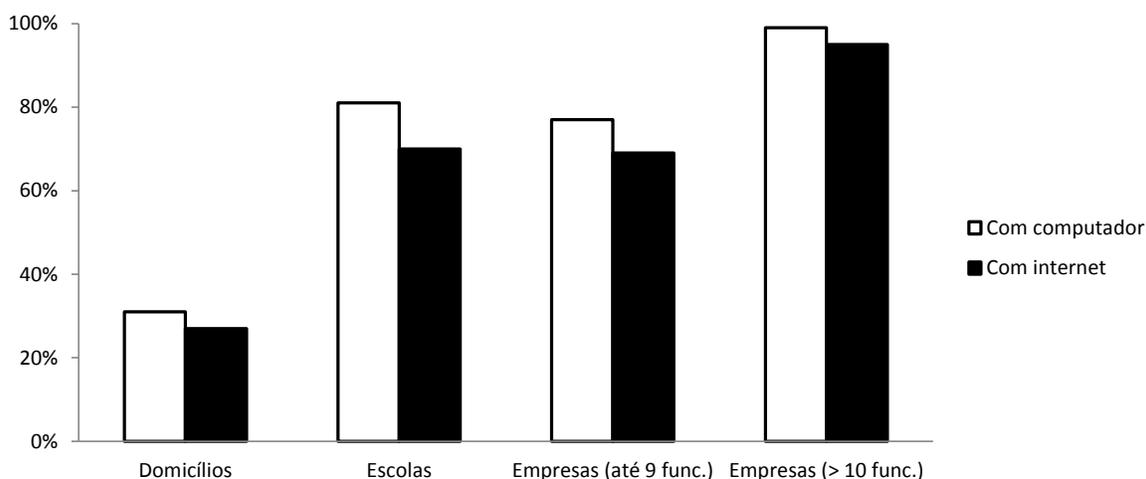


Figura 3 – Unidades com computador ou conexão à internet.

(porcentual sobre o total de unidades por tipo, outubro de 2010)

FONTE: CETIC.BR (2011b); elaboração do autor.

Além da crescente demanda por novos usos da internet, o acesso residencial tradicional ainda apresenta grande potencial de crescimento no Brasil. Como indica a Figura 4, mais de 70% dos domicílios contam com orçamento disponível⁴⁴ para gastos com acesso à internet, enquanto apenas 27% deles estão efetivamente conectados (CETIC.BR, 2011a; IBGE; 2011). Isso permite considerar um incremento potencial da demanda, dessa modalidade apenas, em pelo menos pelo menos mais 26 milhões de domicílios. Esse crescimento depende, entretanto, da significativa redução do preço dos serviços, uma vez que o orçamento disponível, para os domicílios localizados na base dessa demanda, é de apenas R\$10,00 por mês, enquanto o preço mínimo praticado em 2010 era de cerca de

⁴⁴ A forma mais comum de pagamento pelo uso dos serviços de acesso à internet é a cobrança de uma mensalidade fixa, insensível à utilização do serviço. Entretanto, com a introdução da banda larga móvel, a cobrança por volume de tráfego ou tempo de conexão à rede está se tornando mais popular.

R\$30,00/mês (CETIC.BR, 2011a). Todavia, o patamar de preços necessário para inclusão desses domicílios já foi atingido para um serviço similar, a telefonia móvel⁴⁵, que inclusive compartilha a rede com o serviço de acesso de banda larga móvel.

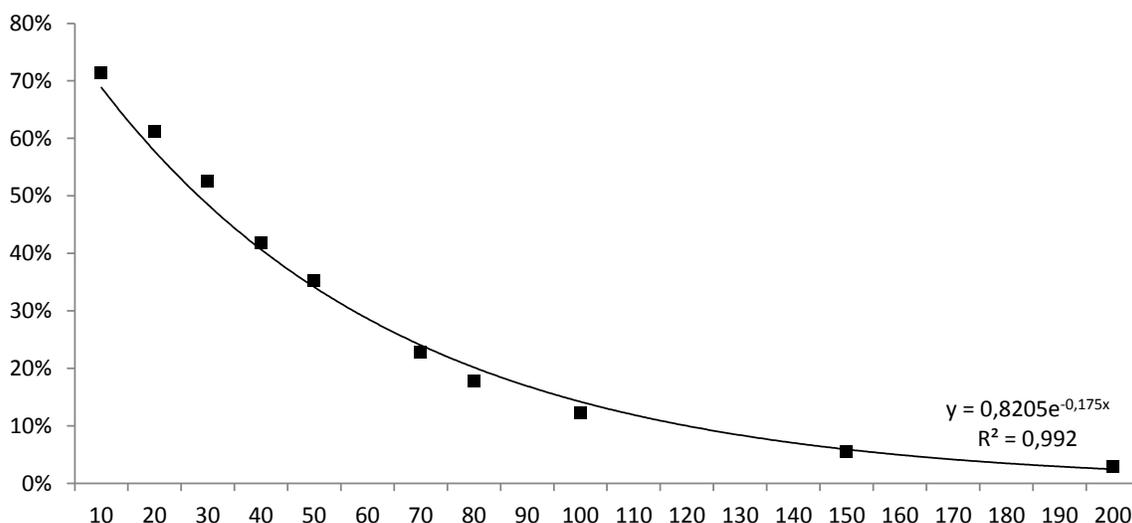


Figura 4 – Distribuição acumulada do orçamento mensal dos usuários.

(distribuição acumulada média do orçamento mensal real dos usuários residenciais em Reais para o serviço de acesso, em porcentual do total de domicílios e Reais, base outubro de 2010, a linha representa a curva exponencial de tendência, ajustada aos pontos por mínimos quadrados)

FONTE: CETIC.BR (2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011a); IBGE (2011); elaboração do autor.

Essa dinâmica de crescimento, com múltiplos vetores, pode prover demanda para assegurar um aumento contínuo do número de conexões à internet, aparentemente, por longo período. A partir da pesquisa anual sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil, produzida pelo Centro de Estudos sobre as TIC do CGI.br (CETIC.BR, 2011a), estima-se que, nas condições atuais, existiria um potencial para pelo menos 125 milhões de conexões à internet. Isso representaria um crescimento de mais de 500% sobre a base existente, de pouco menos de 20 milhões de conexões em 2010 (CETIC.BR, 2011a, IBGE, 2011). Quando se compara essa expectativa com a trajetória de um

⁴⁵ Conforme relatórios financeiros das operadoras de telefonia móvel (Vivo, Claro, TIM e Oi).

serviço correlato, conclui-se que ela é em princípio viável: 500% de crescimento significaria atingir pouco mais de 60% da penetração⁴⁶ que a telefonia móvel dispunha em 2010⁴⁷.

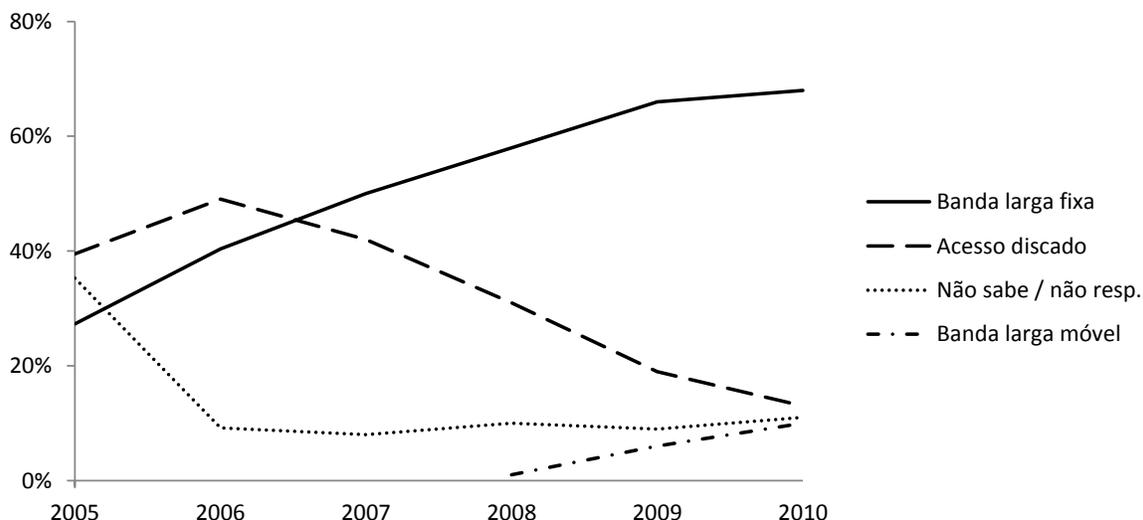


Figura 5 – Evolução do tipo de conexão para acesso à internet. (participação por tipo de conexão nos domicílios da área urbana sobre domicílios com acesso)
 FONTE: CETIC.BR (2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011a); elaboração do autor.

A tecnologia predominante de acesso à internet no Brasil é a banda larga fixa. Todavia, desde o início da oferta de serviços com a tecnologia UMTS/3G, o número de acessos de banda larga móvel é o que cresce mais rapidamente. A quantidade de acessos discados, tecnologia mais antiga, segue em redução constante desde meados da década de 2000, dado o caráter estrito de substituição entre banda estreita e banda larga, com evidentes vantagens para a segunda. Já entre banda larga fixa e móvel existe uma relação híbrida: enquanto são substitutas em algumas situações, são complementares em outras⁴⁸ (LEHR; CAPIN, 2010). A Figura 5 apresenta as tendências de crescimento de cada alternativa, de

⁴⁶ O termo “penetração” diz respeito à proporção da população com acesso ao serviço. Em geral é calculada como percentual da população, mas em alguns casos pode se referir à proporção de domicílios ou organizações que dispõem de acesso para uso de seus membros.

⁴⁷ Segundo a ANATEL (2011e), existiam pouco mais de 200 milhões de conexões de telefonia móvel.

⁴⁸ O caráter de substituição advém do fato de ambas serem plataformas de transporte de protocolo IP multi-serviços e de alta capacidade. A complementaridade é proveniente da maior confiabilidade da plataforma fixa, em comparação à maior mobilidade associada com escassez de radioespectro (restrição de banda) da plataforma móvel (LEHR; CAPIN, 2010).

resto semelhantes às do resto do mundo, apesar da crescente defasagem na introdução das novas tecnologias no mercado brasileiro, conforme já citado na seção 1.2.

Uma questão institucional chave, em particular no caso do acesso banda larga fixo, costuma ser o regime de *unbundling*, ou seja, a obrigação – ou não – e as condições impostas às operadoras incumbentes para compartilharem sua infraestrutura física com as operadoras entrantes (CAMBINI; RONDI, 2012). A evidência empírica internacional indica que a existência de um regime eficaz de *unbundling* representa um importante estímulo para a aceleração da penetração da banda larga (DISTASO; LUPI, MANENTI, 2006). Na prática, entretanto, um regime de *unbundling* atrativo para as entrantes não foi viabilizado pela ANATEL no Brasil, o que se depreende da virtual inexistência desse tipo de competição (intraplataforma). Portanto, a discussão que se segue trata exclusivamente da competição interplataformas, na qual as entrantes são obrigadas a construir suas próprias redes físicas.

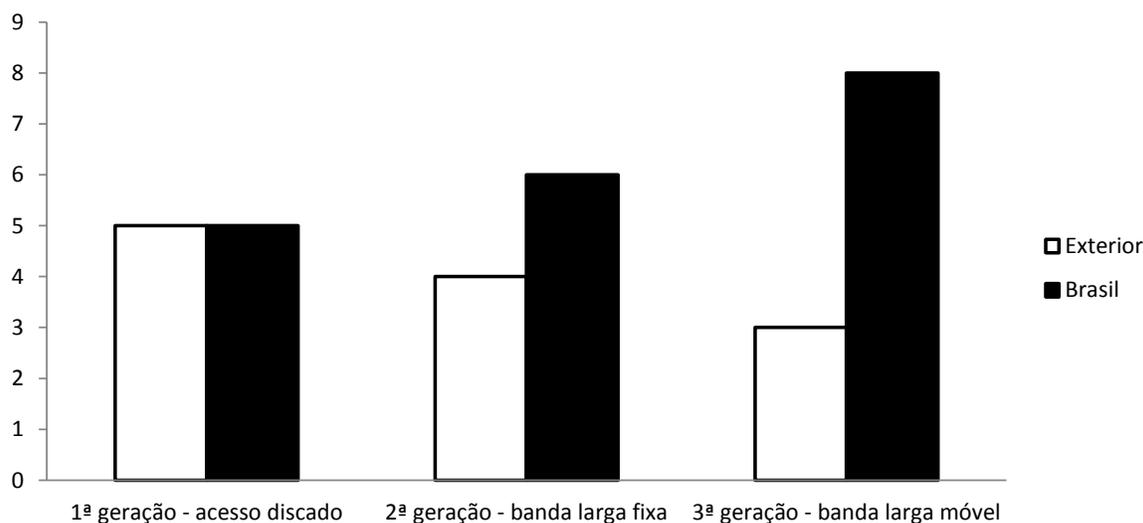


Figura 6 – Ciclos de difusão de novas tecnologias no exterior e no Brasil.

(período, em anos, entre a introdução da tecnologia de acesso e o início de sua massificação nos países avançados e no Brasil)

FONTE: FCC, 2004; POSSI, 2006; GUIZZO, 2007; ZAKON, 2010; TELEBRASIL, 2011; elaboração do autor.

A característica peculiar do perfil dos ciclos de difusão das tecnologias de conectividade no Brasil é apresentada na Figura 6. De acordo com os registros históricos, a

difusão das novas tecnologias de acesso à internet se verificou de modo cada vez mais acelerado nos países avançados. Cada uma das três principais gerações tecnológicas levou, sucessivamente, menos tempo para se tornar disponível para uma parcela relevante do universo de usuários. Entretanto, no Brasil, se verificou o fenômeno inverso. Enquanto a primeira geração – o acesso discado – foi disponibilizada, de forma ampla, praticamente ao mesmo tempo aqui e no exterior, a segunda geração – a banda larga fixa – chegou com 2 anos de atraso e a terceira – a banda larga móvel – com cinco anos de retardo (FCC, 2004; POSSI, 2006; GUIZZO, 2007; ZAKON, 2010; TELEBRASIL, 2011). Resta, portanto, analisar os motivos e as consequências do gradual aumento dos ciclos de difusão tecnológica, bem como avaliar sua potencial relação com a dinâmica setorial no Brasil.

Uma das características da 1ª geração da tecnologia de acesso à internet era o seu custo de implantação, relativamente baixo, e a possibilidade de ampla competição, a partir do compartilhamento da rede pública de telefonia existente (SIQUEIRA, 1997; NEWMAN, 1999). Isso possibilitou o surgimento de um grande número de provedores de acesso, no Brasil e no exterior, durante os primeiros anos da internet como produto de massa. A entrada de grandes firmas provenientes da na área de mídia (Grupos Folha, Abril e RBS), a partir de 1996, potencializou o rápido crescimento desse mercado. Esse crescimento se deu, aparentemente, sem a participação relevante das empresas estatais de telecomunicações que compunham o sistema TELEBRÁS ou de suas sucedâneas, resultantes do processo de privatização em 1998 (SIQUEIRA, 2000).

Apesar da deficiência das informações quantitativas disponíveis sobre esse período, a evidência empírica é de que o nível de competitividade do mercado de acesso era mais elevado – e a concentração muito mais reduzida – do que no período subsequente. A Figura 7 apresenta essa situação para o ano de 1998. Entretanto, essa evidência necessita ser mais bem qualificada.

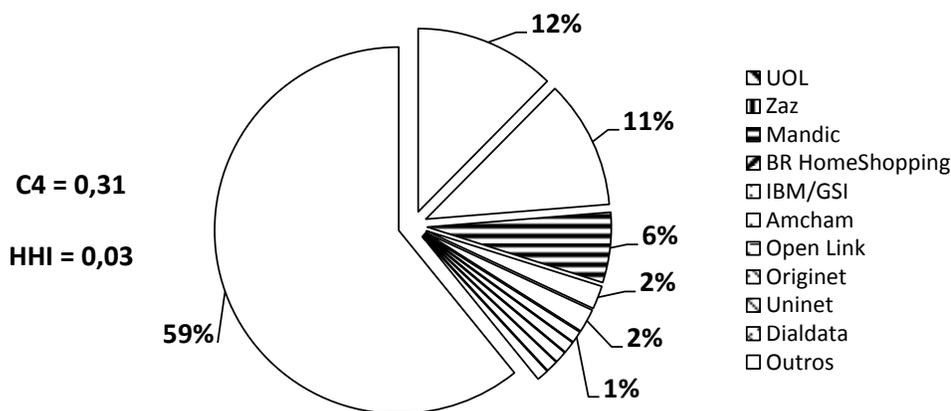


Figura 7 – *Market share* dos provedores de acesso à internet em 1998.

FONTE: Yankee Group, 1998; elaboração do autor.

Até a privatização do sistema TELEBRÁS, em 1998, os serviços de telecomunicações eram quase que exclusivamente oferecidos pelas empresas estatais federais que compunham o sistema⁴⁹. Nele, a Embratel provia os serviços internacionais e interestaduais e um conjunto de 27 empresas estaduais ofereciam os serviços locais. Ainda no período pré-privatização, o Ministério das Comunicações autorizou a operação privada dos provedores de acesso à internet (Portaria nº 148 de 31/05/1995) e restringiu a atuação direta do sistema TELEBRÁS nesse mercado, já temendo a extensão do domínio das empresas estatais para o novo mercado (MINICOM, 1996).

Durante a privatização, a Telecomunicações Brasileiras S. A. (TELEBRÁS) foi reorganizada e consolidada em apenas quatro empresas de serviços fixos: as próprias Empresa Brasileira de Telecomunicações (EMBRATEL) e Telecomunicações de São Paulo (TELESP) (concessionária do estado de São Paulo, futura Telefônica) mais a Tele Norte Leste (conjunto de concessionárias na região norte e leste do país, futuramente Telemar/Oi) e a Tele Centro Sul (concessionárias da região centro oeste e sul, que seria incorporada à Telemar/Oi em 2008) (MINICOM, 1996). Além de mais 10 empresas de serviços móveis, separadas das empresas fixas, simultaneamente com a venda de 10 novas licenças para esses serviços. Em curto espaço de tempo, após a privatização, essas 20 empresas foram con-

⁴⁹ Além das empresas do sistema Telebrás, controlado pelo governo federal, existiam ainda 3 pequenas operadoras controladas por governos municipais e uma única operadora privada, na região sul do estado de Minas Gerais.

solidadas em quatro grandes grupos (Vivo, Claro, Oi e TIM), três deles integrados às incumbentes de telefonia fixa (TELECO, 2011).

Imediatamente após a privatização, as incumbentes de telefonia fixa iniciaram o processo de entrada no segmento de internet, a despeito da manutenção da Portaria nº 148. Dadas as limitadas alternativas tecnológicas disponíveis à época, as incumbentes móveis não se envolveram no processo nesse momento.

“Embora reconhecendo que agora tinham que competir com novos membros no ‘clube’, em mercados de serviços diferentes, as antigas operadoras esperavam explorar suas posições historicamente dominantes para capturar uma grande participação no mercado [de acesso à internet] e assim obterem posições importantes dentro desse clube restrito.” (KAVASSALIS; SOLOMON; BENGHOZI, 1996, p. 1118-1119)

Apesar de não participarem diretamente da oferta dos serviços de acesso à internet, no primeiro momento, as operadoras de telecomunicações fixas já forneciam a maior parcela da infraestrutura envolvida. Tanto a rede de acesso telefônico como o *backbone*⁵⁰ da internet nacional já pertenciam a essas empresas. Por isso, na prática, a maior parte do valor adicionado pelo serviço de acesso sempre foi capturado por elas, seja na forma de cobrança dos usuários pelas chamadas telefônicas – os “pulsos” – para conexão com os provedores ou de pagamento pelos provedores de acesso do transporte de dados dos usuários para a rede mundial.

Essa lógica, que obscurecia as fronteiras entre o provedor de acesso e as operadoras de telecomunicações, ficou ainda mais evidente em 2000, com o lançamento dos provedores “gratuitos”, nos quais o usuário não pagava mais o provedor de acesso. A partir dos valores dos pulsos pagos pelos usuários, as operadoras de telefonia incumbentes passaram a remunerar diretamente os provedores de acesso, repassando uma parcela de suas receitas⁵¹. O novo modelo rapidamente tornou-se muito popular e permitiu, na prática, que as operadoras de telecomunicações assumissem o controle do mercado de acesso à internet, pois podiam “escolher” os provedores que ofereciam o serviço “gratuito” por meio de suas redes

⁵⁰ *Backbone* é a infraestrutura de transporte de informação que compõe a parcela de nível hierárquico mais elevado da internet, representando redes de elevada capacidade de transmissão de dados e grande cobertura geográfica, que interconectam as redes menores e permitem a integração do sistema, de forma transparente para os usuários.

⁵¹ Esse modelo, de “taxa de interconexão invertida”, surgiu inicialmente na Inglaterra (CORROCHER, 2001).

telefônicas⁵². Como seria de se esperar, os provedores associados às operadoras rapidamente dominaram o mercado.

Foi a partir da consolidação do mercado de acesso discado, em 2002, que a banda larga começou a ser oferecida em larga escala no Brasil (TELEBRASIL, 2011). Nesse momento, o domínio das incumbentes originárias do sistema TELEBRÁS já era evidente, tanto na tecnologia tradicional – o acesso discado – como, especialmente, na nova tecnologia – a banda larga fixa. A restrição da competição na tecnologia tradicional, a partir de 2000, aparentemente reduziu a possibilidade de que algum provedor de acesso “independente” dispusesse de condições, ou estímulo, para oferecer alguma plataforma de acesso banda larga em escala significativa antes das incumbentes. A maioria dos provedores grandes havia sido adquirida pelas operadoras de telefonia e os demais, ou tinham sido enfraquecidos pela competição com os provedores “gratuitos” das operadoras ou dependiam de repasses financeiros destas para sobreviver, ou então simplesmente desapareceram.

Sem a ameaça de concorrentes capazes de antecipar a introdução dos serviços de banda larga, as incumbentes de telefonia puderam aguardar a conclusão da modernização de suas redes para, só então, oferecerem massivamente serviços de banda larga, utilizando a tecnologia mais conveniente⁵³ (ADSL) (TELEBRASIL, 2011). Foi também apenas nesse período, e especialmente após sua aquisição pela EMBRATEL em 2004, que a maior operadora de televisão a cabo (Net) começou a oferecer acesso em banda larga de forma relevante, com tecnologia apropriada para sua rede (DOCSIS) (ibid.; TELECO, 2011).

O processo de introdução da banda larga móvel aconteceu de forma ainda mais defasada. O fator determinante do atraso, nesse caso, foi a demora da ANATEL em oferecer o espectro de radiofrequência necessário para a implantação da tecnologia UMTS/3G (em 1,9 e 2,1 GHz). Apesar da maioria dos países avançados ter realizado as licitações para

⁵² As três operadoras de telefonia local, a partir de 2000, selecionaram inicialmente apenas um provedor “gratuito” para operação em sua rede, o iG. A partir da aquisição do iG pela Telemar, em março de 2001, a extinta Brasil Telecom adquire seu próprio provedor gratuito, o iBest, seguida pela Telefônica, que inaugura o iTelefônica.

⁵³ A tecnologia ADSL requer níveis mais elevados de qualidade da rede de cabos metálicos do que aqueles originalmente adotados para telefonia. Dentre os compromissos assumidos pelas empresas durante a privatização estavam a requalificação e a digitalização de praticamente toda a rede legada do período estatal, até o final de 2001. Na prática, apenas após esse processo a banda larga fixa poderia ser oferecida pelas redes de telefonia em larga escala e com baixo custo.

a cessão do espectro necessário ainda no final dos anos 1990 (FUNK, 2009), no Brasil esse processo aconteceu apenas no final de 2007 (TELECO, 2011). Isso permitiu o lançamento comercial do serviço de banda larga móvel, pelas quatro operadoras incumbentes de telefonia móvel, apenas ao longo de 2008. Uma dessas operadoras (Claro) tentou lançar os serviços de banda larga móvel ainda em 2007, utilizando radioespectro ocioso, mas foi proibida pela ANATEL, a partir da reclamação das competidoras (ibid.). Foi apenas a partir daí que as operadoras incumbentes passaram a apoiar publicamente a licitação pela ANATEL do espectro para UMTS/3G, quando 190 redes UMTS/3G já operavam em 45 países (GSMA, 2011).

“Uma vez que espectro adicional era um pré-requisito para a migração para a tecnologia de última geração, a decisão do governo para alocar espectro foi performativa na geração de forças para a mudança através da criação de um mercado mais amplo de comunicações móveis. [...] Além disso, o caráter ‘pontual’ do processo de alocação de espectro criou uma mentalidade ‘agora ou nunca’ – as licenças tinham que ser obtidas na ‘estreita janela de tempo’ disponível ou então não haveria uma segunda chance de obter uma licença de 3G. Isto criou o dilema do prisioneiro para os operadores históricos, já que a 3G parecia a única rota para salvaguardar sua base instalada de clientes.” (ANSARI; GARUD, 2009, p. 389)

Um dos aspectos do atraso da introdução da nova tecnologia de rede móvel, favorável para as operadoras móveis incumbentes, foi a possibilidade de depreciação da tecnologia de rede anterior (GSM), que havia sido instalada a partir de 2001, durante um período mais longo. Caso a introdução da tecnologia UMTS/3G no Brasil tivesse se dado simultaneamente à dos países avançados, a partir de 2002-04, provavelmente as empresas incumbentes teriam arcado com custos adicionais substanciais. Isso considerando a necessidade de depreciação acelerada das redes móveis de segunda geração, caso novas licenças fossem disponibilizadas para operadoras entrantes, que disporiam da tecnologia de banda larga móvel mais atualizada. Nesse cenário, as incumbentes possivelmente se veriam obrigadas a substituir rapidamente as redes antigas, para manterem sua competitividade.

Mas o cenário de entrada de novos competidores na banda larga móvel foi bloqueado pelo processo regulatório estabelecido pela ANATEL. Em paralelo com o atraso da difusão das novas tecnologias nas redes das operadoras móveis incumbentes, a ANATEL concedeu apenas uma nova licença de rede móvel durante toda a década de 2000 (TELE-

CO, 2011), o que também reduziu a pressão competitiva para a introdução de novas tecnologias no período. O bloqueio foi reforçado, ainda, pela paralisação do processo para licenças para uma tecnologia de banda larga móvel alternativa ao UMTS/3G, o WIMAX (utilizando espectro em 3,5 GHz ou 10,5 GHz). O processo de outorga de novas licenças permanece retido desde 2006, devido aos processos judiciais movidos pelos incumbentes e à pressão do Ministério das Comunicações para sua suspensão (COMPUTERWORLD, 2006, 2011; TELETIME, 2006).

“Em termos tipicamente schumpeterianos, o processo de introdução de inovações tecnológicas radicais no sistema induz um conflito político e social entre os interesses dos monopolistas estabelecidos, que tentam usar seu poder institucional para influenciar o padrão das mudanças tecnológicas em seu favor, e os de uma nova esfera de inovadores, que buscam expor o sistema à concorrência (SCHUMPETER, 1943, p. 87). A concorrência de novas tecnologias ameaça minar o poder das práticas monopolistas tradicionais que visam defender posições estabelecidas, protegendo o capital fixo, ao retardar a introdução de novas tecnologias, e definindo os preços para maximizar os lucros de curto prazo.” (DAVIES, 1996, p. 1172)

A inexistência de radioespectro disponível para os entrantes é um dos fatores críticos de restrição da competição no segmento de acesso. Redes fixas, que não requerem licenças de radioespectro, têm custos iniciais muito elevados, aumentando o risco e desestimulando a entrada de novas operadoras. Redes sem fio, inclusive as móveis, tem custos fixos iniciais muito menores e, por isso, costumam ser a opção tecnológica preferencial dos entrantes, ao permitirem o crescimento orgânico com risco relativamente reduzido (LEHR; CHAPIN, 2010). Nesse cenário, tudo indica que a restrição institucional sobre quais firmas têm ou não acesso a um ativo complementar crucial – o radioespectro – foi decisiva para a conformação da estrutura competitiva do mercado de acesso à internet no Brasil durante a primeira década dos anos 2000.

Entretanto, como sugerem Ansari e Garud (2008), deve-se ressaltar que o processo de introdução do UMTS/3G encontrou outros percalços em sua “trajetória natural”, além da questão da disponibilidade de radioespectro. Outros desalinhamentos setoriais, não antecipados pelos agentes que participavam do processo, sustentam essa conclusão: (i) restrições de financiamento das operadoras, devido à então recente crise das empresas “.com” e ao elevado custo das redes; (ii) demanda restrita dos usuários, associada com a demora na

difusão de dispositivos e serviços populares para o desfrute da internet com mobilidade; (iii) oposição de analistas financeiros, acionistas e ambientalistas, preocupados com os riscos (tecnológicos, financeiros e para a saúde) associados à nova tecnologia; e (iv) evoluções incrementais da tecnologia antiga (2G), que ofereceu sobrevida às redes legadas, incorporando a elas alguns dos benefícios planejados para as redes 3G (ibid.). Bohlin, Gruber e Koutroupis (2010) encontraram relevante evidência empírica desse último fenômeno em um estudo envolvendo 177 países. Portanto, além da escassez do radioespectro, provavelmente os interesses específicos das operadoras incumbentes brasileiras encontraram suporte no desinteresse inicial dos usuários, o que permitiu justificar apropriadamente o substancial atraso da implantação da nova tecnologia.

1.4.2. Organização do mercado de acesso à internet no Brasil no período recente

A infraestrutura da internet no Brasil está concentrada em quatro *backbones* principais. Três deles pertencem às operadoras de telecomunicações incumbentes – EMBRATEL, Oi e Telefônica – originárias da privatização do sistema TELEBRÁS. O quarto é composto pela Rede Nacional para o Ensino e Pesquisa – RNP, mantida por entidades majoritariamente públicas – federais e estaduais. Os quatro *backbones* têm cobertura nacional e múltiplas conexões com os principais *backbones* internacionais. Eles fornecem conexão à internet tanto diretamente – para indivíduos e organizações – como para provedores de acesso menores.

O mercado de acesso à internet no Brasil contava com 1.934 provedores em junho de 2011 (CETIC.BR, 2011b). Dentre eles, os seis maiores detinham 78% desse mercado (ibid.), conforme a Figura 8. Se considerarmos tão somente os acessos banda larga fixa e móvel, as tecnologias dominantes⁵⁴, os cinco maiores grupos do setor⁵⁵ concentravam 92% do mercado em 2010 (TELEBRASIL, 2011). Daí se conclui, também, que maioria dos pro-

⁵⁴ Devido à indisponibilidade de dados com o mesmo nível de desagregação para as três principais tecnologias de acesso – discado (banda estreita), banda larga fixa e banda larga móvel – o maior detalhamento será fornecido apenas para as duas tecnologias de banda larga. Isso não reduz a relevância dos resultados, dado que a tecnologia de acesso discado está em franco declínio e já representa parcela pouco relevante do mercado em 2010.

⁵⁵ Telefônica/Vivo, Embratel/Net/Claro, Oi, TIM/Intelig e GVT.

vedores menores se concentra na oferta de serviços utilizando tecnologias de nicho, em particular o acesso fixo sem fio (com uso de radioespectro) (CETIC.BR, 2011b).

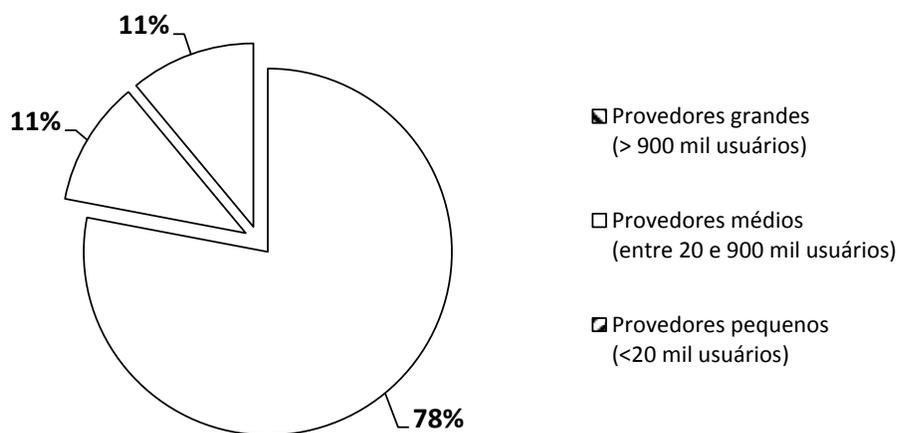


Figura 8 – Divisão do mercado de serviço de acesso à internet no Brasil.

(junho de 2011)

FONTE: CETIC.BR (2011b).

Apesar do significativo número de pequenos e médios provedores de acesso no mercado brasileiro, apenas um provedor entrante, a empresa GVT, logrou obter participação de mercado nacional superior a 1% no período mais recente da história da internet no Brasil (ANATEL, 2011b; TELEBRASIL, 2011). Já quando se analisa o segmento de banda larga fixa no nível estadual, identificamos apenas 35 firmas entrantes regionais que detinham pelo menos 1% de *market share* em seus respectivos mercados estaduais em 2011 (ANATEL, 2011c). Os 35 maiores entrantes possuíam *market share* médio de apenas 2,4% nos respectivos estados e, em conjunto, representavam tão somente 2,3% do total das conexões de banda larga fixa no Brasil (ibid.). No segmento móvel, o cenário é ainda mais extremo. A única entrante nos últimos 10 anos, a empresa Aeiou/Unicom, deixou o mercado após poucos meses de operação.

Quando se avalia a evolução da concentração da oferta no segmento desde 2003, conforme a Figura 9, verifica-se uma lenta, mas constante, redução da concentração da banda larga fixa. Entretanto, parte dessa redução é compensada com o crescimento da banda larga móvel no mercado, que apresenta maior concentração entre os provedores que

a oferecem. Isso manteve o nível médio ponderado do índice de Herfindahl-Hirschman⁵⁶ (HHI), para esses dois segmentos do mercado, estável em torno de 0,22 entre 2009-2010 (TELEBRASIL, 2011). Esse patamar, conforme diretriz convencional do Departamento de Justiça dos EUA (2010), classificaria o mercado como “concentrado”, mas não como “altamente concentrado”. Entretanto, a medida por meio do índice de participação das quatro maiores firmas no mercado⁵⁷ (C4), referência usual dos órgãos antitruste brasileiros, fornece o valor médio de 0,94 entre 2009-2010, bastante acima do limite (0,75) apontado como “índice de concentração” (SEAE; SDE, 2001). Isso sugere, ainda, que a redução da concentração, apontada pela Figura 9, se deu principalmente por meio da redistribuição do *market share* entre os quatro maiores provedores, e não do aumento da participação dos entrantes.

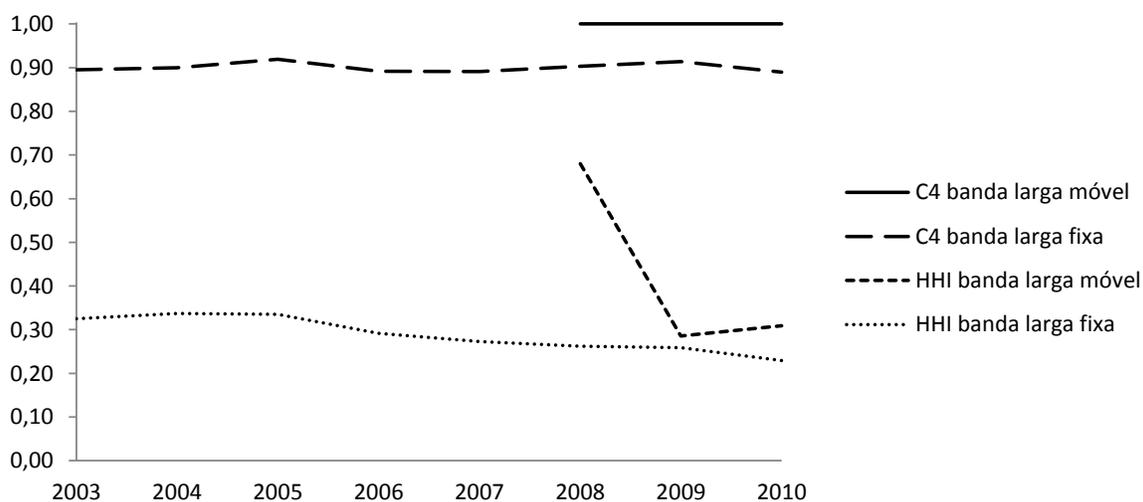


Figura 9 – Evolução do HHI e do C4 em âmbito nacional.

(resultados dos índices de Herfindahl-Hirschman e de concentração das 4 maiores firmas dos subsegmentos de banda larga fixa e móvel)

FONTE: TELEBRASIL (2011); elaboração do autor.

⁵⁶ O índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) é calculado pela soma dos quadrados dos *market share* – ou participações de mercado – de cada firma em um mercado específico. É a principal medida de concentração de mercado avaliada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

⁵⁷ O índice de concentração das 4 maiores firmas (C4) é calculado pela soma da participação das 4 firmas com maior *market share* em um mercado específico. É a medida de concentração mais frequentemente utilizada pelas agências que compõem o sistema antitruste brasileiro (Conselho Administrativo de Defesa Econômica – CADE, Secretaria de Acompanhamento Econômico – SEAE e Secretaria de Direito Econômico – SDE).

Note-se, os resultados apresentados na Figura 8 e na Figura 9 são nacionais, ou seja, avaliam a competição entre todos os provedores existentes, a partir de uma base incluindo todos os usuários brasileiros. Entretanto, a competição entre essas firmas não se dá, simultaneamente, em todo o território nacional. 99% dos pequenos e médios provedores tem abrangência local ou regional (CETIC.BR, 2011b), enquanto apenas um dos grandes provedores não tem cobertura nacional (ANATEL, 2011c). Logo, a questão da geografia é crucial para a análise da competição entre os provedores de acesso à internet, pois a análise considerando apenas o nível de agregação mais elevado pode ser enganosa (IPEA, 2010).

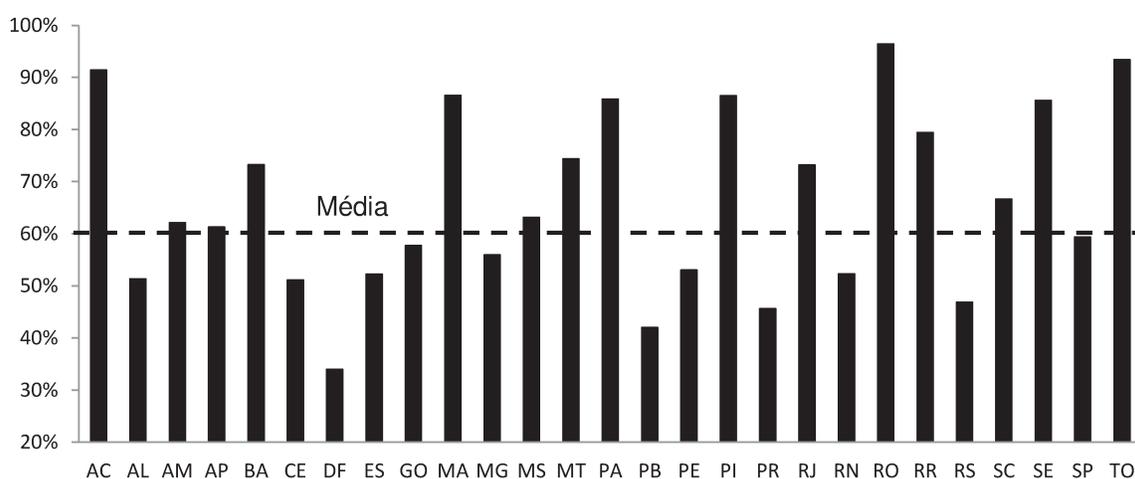


Figura 10 – *Market share* do maior provedor de acesso por estado. (participação nos mercados estaduais de banda larga fixa (índice C1), base março de 2011, a linha tracejada indica a média nacional ponderada)
 FONTE: ANATEL (2011c); elaboração do autor.

Tome-se o exemplo da banda larga fixa, que representa 68% dos acessos (CETIC.BR, 2011a). Nesse subsegmento a competição nacional já é limitada. Os quatro maiores grupos detêm mais de 90% dos acessos nacionalmente (C4), mas com HHI igual a 0,24. Uma análise superficial poderia indicar uma competição intensa entre esses grandes provedores, mas quando se analisa a informação no nível dos estados (menor nível de agregação disponível) chega-se à conclusão que apenas um provedor – sempre o incumbente privatizado (Oi ou Telefônica) – tem sozinho em média quase 60% de participação nos mercados respectivos (ANATEL, 2011c). A Figura 10 apresenta o cenário estadual da banda larga

fixa. Em 85% das unidades da federação, o incumbente concentra *market share* superior a 50%. Na média estadual, ponderada pelo número de acessos, o HHI passa para 0,45 (ibid.).

Já no subsegmento de banda larga móvel, e ao contrário da análise em nível nacional, o cenário é de menor concentração. Isso se deve à divisão mais equânime do mercado, partilhado majoritariamente entre as quatro operadoras que detém licenças para operação nacional⁵⁸. O maior provedor (Claro) detém 37% do mercado nacional, com C4 igual a 0,997 e HHI 0,31 (ANATEL, 2011e). Entretanto, se desagregarmos os dados no nível das áreas de registro⁵⁹ (menor nível de agregação disponível), o HHI médio ponderado sobe para 0,36 (ibid.).

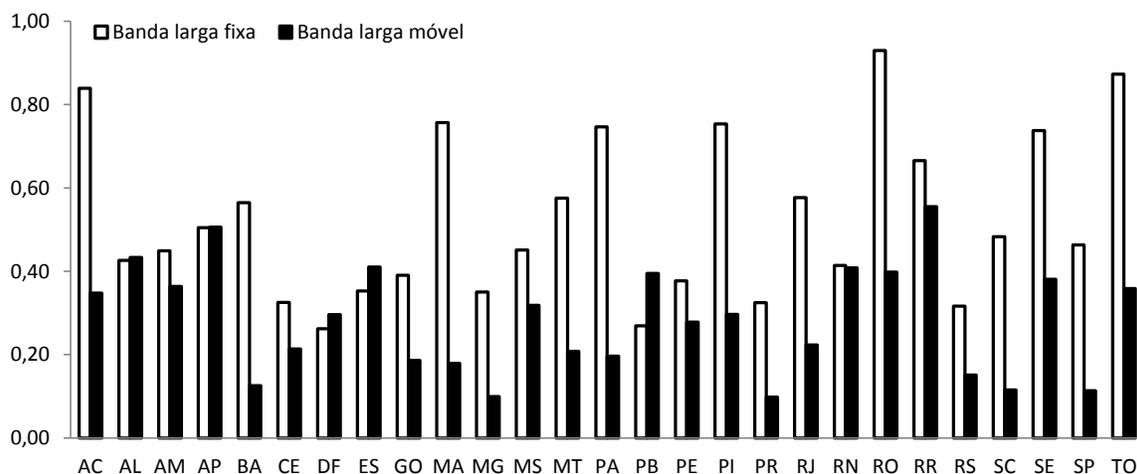


Figura 11 – HHI do mercado de acesso banda larga por estado.

(base março de 2011)

FONTE: ANATEL (2011c, 2011e); elaboração do autor.

Em resumo, sob qualquer critério, os mercados regionais de acesso à internet banda larga são bastante concentrados. A Figura 11 e a Figura 12 apresentam os valores dos índices de concentração (HHI e C4) para cada estado brasileiro – a menor abrangência geográfica comum disponível – nas duas tecnologias dominantes. O HHI estadual para a banda

⁵⁸ De forma distinta do subsegmento de banda larga fixa, que possui entrada livre, a oferta de serviços móveis requer licença específica da ANATEL. Existem limitações tanto no número de licenças outorgadas, através de complexos processos licitatórios, como no escopo geográfico de abrangência de cada licença.

⁵⁹ A área de registro é a unidade geográfica básica do Serviço Móvel Pessoal, a licença da ANATEL sob a qual os provedores de banda larga móvel operam. Ela corresponde à área geográfica de um mesmo código de longa distância (DDD), subdividindo cada estado entre 1 até 9 áreas distintas, conforme o tamanho da população.

larga fixa reflete a concentração do mercado com o incumbente privatizado, já analisada. Para a banda larga móvel, entretanto, os valores substancialmente inferiores do HHI indicam a maior distribuição dos usuários entre os quatro provedores incumbentes. O índice C4, na Figura 12, apresenta a limitada extensão dessa competição. Em apenas um estado (Minas Gerais) existem competidores relevantes fora do grupo dessas quatro firmas (C4<1).

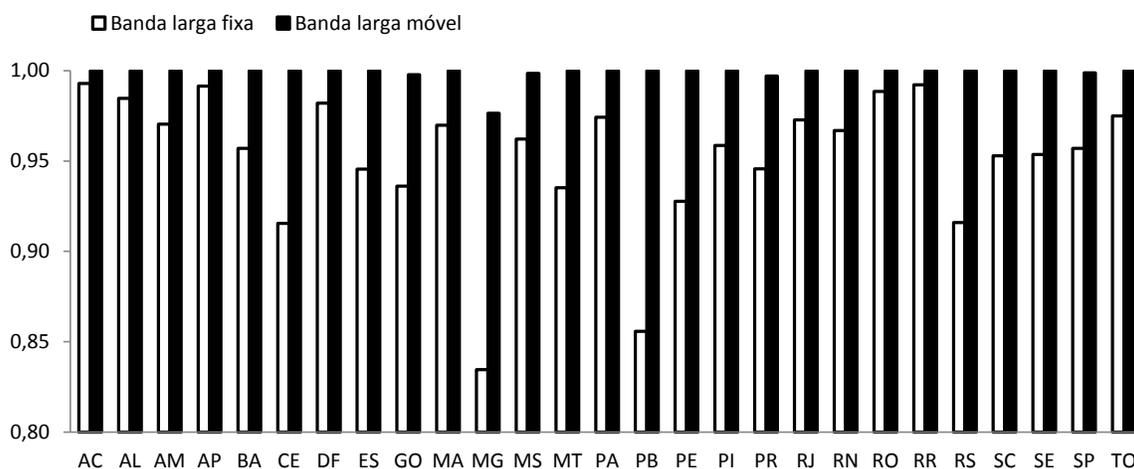


Figura 12 – Índice C4 do mercado de acesso banda larga por estado.

(base março de 2011)

FONTE: ANATEL (2011c, 2011e); elaboração do autor.

É pertinente ressaltar que a Figura 9 e a Figura 12 segmentam o mercado de acesso conforme a tecnologia empregada (à exceção do acesso discado, devido à indisponibilidade de dados). À primeira vista essa divisão poderia parecer arbitrária. Afinal os serviços de acesso baseados nessas tecnologias são, em boa extensão, substitutos entre si, cabendo portanto a análise conjunta de seu mercado. Esse não foi o caminho adotado, para efeitos de quantificação dos resultados, por dois motivos. Primeiro, devido à insuficiência dos critérios adotados pela Anatel⁶⁰ para classificar os acessos de banda larga conforme a plataforma tecnológica, o que torna inapropriada a combinação dos dados disponíveis para as duas categorias. Segundo, por conta da participação dos mesmos grupos empresariais em

⁶⁰ A ANATEL não distingue o tipo de uso dos terminais de rede que fornecem acesso em banda larga. Ela contabiliza, sob a mesma rubrica, modems e *smartphones*, para acesso à internet, em conjunto com outros equipamentos e telefones, sem acesso à internet. Entretanto, adotou-se a premissa simplificadora usual de que a distribuição de tipos de terminais entre os provedores é semelhante, o que permite a aproximação das estatísticas de concentração.

parcelas majoritárias tanto nas plataformas fixas (85%) como nas móveis (74%), indicando que para eles as estratégias entre plataformas são principalmente complementares, e não de substituição. Além disso, com praticamente os mesmos grupos atuando nas duas plataformas, os resultados dos indicadores de concentração, para o mercado consolidado, não seriam qualitativamente diferentes daqueles apresentados.

Outra questão importante é a avaliação do potencial negativo, sobre a competição, do cruzamento do controle societário entre plataformas, quando três grupos controlam mais de 74% do mercado total em todas as plataformas. Em princípio, a propriedade de múltiplas plataformas por um mesmo controlador inibiria o desenvolvimento da competição, ao reduzir as alternativas de diferenciação disponíveis para os entrantes. Como apontam estudos empíricos realizados em outros países (por exemplo, ver PEDRO; RIBEIRO, 2010), a restrição da competição entre as plataformas tecnológicas de acesso costuma ser negativa para os usuários, resultando em preços maiores e/ou menor penetração do serviço.

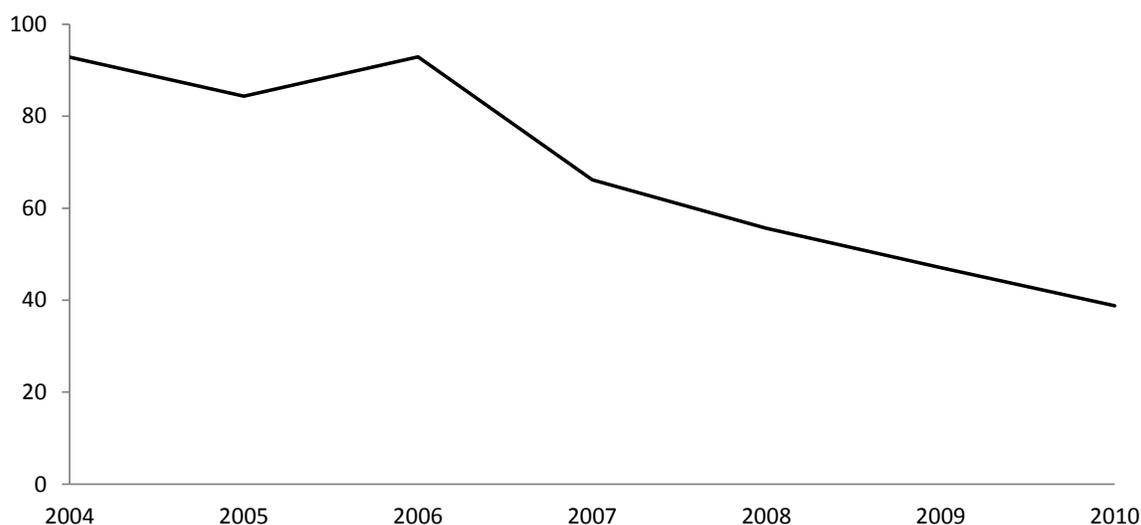


Figura 13 – Evolução do preço médio do acesso nos domicílios.

(preço médio líquido mensal real em Reais, base outubro de 2010)

FONTE: CISCO (2011); CETIC.BR (2006-2011a); IBGE (2011); elaboração do autor.

Caracterizado o elevado nível de concentração do serviço de acesso à internet, cabe agora avaliar se os provedores dominantes exercem o poder de mercado de que dispõem em benefício próprio. Um dos principais reflexos do exercício desse poder, apontado

pela literatura antitruste, costuma se dar sobre os preços (VISCUSI; HARRINGTON; VERNON, 2005; IPEA, 2010). À primeira vista, conforme indica a Figura 13, não poderíamos identificar, de forma inequívoca, efeitos do poder concentrado pelos grandes grupos sobre os preços. Os dados históricos indicam a redução real média nos preços de 13% ao ano entre 2004 e 2010 (CISCO, 2011; CETIC.BR, 2006-2011a; IBGE, 2011), de forma bastante consistente. Essa queda seria, inclusive, superior àquela verificada para mercados como o norte americano, que apresentou redução real de preços da banda larga de cerca 5% ao ano no período 2004-2009 (GREENSTEIN; MCDEVITT, 2011).

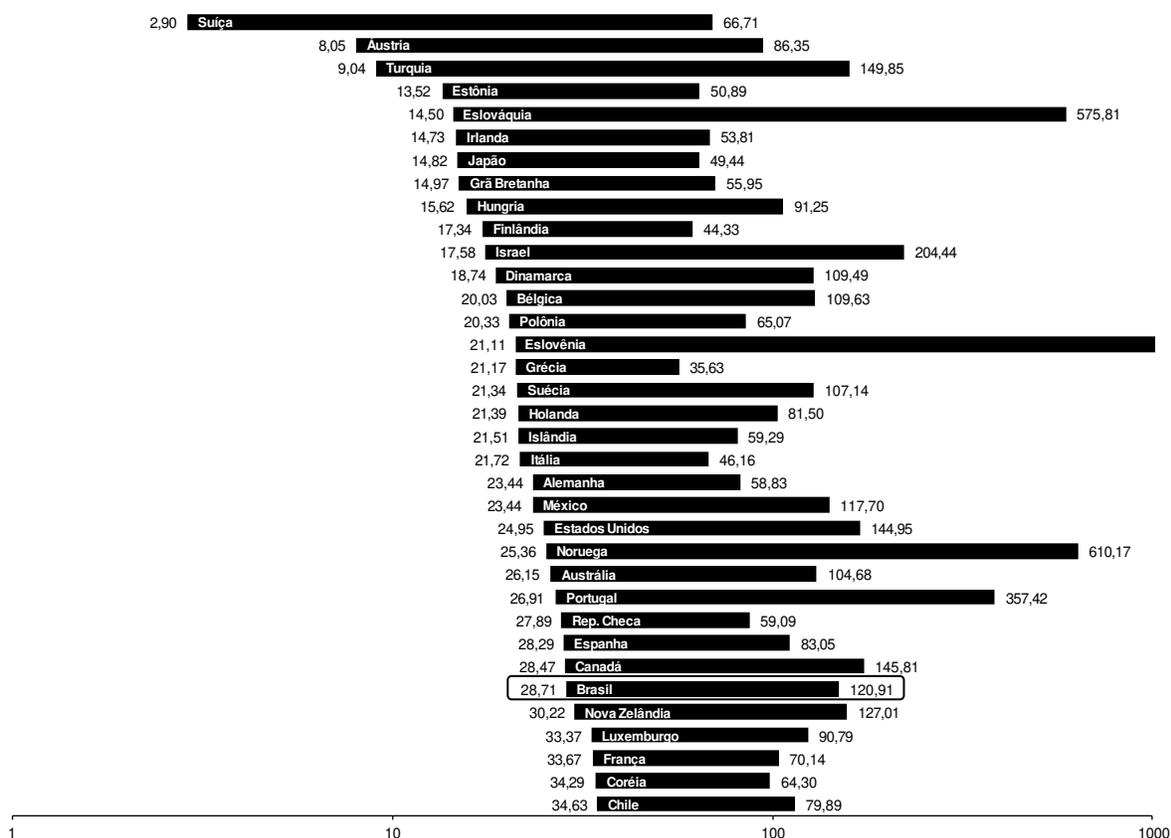


Figura 14 – Faixas de preços do acesso banda larga em países selecionados. (preços mensais médios brutos do acesso banda larga em Dólares PPP, ofertados pelos maiores provedores, e independente de velocidade, base setembro de 2010, escala logarítmica)
 FONTE: OCDE (2010); elaboração do autor.

Entretanto, diversas análises apontam que os preços dos serviços de acesso à internet no Brasil estão entre os mais elevados do mundo (IPEA, 2010). A Figura 14 apresen-

ta os preços, entre os países de renda mais elevada, para acessos de banda larga de qualquer tecnologia nos grandes centros, em setembro de 2010. Em relação ao preço mínimo, os preços praticados no Brasil eram 32% superiores⁶¹ à média dos países da OCDE (2010).

Outra pesquisa, da ITU (2011), coloca o Brasil na posição 56 (de 165 países) entre os países com menores custos para o acesso à internet banda larga fixa⁶². Esse resultado coloca o país atrás de todas as nações avançadas e mesmo de muitos países em desenvolvimento. A mesma pesquisa, em uma comparação mais restrita sobre preços de banda larga móvel entre 21 países (desenvolvidos e em desenvolvimento), apontou para os preços brasileiros como os mais elevados do mundo (ibid.). Em outra pesquisa, mais ampla, a UNCTAD (2010) também apontou a banda larga móvel brasileira como a mais cara do mundo, dessa feita entre 78 países⁶³.

Portanto, a avaliação isolada do comportamento dos preços pode ser inapropriada para se determinar a efetiva competitividade do mercado de acesso. Um dos motivos é que as firmas encontram uma curva de demanda específica em cada mercado. Devido à significativa restrição orçamentária da maioria dos domicílios brasileiros, a redução contínua dos preços é pré-requisito para a expansão do mercado, a partir do momento que se atinge a saturação para um dado nível de preços⁶⁴. Assumindo a premissa da ausência de deseconomias de escala no setor (NOAM, 1994; DAVIES, 1996; TENNENHOUSE et al., 1996; CORROCHER, 2001; DALUM; VILUMSEN, 2003), pelo menos no nível nacional, o comportamento de redução gradual dos preços pode ser uma estratégia perfeitamente racional para o aumento dos lucros e da rentabilidade dos investimentos, com a concomitante redução da competição (IPEA, 2010). Essa correlação negativa entre preços e penetração do serviço de acesso, controlados os demais fatores pertinentes, já foi identificada empiricamente em outros países (BOUCKAERT; DIJK; VERBOVEN, 2010).

⁶¹ Ressalve-se que essa diferença não leva em conta as velocidades ofertadas em cada país. As velocidades ofertadas pelos países da OCDE, para os preços mínimos, eram substancialmente maiores que aquelas oferecidas no Brasil.

⁶² No que diz respeito às velocidades de acesso ofertadas, o Brasil ficou entre os 12 últimos colocados (em uma amostra de 42 países) (ITU, 2011).

⁶³ Por outro lado, o nível de qualidade do serviço de acesso nos países latino-americanos, incluindo o Brasil, estava entre os mais baixos do mundo, comparável somente ao oferecido na África (WALLSTEM, 2009).

⁶⁴ Essa hipótese é compatível com o cenário de redução de preços ainda mais lenta em países de renda per capita mais elevada, como os EUA (GREENSTEIN; MCDEVITT, 2011).

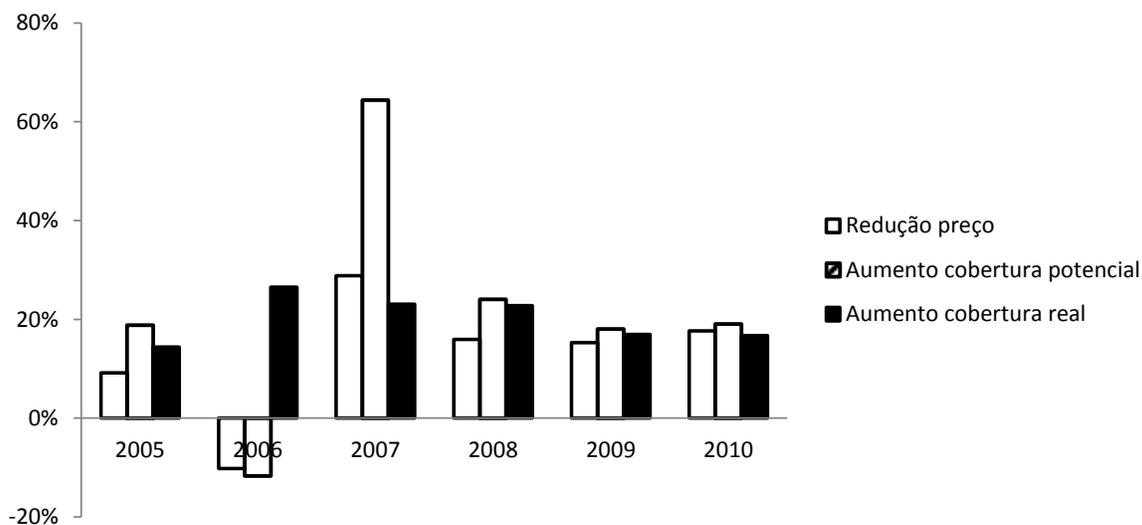


Figura 15 – Evolução dos preços, da cobertura potencial e da cobertura real.

(redução porcentual sobre os valores do ano anterior do preço médio líquido real do serviço de acesso nos domicílios, do aumento da cobertura potencial dos domicílios a partir do preço médio praticado e do aumento da cobertura real dos domicílios atendidos pelo serviço de acesso)

FONTE: CISCO (2011); CETIC.BR (2006-2011a); IBGE (2011); elaboração do autor.

A Figura 15 mostra o impacto da redução dos preços efetivamente praticada *versus* a variação do número de domicílios potencialmente atendidos pelos novos preços, além da variação real do número de domicílios cobertos pelo serviço de acesso. Os resultados foram obtidos a partir da construção da curva de demanda, por meio da aplicação dos preços médios reais praticados para determinação do porcentual de domicílios com orçamento suficiente para a contratação do serviço de acesso, com a utilização da curva de tendência da Figura 4, supondo uma proporção de adesão efetiva constante⁶⁵.

Os resultados no período 2008-2010 parecem indicar que a redução nos preços foi muito próxima daquela efetivamente necessária para permitir um crescimento no número de domicílios potenciais compatível com o crescimento efetivo do número de domicílios conectados. Portanto, os movimentos dos preços aparentemente podem ser, *grosso modo*,

⁶⁵ A comparação da Figura 2 (domicílios com serviço), Figura 4 (intenção de contratação do serviço) e Figura 13 (preços ofertados) indica a existência de uma “brecha” de adesão, entre o número de domicílios com intenção de contratar os serviços, num dado nível de preços, e o número efetivo de domicílios que contratam os serviços de acesso.

explicados pelo movimento ao longo da curva de demanda⁶⁶, sugerindo a mesma correlação negativa entre preço e penetração verificada por Bouckaert, Dijk e Verboven (2010) para 20 países da OCDE. O comportamento das firmas na redução de seus preços é compatível, portanto, com aquele esperado do “monopolista clássico”, pois a redução dos preços pode aumentar seu lucro total, pelo menos enquanto a receita marginal da adição de usuários for positiva. Na ausência de deseconomias de escala, como suposto no setor, esse movimento não teria limites, em princípio, até o patamar inferior dos orçamentos disponíveis. De qualquer forma, parece descartada a conclusão de ausência de exercício de poder de mercado, pelo menos tão somente devido ao comportamento declinante dos preços.

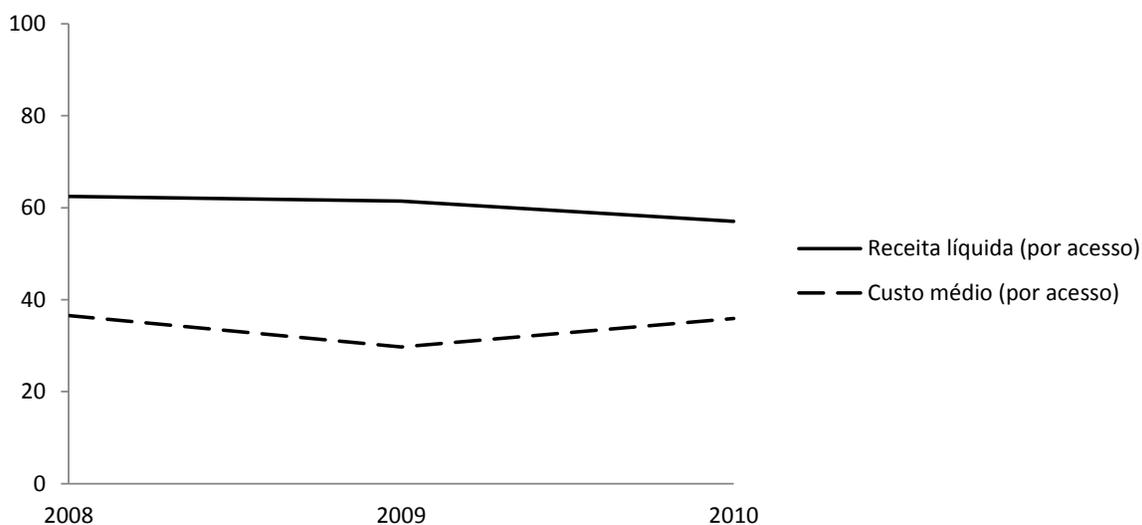


Figura 16 – Receita líquida e custo médios de provedores selecionados.

(valores mensais reais médios estimados ponderados em Reais para o serviço de acesso de um conjunto selecionado de provedores, base outubro de 2010)

FONTE: relatórios financeiros; TELEBRASIL (2011); IBGE (2011); elaboração do autor.

Por fim, parece interessante avaliar a situação das firmas no que diz respeito à sua posição na curva de custos médios. A Figura 16 compara a receita líquida média ponderada com o custo médio ponderado⁶⁷, por acesso banda larga, na planta de três provedores

⁶⁶ A partir de um nível constante de porcentual de adesão sobre cada ponto da curva de restrição orçamentária (Figura 4), o que a análise mostra ser razoável no período 2008-2010 – dadas as variações muito próximas entre os aumentos das coberturas potencial e real.

⁶⁷ Ambos os valores antes da depreciação, imposto de renda e contribuição social.

incumbentes⁶⁸ que representam 43% dos acessos à internet banda larga no Brasil (ANATEL, 2011c, 2011e). Da análise se conclui que as margens de lucro brutas médias (*markup*) praticadas são superiores a 50% durante o período analisado, além de relativamente estáveis. A ligeira redução das margens observada em 2010 se deve principalmente ao aumento da participação da banda larga móvel na ponderação da média, dado que nesse subsegmento as margens são um pouco menores. Esses resultados indicam que, independentemente da presença de economias de escala, o aumento da base de usuários parece ainda bastante interessante para os grandes provedores⁶⁹. Além de serem mais um indício do moderado nível de competitividade do mercado de acesso banda larga (fixo e móvel).

Justificado o provável interesse dos provedores incumbentes na redução verificada nos preços praticados, por questões não associadas a uma hipotética competição de preços, cabe então indagar sobre a relevância dos pequenos provedores nesse processo, pelo menos para acelerá-lo. Como não estão disponíveis levantamentos sistemáticos ou abrangentes dos preços praticados pelos provedores menores, não é possível responder diretamente a essa questão. Entretanto, alguns indícios parecem apontar para a restrita relevância dos entrantes para a redução dos preços dos incumbentes.

Em primeiro lugar, foi realizada uma pesquisa, pontual e superficial, dos preços praticados pelos principais provedores alternativos nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro⁷⁰, responsáveis por 1,3% do subsegmento doméstico de banda larga fixa nessas regiões – ou mais da metade do *market share* agregado dos pequenos e médios provedores brasileiros (ANATEL, 2011c). A pesquisa apontou preços sempre superiores aos praticados pelos incumbentes.

⁶⁸ Valores obtidos dos relatórios financeiros de Oi (fixa), Net e Vivo, por serem os únicos com detalhamento suficiente para a análise em separado do negócio de acesso (banda larga apenas). Devido ao contínuo processo de consolidação do setor, não foi possível obter séries consistentes mais longas sobre custos e rentabilidade.

⁶⁹ Uma conclusão definitiva, por meio da posição sobre a curva de custos marginal, dependeria de informações desagregadas que não estão disponíveis nos relatórios financeiros das empresas. Entretanto, a relativa estabilidade da curva de custos médios (-0,9% ao ano) face à grande variação na quantidade de usuários (+25% ao ano), entre 2008 e 2010, parece indicar custos constantes à escala, em linha com o previsto por MacKie-Mason e Varian (1994a).

⁷⁰ Levantamento realizado em 28/10/2011 com as empresas GVT, CTBC Telecom, AES Atimus (TIM Fiber) e Mundivox para serviços nas capitais dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Os dois estados, em conjunto, representam 53% do mercado doméstico nacional para essa modalidade de serviço.

Por fim, realizou-se um levantamento sumário das campanhas publicitárias realizada pelos entrantes em um período típico⁷¹. Praticamente inexisteram campanhas publicitárias dessas firmas, na mídia ou na internet, contendo ofertas de preços para serviços de acesso à internet, à exceção de ações pontuais de duas firmas.

1.5. Conclusão

A breve trajetória do setor de internet representa um processo histórico intenso e poderoso, baseado no surgimento de um novo paradigma tecnológico – as redes IP – que não apenas criou um novo setor, mas transformou diversos outros. Setores que deram origem à internet, como as telecomunicações e a informática, foram alterados de forma profunda. Muitos setores da economia, que adotaram as inovações introduzidas ou viabilizadas pela internet, também se modificaram, enquanto alguns simplesmente desapareceram.

A análise do sistema setorial de inovação e produção que se desenvolveu em torno da internet mostrou que o setor é composto por diversos tipos de agentes, aproximadamente agrupados conforme as diversas funções que desempenham no setor. Os usuários, de diversos perfis, participaram intensamente da definição das características e da organização do sistema setorial e foram essenciais para a rápida difusão das novas tecnologias. Fabricantes de equipamentos e sistemas, provenientes principalmente dos setores de telecomunicações e informática, tiveram que se adaptar ao novo cenário, de intenso investimento em P&D, elevada incerteza, baixa apropriabilidade e competição acirrada. Eles participam de um mercado turbulento, mas dominado por grandes firmas, ainda que de forma efêmera. Provedores de conteúdo, por sua vez, tiveram uma oportunidade única com a internet, com a possibilidade de ganhos de escala e escopo em nível global, atraindo desde firmas *start-up*, que hoje dominam o setor, até grandes companhias das áreas editorial, de imprensa e de mídia.

Além das firmas que participam dos mercados que segmentam o setor, outros agentes se mostraram críticos para a organização setorial e o desenvolvimento de sua base de conhecimento única. Organizações frequentemente não governamentais assumiram os

⁷¹ Levantamento das campanhas realizadas no mês de novembro de 2011, nos principais veículos nacionais e regionais, identificou ações localizadas apenas da GVT, em alguns estados, e da CTBC Telecom, em algumas cidades.

principais papéis de padronização e regulação do setor de internet, induzindo a ação cooperativa entre os agentes e reduzindo os riscos e incertezas inerentes ao novo paradigma tecnológico. Por fim, universidades e outras organizações sem fins lucrativos foram também essenciais tanto para a P&D como para a qualificação da mão de obra setorial, que requer elevado nível educacional.

Entretanto, a convergência de setores tão distintos, como as telecomunicações e a informática dentre outros, provou ser uma tarefa complexa de construção institucional. As diferenças nas visões de mundo entre agentes provenientes de setores bastante diferenciados produziram um ambiente setorial ao mesmo tempo cooperativo e competitivo. Isso se deu como forma de manter coletivamente o nível de incerteza dentro de patamares manejáveis sem, no entanto, abrir mão da exploração competitiva das imensas oportunidades tecnológicas que se abriam.

Esse processo complexo, de cooperação-competição, desenvolveu-se de modo distinto entre os segmentos do setor. Enquanto nos segmentos de equipamentos e sistemas e de conteúdo uma dinâmica de *creative destruction* foi provavelmente dominante, no segmento de acesso existiu espaço para a manutenção localizada de processos de *creative accumulation*, historicamente característicos do setor de telecomunicações. A partir de um conjunto de capacidades específicas, as antigas incumbentes de telecomunicações lograram ocupar uma posição dominante no segmento de acesso em diversos países, a despeito da intensa competição de firmas entrantes.

Para compreender melhor o processo competitivo no segmento de acesso, foi apresentada a trajetória brasileira, enquanto emblemática da supremacia das incumbentes de telecomunicações. A partir de uma demanda forte e dinâmica, o mercado de acesso à internet doméstico tem crescido a taxas elevadas, difundindo-se rapidamente por toda a base de dispositivos capazes de conexão à grande rede, apesar das restrições impostas pelo limitado poder aquisitivo da maior parte da população. Dessa análise particular do mercado brasileiro, alguns fatos estilizados puderam ser destacados.

Concentração de mercado persistente. A partir de uma aparente ausência das operadoras incumbentes de telecomunicações no mercado de acesso até o final dos anos 1990, o que permitiu níveis significativos de competitividade e baixa concentração, os anos

2000 marcaram o domínio dos provedores controlados pelas incumbentes de telecomunicações e a rápida concentração do mercado. Com a dominância das tecnologias de acesso em banda larga – fixa e móvel – esse ciclo se completou, a partir do estabelecimento de um oligopólio bastante estável. Desde meados da década de 2000, 4 grupos empresariais oriundos das operadoras de telecomunicações privatizadas nos anos 1990 passaram a dominar mais de 80% do mercado de acesso à internet. Apenas uma empresa entrante, nesse período, logrou sucesso efetivo. Todos os indicadores usuais (HHI, C4, C1) apontaram para elevada concentração de mercado, em um cenário de estabilidade e competição local restrita entre os cinco grupos dominantes.

Reduzida competição por meio de preços. Apesar da elevada concentração do mercado e, conseqüentemente, do poder de mercado detido pelos incumbentes, foi identificada queda relevante e contínua dos preços praticados no mercado de acesso à internet; entretanto, quando comparados com os preços praticados em outros países, o preço do acesso no Brasil se posicionou entre os mais elevados do mundo. A análise aprofundada mostrou que um cenário retrospectivo plausível para a redução verificada nos preços está relacionado com o interesse dos incumbentes em adicionar novos usuários ao mercado, dada a aparente inexistência de deseconomias de escala, pelo menos nessa etapa do processo histórico. A análise de preços e custos de alguns dos principais provedores confirmou as margens elevadas e a relativa estabilidade dos custos face ao rápido crescimento da base de usuários. Logo, a redução verificada nos preços, em princípio, parece não se dever à pressão competitiva, real ou potencial, mas tão somente a uma manifestação particular do comportamento clássico do monopolista discriminador.

Baixa taxa de entrada com sucesso. O número de provedores de acesso no mercado brasileiro, a despeito de sua concentração, é significativo, representando quase dois milhares de firmas; entretanto, a análise detalhada dos mercados regionais e locais mostra que, em sua maioria absoluta, eles são firmas pequenas, incapazes de competir em preços com os incumbentes ou mesmo crescer significativamente, ocupando apenas pequenos nichos marginais. Em todo o histórico recente do setor, apenas uma firma entrante (GVT) conseguiu êxito e se tornou um provedor de acesso importante, ainda que relativamente pequeno. Esse fenômeno foi característico da segunda geração tecnológica – a banda

larga fixa – e se tornou mais agudo com a terceira geração – a banda larga móvel. Nesse caso, sequer existem entrantes em número ou tamanho relevantes, dadas as restrições da agência reguladora setorial – a ANATEL – na liberação de recursos essenciais para a entrada (licenças e espectro radioelétrico). Durante toda a década de 2000 apenas uma nova licença foi concedida, mas a firma entrante fracassou após poucos meses de operação.

Ciclos prolongados de difusão tecnológica. A penetração das três principais gerações da tecnologia de conexão dos usuários com a internet se deu, no Brasil, de forma progressivamente mais lenta, em termos relativos e absolutos. Essa conclusão é de certo modo surpreendente, haja vista o modo oposto com que esse processo se deu nos países avançados. A análise empírica brasileira indicou que, aparentemente, existe correlação dessa situação com os intervalos de tempo requeridos para que os incumbentes de telecomunicações dominassem o mercado de acesso doméstico, a partir do início dos anos 2000. Desde então, a lógica de difusão tecnológica provavelmente esteve associada aos períodos de instalação e depreciação das redes dos incumbentes, de forma a otimizar a rentabilidade destes e reduzir as vantagens potenciais dos entrantes. Isso ficou especialmente evidente no caso da tecnologia de banda larga móvel – a terceira geração (3G) – introduzida no exterior logo após os investimentos em redes de segunda geração no Brasil. A terceira geração tomou, então, 8 anos para começar a se difundir no país.

Em cenários como o brasileiro, segundo a análise de Tennenhouse *et alli* (1996), a possibilidade do surgimento de monopólios *de facto*, em setores onde a convergência de serviços “acoplados” é intensa, não pode ser descartada. O estabelecimento de um mercado efetivamente competitivo⁷², com o provimento de serviços de acesso desacoplado de outros serviços, seria um “estado natural” para a internet se não fosse a presença dos artefatos históricos que cercam o setor. A partir da taxonomia proposta por esses autores, é possível especular sobre uma eventual sequência de transições de estado da competição:

“Se esse processo não for detido, a ‘roda da sorte’ regulatória irá eventualmente dar a volta completa (por exemplo, em 2020 ou 2030), apesar de,

⁷² “Competitivo” é compreendido aqui como o mercado no qual existem limites ou restrições, de ordem concorrencial ou institucional, para o processo de concentração da influência econômica das firmas, conforme será discutido no capítulo 2.

devido ao seu âmbito mais genérico, o novo monopólio ser muito mais poderoso e resistente à inovação do que aqueles que vieram antes dele. Os estados de convergência, monopólio *de facto* e monopólio regulamentado [*de jure*] irão inibir o ciclo de inovação e concorrência, que no seu rastro impulsionam o moto perpétuo da curva tecnológica. [...] Nós acreditamos que o caminho que conduz da convergência para o monopólio pode ser encurtado ou evitado completamente. Inovação e concorrência se reforçam mutuamente e a inserção contínua de tecnologia inovadora pode ser usada para compensar as economias de escala que, caso contrário, levariam ao monopólio natural.” (1996, p. 1777)

Com a convergência dos serviços, estimulada pela digitalização, forças relevantes podem direcionar o mercado para um desfecho mais, ou menos, competitivo, conforme esse processo de convergência se dá sob um ritmo de inovação tecnológica maior ou menor, respectivamente. Caso existam economias de escala ou escopo no processo, como sugere a evidência empírica, apenas a contínua inovação poderia contrabalançar a tendência à concentração. Daí o risco associado ao controle da dinâmica de difusão tecnológica pelos provedores dominantes. A existência de monopólios *de facto*, associada às capacidades que essas firmas conseguiram transladar para o setor da internet, poderia ocasionar a restauração de monopólios no longo prazo, desta feita regulados *de jure*, como forma de convivência com uma eventual concentração irreversível.

O cenário exposto acima parece se aplicar ao Brasil, de forma evidente. As empresas que se originaram da privatização do sistema TELEBRÁS controlam, direta ou indiretamente, mais de 80% do mercado brasileiro de acesso à internet. Cada vez mais elas organizam suas estratégias a partir da convergência entre meios de acesso e formas de conteúdo (telefone, celular, internet, televisão a cabo, *e-commerce*). Uma das consequências dessa situação parece inequívoca: os preços, dos mais elevados do mundo, se contrapõem às taxas relativamente baixas da penetração dos serviços de acesso à internet⁷³. Dessa forma, considerando o elevado potencial sinérgico do aumento da penetração da internet com o crescimento do produto interno bruto (CAMBINI; JIANG, 2009), parece justificada a intervenção do estado para estimular a inclusão do maior número de pessoas aos serviços de acesso à grande rede.

⁷³ A partir dos dados de ITU (2011), UNCTAD (2010) e Walstem (2009). A evidência empírica dos países da OCDE indica, ainda, significativa correlação positiva entre a existência de competição, em especial do tipo interplataformas, e a penetração do serviço de acesso à internet banda larga (HÖFFLER, 2007; BOUCKAERT; DIJK; VERBOVEN, 2010).

Capítulo 2: Quadro de referência teórica para modelagem setorial

O objetivo geral deste capítulo é o aprofundamento do quadro teórico de suporte para a análise do setor de internet, em particular no que diz respeito à dinâmica competitiva do segmento de acesso e à interação deste com os demais segmentos do setor. Para a tarefa proposta, diversas abordagens estão disponíveis na literatura econômica, dentre as quais foram selecionadas, de forma não exaustiva, algumas que consideramos mais adequadas para o objetivo da dissertação. Nesta etapa da pesquisa, portanto, serão revisitados alguns dos principais modelos de análise teórica disponíveis, de forma a construir um quadro de referência adequado para a próxima etapa, a modelagem setorial.

“[P]ara representar uma indústria artificial [por meio de um modelo de simulação *agent-based*], e ser capaz de realizar análises sobre ela, [...] precisamos de uma teoria que represente os comportamentos dos agentes no modelo e as respostas dos ambientes para a interação desses comportamentos e eventuais alterações neles.” (GARAVAGLIA, 2004, p. 7)

Enquanto a perspectiva do “sistema setorial de inovação e produção” foi satisfatória para a análise empírica apreciativa, ela não será suficiente, sozinha, para orientar a etapa de modelagem setorial. O processo de modelagem necessita de mediações teóricas adequadas – e suficientemente detalhadas – para poder representar apropriadamente os fatos estilizados relevantes, provenientes da análise apreciativa. Para tanto, o presente capítulo tem como objetivo específico a produção de um quadro de referência teórica, satisfatoriamente aprofundado, para dar conta de justificar os fatos estilizados obtidos no capítulo 1 e que serão tratados pelo modelo de simulação proposto no capítulo 3.

O conceito de competição (ou concorrência), apesar de central dentro da teoria econômica, não tem uma definição absoluta ou inequívoca (POSSAS, 2002). Conforme o propósito de seu uso, ou o quadro teórico onde se insere, diversos detalhes e sutilezas devem ser considerados. Como lembra Metcalfé (1998, p. 10), “uma teoria que é criada para iluminar a alocação de recursos dados para fins definidos será completamente diferente de outra que seja montada para explorar a natureza do desenvolvimento econômico e a criação de recursos e oportunidades ao longo do tempo”. Nessa perspectiva o objetivo deste trabalho é analisar a competição *enquanto limite ao processo de concentração da influência*

econômica das firmas, e não o contrário. A preservação – ou não – da competição é abordada como resultado de um delicado processo de manutenção de condições mínimas, por meio da difusão da inovação ou da entrada de novos competidores nos mercados em análise.

A dinâmica da competição em um determinado mercado pode ser descrita a partir de diversas perspectivas, como, por exemplo, o número de firmas participantes, o grau de diferenciação entre elas, a concentração das participações das firmas maiores, as taxas de entrada e saída de firmas no mercado ou as economias de escala presentes. De um ponto de vista causal, entretanto, essas perspectivas podem em geral ser desdobradas a partir de um número restrito de questões-chave: (i) os requisitos para a entrada e a saída de firmas no mercado específico, (ii) as oportunidades em termos de inovação, de produtos e processos, disponíveis para as firmas do mercado em questão. (iii) as capacidades de que as firmas dispõem para aproveitar essas oportunidades, e (iv) as condições que ensejam a interação das firmas do setor, seja por meio de cooperação, competição ou acomodação.

Nossa proposta é compor um quadro analítico com capacidade explanatória adequada para tratar as quatro questões-chave acima, tendo em vista as demandas do nosso caso particular, e que permita esclarecer quais são as possíveis justificativas, e os principais determinantes, para as principais características setoriais distintivas que emergem do campo empírico. A identificação dessas características requer o aprofundamento da análise habitual. Isso porque a combinação particular de características do setor de internet traz dificuldades para diversas abordagens analíticas disponíveis, pelo menos quando utilizadas isoladamente, como será discutido a seguir.

Cada tradição teórica adotou uma perspectiva relativamente distinta para o processo de competição; acreditamos, portanto, ser produtivo confrontar algumas das questões teóricas centrais de cada uma, no processo de consolidação de um quadro teórico de referência. Entre diversos autores parece bem aceita a visão de que os “conceitos de competição não são logicamente contraditórios, ao contrário, tomados em conjunto, formam um quadro mais completo das forças competitivas que as firmas enfrentam” (BARNEY, 1986, p. 792). Optamos pela consideração de modelos com perspectivas distintas – de equilíbrio ou dinâmicos – apesar do potencial de conflito, pois “a evidência acumulada até agora pa-

rece sugerir uma sutil e intrincada mistura destes dois elementos” como sendo mais adequada para a apreensão abrangente do fenômeno da competição (DOSI et al., 1997, p. 12).

Este capítulo está organizado em quatro seções. Na primeira, são apresentadas brevemente algumas abordagens do *mainstream* na ciência econômica para a análise da estrutura competitiva setorial. Serão avaliadas suas características centrais, bem como as limitações que apresentam para a análise do caso em questão. A seção 2.2 discorre sobre a alternativa analítica oferecida pela teoria evolucionária neoschumpeteriana, especificamente no tratamento da inovação técnica e da “competição schumpeteriana”, relevantes no setor em análise, ainda que de forma parcialmente circunscrita. A seção 2.3 apresenta sucintamente a perspectiva das teorias institucionais, complementando organicamente algumas lacunas da abordagem evolucionária e apresentando pontos-chave que permitem o tratamento de alguns dos fatos estilizados que emergem do nosso campo empírico particular. Por fim, na conclusão do capítulo, serão identificadas as questões teóricas centrais para o processo analítico – as hipóteses teóricas de trabalho.

2.1. Abordagens da Organização Industrial

Desde os autores da economia clássica do século XIX, a análise da competição entre firmas, nos mercados de bens e serviços, é um tema recorrente da ciência econômica. O perfil típico da competição, durante a Primeira Revolução Industrial, era o do mercado com numerosas firmas de pequeno e médio porte, fornecedoras de produtos homogêneos e submetidas à intensa disputa de preços. A competição traria os preços para seu nível “natural”, pelo qual seria proporcionada para os competidores a taxa de lucro média do restante da economia, equalizando a rentabilidade dos fundos alocáveis para investimento globalmente. Este cenário deu origem aos modelos de competição “perfeita⁷⁴”, que são até hoje uma das bases da microeconomia *mainstream*.

Além da competição perfeita, a economia clássica ofereceu ainda modelos para situações “excepcionais”: os mercados monopolistas e algumas situações particulares de

⁷⁴ O conceito de competição perfeita é calcado em três ideias básicas: (i) todas as transações para bens idênticos são realizadas pelo mesmo preço (“mercado perfeito”), (ii) irrelevância do volume transacionado por qualquer agente individual (“comportamento atomizado”) e (iii) liberdade de entrada e saída em qualquer nível de atividade (“mobilidade de recursos” e “equalização da taxa de retorno”) (VARIAN, 2006).

oligopólio⁷⁵ – enquanto condição particular entre os extremos teóricos da organização dos mercados. Entretanto, a existência desse tipo de competição “imperfeita” tinha como premissa alguma “falha⁷⁶” no mercado em questão; resolvidas as falhas o mercado tenderia naturalmente à competição perfeita, pelo menos no longo prazo. Essa reconciliação era uma necessidade do paradigma teórico do equilíbrio geral walrasiano e somente seria formalmente superado com a introdução da teoria dos jogos (KIRMAN, 1997), que será tratada mais à frente.

Os paradigmas da economia clássica se tornaram insuficientes para tratar os desdobramentos da II Revolução Industrial, no final do século XIX, sobre a competição (CHANDLER, 1977, 1990). Com a consolidação das grandes firmas e dos trustes, especialmente nos Estados Unidos e na Alemanha, a premissa de “comportamento atomizado” tornou-se a situação particular e a concorrência interfirma ganhou novos contornos⁷⁷.

Desde os anos 1930, com os trabalhos de Edward Chamberlin, Joan Robinson e Edward Mason, o estudo de novos modelos de competição, agora pressuposta como frequentemente imperfeita, passou a ocupar intensamente os pesquisadores de microeconomia. Tornou-se recorrente o estudo da competição oligopolística, nos mercados onde a concentração de parcela significativa da oferta sob o controle de um número reduzido de firmas assume caráter persistente, sem a necessidade de elementos exógenos para justificá-la. Nessa perspectiva, a crescente diferenciação entre os produtos e os retornos constantes ou crescentes à escala abriram espaço para a competição além dos preços (SHY, 1995).

A partir dos trabalhos pioneiros, o estudo da competição oligopolística se consolidou nos anos 1950, dando origem à Organização Industrial clássica (OIC) e ao paradigma “estrutura-conduta-desempenho” (PECD), consolidado por John Bain (1959) e outros autores (WEISS, 1979). Segundo essa vertente teórica, a estrutura quantitativa e quali-

⁷⁵ Os modelos tradicionais são os oligopólios de Bertrand (competição por preços, com resultados similares à competição perfeita) e Cournot (competição por quantidades, com resultados intermediários entre o monopólio e a competição perfeita, conforme o número de firmas no mercado) (SHY, 1995; VARIAN, 2006).

⁷⁶ Dentre os exemplos clássicos de falhas de mercado estão: o controle no acesso a insumos, a presença de escalas mínimas de produção, a formação de cartéis e as restrições impostas pelos estados, inclusive a existência de patentes bloqueando o acesso à tecnologia.

⁷⁷ A premissa de retornos decrescentes à escala também costuma ser apontada como crítica. Conforme Arrow (1996, p. 647), “[e]quilíbrio competitivo somente é viável se as possibilidades de produção forem conjuntos convexos, que não apresentem retornos crescentes”.

tativa do mercado determina a conduta das firmas participantes, que por sua vez definia o desempenho – resultados e desdobramentos – do próprio mercado. A OIC foi, ainda, o quadro teórico que serviu de base para a construção da teoria antitruste contemporânea (VISCUSI; HARRINGTON; VERNON, 2005).

Apesar dos importantes *insights* oferecidos pela OIC, sua utilização na análise empírica tradicionalmente encontrou alguns problemas, especialmente no que diz respeito ao estabelecimento da causalidade prevista pelo PECD na análise econométrica (TIROLE, 1988). Mais recentemente, a partir dos anos 1970, a teoria dos jogos (TJ) abriu novos horizontes para a análise da dinâmica competitiva dentro do *mainstream* da ciência econômica, tornando-se a ferramenta padrão da Organização Industrial moderna (OIM). Através da análise centrada no conflito estratégico, a TJ forneceu meios para a modelagem teórica formalizada da dinâmica competitiva e da assimetria de informações, alçada para o papel causal central para a justificação dos mercados onde a competição é imperfeita ou nos quais não existe plena eficiência⁷⁸.

A OIM é um campo essencialmente teórico, onde o papel central é ocupado pelo desenvolvimento de modelos formais e, frequentemente, com reduzida generalidade. Sua ênfase é a análise positiva (explanatória), sem descartar a aplicação normativa. Nesta tradição, o papel da evidência empírica na orientação teórica, ao contrário da OIC, é secundário (TIROLE, 1988). Entretanto, a OIM é frequentemente aplicada em estudos de caso de indústrias específicas, tendo contribuído para a compreensão de mecanismos particulares que, de alguma forma, tornam imperfeita a competição nestes mercados.

2.1.1. Organização Industrial clássica

Bain (1956) sugeriu que o quadro estrutural da competição⁷⁹, em mercados com firmas em busca da monopolização, é o fator determinante do desempenho (lucros) destas, a partir do comportamento engendrado pela própria estrutura do mercado (CONNER,

⁷⁸ Na tradição neoclássica do *mainstream*, a eficiência do mercado está relacionada com a organização da atividade econômica que minimiza seus custos globalmente, de forma a maximizar a geração de bem estar social proveniente desta atividade, desconsideradas as questões distributivas associadas (MUSGRAVE, 1959).

⁷⁹ Os elementos-chave da estrutura da indústria, nessa perspectiva, são (i) a magnitude das barreiras à entrada de novos competidores; (ii) o número e o tamanho relativo das firmas participantes; (iii) o nível de diferenciação do produto; e (iv) a elasticidade da demanda para os produtos da indústria (BAIN, 1956; PORTER, 1980).

1991). Esta tradição “enfetizava a importância de algumas características relativamente invariantes das tecnologias de produção como determinantes últimos das estruturas e desempenhos observados” (MALERBA; ORSENIGO, 1996, p. 52). Nesse cenário, o padrão de concorrência verificado no mercado definiria a eficiência e o desempenho da indústria. Em curta síntese, indústrias que apresentassem barreiras elevadas à entrada, pequeno número de firmas grandes, com produto diferenciado entre elas e baixa elasticidade da demanda normalmente se caracterizariam por lucros elevados e vice-versa (KUPFER, 2002). Logo, as empresas eram caracterizadas como agentes relativamente passivos, com baixo poder discricionário e sem capacidade para alterar a organização da indústria em seu favor (HASENCLEVER; TIGRE, 2002).

Como destacado desde as discussões originais da OIC, é central no PECD a análise das condições que restringem a entrada de novos competidores em mercados pouco competitivos, as clássicas “barreiras à entrada” (BAIN, 1956, 1959). Como, nessa perspectiva, a entrada de novas firmas representa o principal fator para a mudança do mercado, a presença de barreiras à entrada de novos competidores resguarda o poder de mercado das firmas dominantes (CONNER, 1991; MCAFEE; MIALON; WILLIAMS, 2004). Nessa perspectiva, o papel da firma “entrante” é crítico para a configuração da dinâmica estrutural do setor, mesmo quando as entrantes representam inicialmente pequena parcela do mercado em face das empresas “incumbentes⁸⁰” (WEISS, 1979). O dinamismo da entrada é, assim, a única forma eficaz de evitar a restrição da competição (FLIGSTEIN, 2001a), garantindo limites e estímulos aos incumbentes e, portanto, preços razoáveis e produtos melhores para os consumidores, além do incentivo à inovação (NELSON; WINTER, 1982) e ao aumento da produtividade no longo prazo (PORTER, 2002).

No PECD, as barreiras à entrada de novas firmas⁸¹ são definidas pela própria estrutura da indústria, com características relativamente estáticas. Além das barreiras à en-

⁸⁰ O termo “incumbente” é utilizado aqui para a firma que detém elevada participação de mercado ou, de qualquer forma, possui papel dominante na indústria ou no mercado em questão.

⁸¹ Bain (1956) e Porter (1980) elencaram as principais formas das barreiras: (i) economias de escala ou custos fixos elevados (escala mínima substancial); (ii) excesso de capacidade na indústria (sinaliza reduções de preços futuras); (iii) vantagens de custo absolutas (canais de distribuição, patentes, localização privilegiada etc.); (iv) vantagens de diferenciação de produto (patentes, clientela cativa); (v) curva de aprendizado elevada; (vi) requisitos e custos diferenciados para financiamento; e (vii) políticas governamentais desfavoráveis.

trada, a estrutura da indústria cria expectativas negativas nas entrantes potenciais quanto à retaliação das incumbentes⁸², sinalizando a importância da *interação estratégica* entre as firmas, como seria aprofundado pela OIM. Conforme as condições particulares em cada caso, a probabilidade de retaliação seria maior ou menor⁸³. Além disso, como argumentam Milgrom e Roberts (1982), o papel da resposta dos incumbentes por meio de preços baixos não está associado apenas à capacidade instalada ociosa; seria, ainda, uma forma de *sinalização* aos entrantes de que tanto a demanda como os custos da indústria são cadentes, indicando uma perspectiva de baixa rentabilidade para o entrante prospectivo.

A forma específica de retaliação assim como o seu alcance, no entanto, dependem crucialmente da estrutura da indústria particular. Com isso em mente, Bain (1956) propôs uma tipologia para o comportamento das incumbentes: (i) *entrada bloqueada*, naqueles mercados onde, por si só, o retorno esperado das entrantes (reais ou potenciais) é inferior ao custo do capital e, portanto, nenhuma alteração no comportamento das incumbentes é esperada; (ii) *entrada desencorajada*, quando as incumbentes modificam seu comportamento, apesar dos custos em que incorrem, para inviabilizar ou tornar não lucrativa a entrada; e (iii) *entrada acomodada*, nas situações onde as incumbentes preferem permitir a entrada, pois o custo para desencorajá-la é superior àquele suportado para acomodá-la. Para Porter (1980), no entanto, as firmas não se resignam apenas a seguir passivamente os comportamentos condicionados pela estrutura, mas frequentemente tentam atuar sobre ela, na expectativa de alterá-la em seu benefício. Na visão deste autor particular, o PECD pode e deve ser interpretado de forma dinâmica (PORTER, 1980, 2002).

Determinadas as barreiras estruturais e o comportamento esperado dos incumbentes, a etapa seguinte da análise, neste paradigma, é a determinação da viabilidade da entrada. Segundo Porter (1980), a motivação das empresas para a entrada, nesse caso, pode ser resumida em três pontos: (i) *fluxo de lucros descontados positivo*, considerando o

⁸² As principais formas de retaliação são: (i) redução predatória de preços (*dumping*), (ii) incremento da capacidade ociosa instalada (preempção), (iii) aumento da qualidade do produto (diferenciação), (iv) despesas e programas extraordinários de marketing, e (v) restrição de crédito (BAIN, 1956; PORTER, 1980).

⁸³ As expectativas de retaliação seriam maiores quando: (i) a indústria tivesse um histórico de retaliações aos entrantes, (ii) as incumbentes dispusessem de recursos substanciais para a disputa, (iii) os competidores mantivessem um alto grau de comprometimento de seus ativos não líquidos naquela indústria, ou (iv) a indústria estivesse em fase de maturidade, com crescimento lento (PORTER, 1980).

custo de capital aplicável; (ii) *oportunidades de crescimento rápido*, em indústrias nascentes ou com oportunidades elevadas, que mitigam o risco do investimento; e (iii) *ganhos de escopo*, através da combinação de capacidades ou vantagens detidas pela entrante em outras indústrias. Esses fatores podem ser considerados em conjunto ou individualmente para justificar a entrada em uma indústria, conforme as expectativas da entrante. Esse é outro ponto diferencial no enfoque de Porter. Ele não assume que a candidata a entrante disponha de conhecimento pleno dos detalhes da indústria, conduzindo a um tipo de escolha não ótima *ex ante*, por meio de *proxies* para a decisão da firma⁸⁴.

Apesar das limitações da OIC, diversos autores prosseguiram o desenvolvimento do quadro conceitual do PECD, mesmo que por vezes contestando algumas das premissas e conclusões originais de Bain, como a inconclusiva aderência aos resultados da pesquisa empírica (WEISS, 1979; CONNER, 1991) ou a ausência de tratamento adequado da dinâmica interna da estrutura da indústria (DOSI et al., 1997). Em particular, a questão das barreiras à entrada é um tema polêmico, mesmo dentro da literatura da OIC (KUPFER, 2002). Diversas definições para o termo são oferecidas pelos autores, enquanto a relevância de diversas barreiras é frequentemente questionada (DEMSETZ, 1982; CARLTON, 2004; MCAFEE; MIALON; WILLIAMS, 2004).

Apesar de fundamental para compreensão das restrições e dificuldades encontradas pelas firmas que pretendem entrar em um mercado dominado por um grupo restrito de competidores, entretanto, a dimensão das barreiras à entrada não parece ser suficiente para a compreensão integral das condições necessárias para a *entrada efetiva*. Por entrada efetiva compreendemos não apenas a possibilidade da firma decidir entrar e ser capaz de operar em um dado mercado, dada uma perspectiva favorável de lucratividade no curto ou longo prazo. Consideramos, principalmente, a possibilidade de a firma entrante operar com sucesso dentro da dinâmica própria do mercado, que constantemente realoca as vantagens de cada competidor em relação aos demais, em condições de crescer sua participação no mercado e, mais importante, ter suas ações consideradas pelas firmas dominantes (FLIGSTEIN, 2001a). Mesmo autores como Stigler (1966 apud CONNER, 1991) e Demsetz

⁸⁴ Taxas de crescimento do passado são frequentemente usadas para estimar os lucros futuros ou o sucesso anterior na inovação do produto pode gerar expectativas sobre o êxito de novas tecnologias (PORTER, 1980).

(1982), que questionaram a importância das barreiras, não negam o papel da entrada como importante sinalização para os incumbentes sobre os requisitos mínimos de eficiência e os limites ao lucro no longo prazo dentro da indústria.

2.1.2. Organização Industrial moderna

Uma das principais contribuições da Organização Industrial moderna (OIM) é a utilização extensiva da teoria dos jogos, como substrato para a análise das relações estratégicas entre as firmas. Por meio da TJ se tornou possível a formalização da interação estratégica das firmas nos mercados, superando diversas limitações e reposicionando muitos conceitos da OIC. Os comportamentos estratégicos, trazidos para o centro da análise competitiva, baseiam-se essencialmente nos motivos e na racionalidade das firmas, relegando as restrições estruturais aos comportamentos previstas pela OIC para um plano de menor relevância (MALERBA; ORSENIGO, 1996). Entretanto, apesar das significativas diferenças em relação à OIC, a OIM guarda importantes semelhanças com as premissas daquela, em especial nas questões da racionalidade e da otimização.

A modelagem do comportamento oligopolista na OIM é frequentemente baseada em jogos não cooperativos. O comportamento das firmas, em estratégias puras ou mistas, é determinado exclusivamente pelo interesse próprio, produzindo, em geral, soluções do tipo equilíbrio de Nash⁸⁵, inclusive em situações dinâmicas. Deve ser notado que o conceito de dinâmica na TJ se limita à repetição do jogo ao longo do tempo, a partir da premissa da permanência das “regras do jogo” durante todas as rodadas⁸⁶, permitindo às firmas a antecipação da estratégia ótima de cada competidor por meio de solução “*backward looking*” para o jogo. Como as firmas podem antecipar o impacto futuro de suas decisões no presente, as estratégias disponíveis para os jogadores “convergem” para o primeiro período do jogo, mesmo com a introdução da assimetria de informação (equilíbrio bayesiano) (TIROLE, 1988). Já as situações onde existe a possibilidade de colusão – tácita ou não – entre as firmas no mercado podem ser tratadas por meio de jogos cooperativos repetidos (SHY,

⁸⁵ “Um conjunto de ações [ou estratégias] está em equilíbrio de Nash se, dadas as ações de seus rivais, uma firma não pode aumentar seu próprio lucro escolhendo outra ação [ou estratégia] que não sua ação [ou estratégia] de equilíbrio [de Nash]” (TIROLE, 1988, p. 206).

⁸⁶ A teoria evolucionária dos jogos flexibiliza essa restrição, como será abordado mais a frente.

1995). Apesar de a colusão permitir, em tese, a mudança das regras de decisão durante a repetição do jogo, a OIM não trata essa situação como relevante⁸⁷ (TIROLE, 1988).

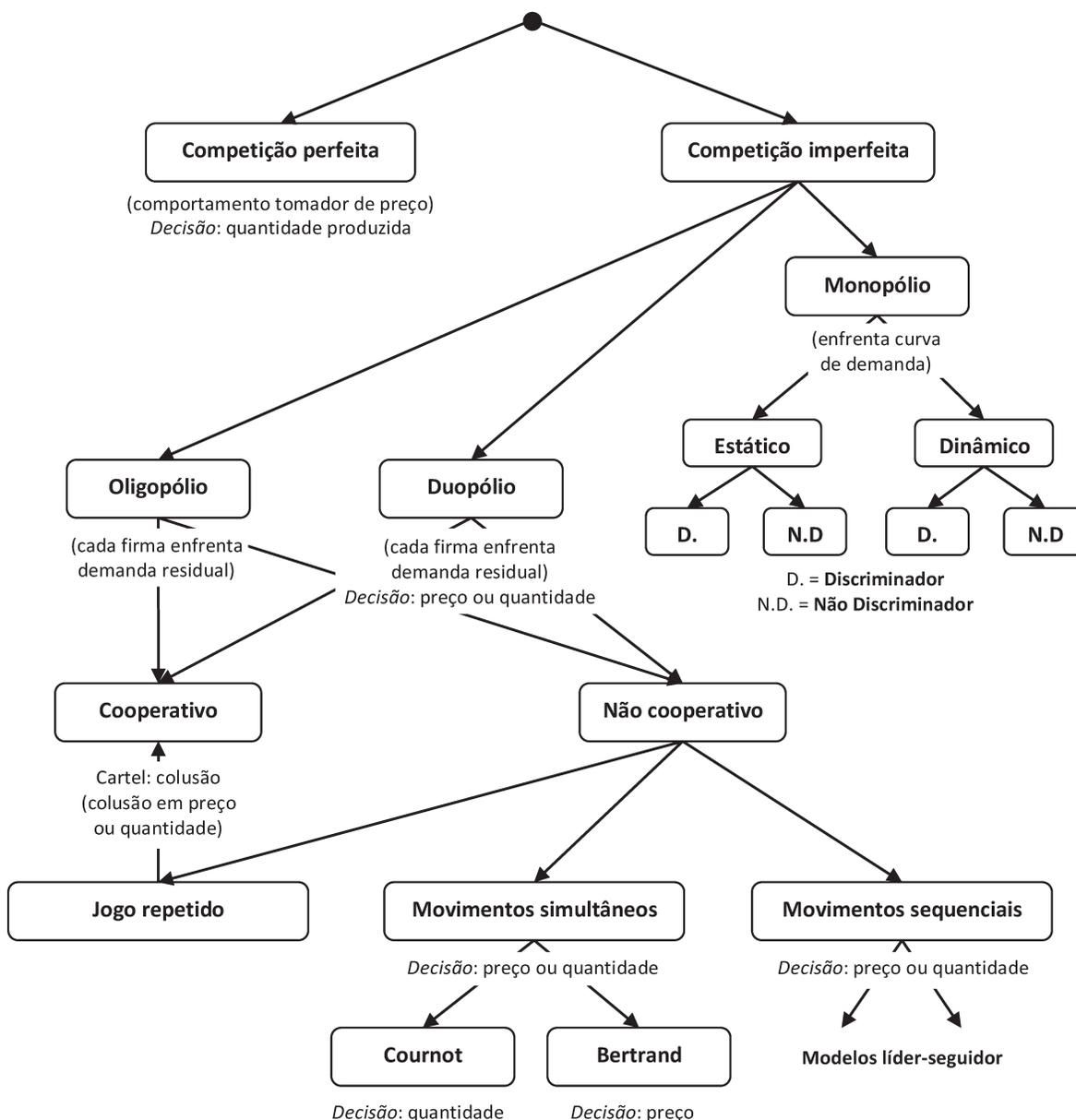


Figura 17 – Tipologia básica das estruturas de mercado adotadas pela OIM.

FONTE: SHY, 1995.

⁸⁷ Isso porque, no caso da colusão explícita, existe dificuldade de assinar contratos aplicáveis (*enforceable*) ou porque, no caso da colusão tácita, na prática se recai frequentemente na situação não cooperativa, devido aos obstáculos para a implementação de estratégias de punição estáveis (VARIAN, 2006).

Uma das características da OIM é a profusão de modelos teóricos alternativos disponíveis para a interpretação das situações empíricas (SHY, 1995). A Figura 17 reproduz o esquema interpretativo básico das estruturas de mercado da OIM. Dado o grau de abstração elevado e generalidade restrita da maioria dos modelos, uma das dificuldades iniciais que se coloca para o analista é a comparação e a seleção do modelo mais apropriado para cada situação empírica específica (TIROLE, 1988). Considerando os objetivos deste trabalho, três linhas analíticas frequentemente empregadas pela OIM foram selecionadas para consideração: a hipótese dos mercados “contestáveis”, o modelo de Stackelberg-Spence-Dixit e os efeitos de rede – incluindo as externalidades. Todas abordam situações propícias para oligopólios não cooperativos com movimentos sequenciais e abordam características relevantes do campo empírico em questão.

2.1.2.1. Hipótese dos mercados contestáveis

Conforme o paradigma estrutura-conduta-desempenho, indústrias com ganhos crescentes de escala ou custos fixos elevados representam um desafio para a entrada de novos competidores. Neste cenário, o resultado provável apontado pelo PECD é na direção do monopólio natural (PINTO; FIANI, 2002) ou do oligopólio com poucas firmas, beneficiando-se de lucros extraordinários (ou “quase rendas”) no longo prazo. Baumol, Panzar e Willig (1982) rejeitaram essa conclusão, enquanto universal, e apresentaram a hipótese dos mercados contestáveis. Nela, argumentam que a simples presença de custos fixos, a menos que irrecuperáveis (“*sunk costs*”⁸⁸), não justificam resultado diferente do esperado para um mercado competitivo (SCHMALENSEE, 2004).

A ideia do mercado contestável é intuitivamente simples. Suponha que em um dado mercado, onde existam m firmas incumbentes produzindo quantidades q_i e atendendo a demanda D , com um dado nível de preços p , com *market clear* ($\sum_{i=1}^m q_i = D(p)$) e margens positivas ($p q_i \geq C(q_i)$). Se, para qualquer configuração de equilíbrio deste mercado, nenhuma entrante potencial conseguir obter lucro, ao tomar o preço dos incumbentes como dado, este mercado será (perfeitamente) contestável (TIROLE, 1988). Nesta situação, os

⁸⁸ Custos irrecuperáveis, ou *sunk costs*, são aqueles custos que não podem ser revertidos ou recuperados pela firma, ou ainda aqueles cujos investimentos, quando não realizados, não possam ser convertidos para outra finalidade e, quando já realizados, não puderem ser revendidos (SHY, 1995).

autores demonstram que: (i) haverá apenas uma firma na indústria, (ii) esta firma terá lucro zero e (iii) os preços serão iguais aos custos médios (BAUMOL; PANZAR; WILLIG, 1982). Logo, diferentemente da situação de monopólio natural, a ameaça da entrada tem efeito próximo ao mercado competitivo sobre o monopolista (preço = custo médio versus custo marginal), sem possibilidade de melhoria por intervenção do Estado (opção *second-best*).

Para efeito das condições de entrada, portanto, um mercado contestável se torna teoricamente fechado para a entrada eficaz⁸⁹, da mesma maneira que o monopólio natural, sem, entretanto apresentar os mesmos problemas sob a perspectiva do bem estar social. Mas, como os próprios autores reconhecem, a situação de contestabilidade depende das funções de demanda e custos da indústria e, sob certas condições, pode não existir a solução sustentável para o problema acima (TIROLE, 1988) e, assim, os lucros podem se tornar positivos e a entrada se viabilizar (oligopólio) ou não (monopólio natural). Por outro lado, mesmo a presença de níveis reduzidos de custos irrecuperáveis pode não apenas tornar possível a obtenção de lucros de monopólio como bloquear efetivamente a entrada (STIGLITZ, 1987).

Alternativa semelhante, também crítica à inevitabilidade do – ou o “dano” causado pelo – monopólio natural em mercados com retornos crescentes à escala, é o modelo da *guerra de atrito* (desenvolvido por analogia a partir da biologia). O conceito básico é o de que duas firmas, disputando um mercado na condição de duopólio, provavelmente incorrerão em prejuízo (competição de Bertrand) até o momento em que uma delas desista e a outra assuma o papel de monopolista. Nessa situação, durante um período t aleatório, as empresas competem, praticando preços equivalentes aos custos marginais. No momento t uma das firmas abandona o mercado e a outra passa a praticar o preço de monopólio. Sob algumas premissas rigorosas, Tirole (1988) argumenta que o fluxo de prejuízos incorridos

⁸⁹ A conclusão da inviabilidade da entrada em mercados contestáveis depende da premissa de velocidade de ajuste preços adotada. Caso os preços sejam relativamente rígidos, em relação ao tempo necessário para alterações da capacidade instalada, então estratégias do tipo “*hit-and-run entry*” podem ser possíveis (TIROLE, 1988; KUPFER, 2002). Por se tratar de entrada e rápida saída, esta situação particular não foi considerada para o cenário geral de *entrada efetiva*.

durante a fase de duopólio será equivalente ao fluxo de lucros do monopolista sobrevivente, tornando uma nova entrada improvável após o estabelecimento do monopólio.

Em resumo, os refinamentos propostos pela OIM ao modelo clássico de monopólio natural não alteraram significativamente o cenário frente à questão da entrada efetiva neste tipo de indústria. Por diferentes mecanismos, a expectativa de entrada efetiva segue sendo nula ou remota. A discussão se restringe, em essência, à possibilidade ou não da extração de lucros de monopólio pelo incumbente e, portanto, à possível ineficiência deste tipo de arranjo, sob a perspectiva do bem estar social. Além disso, exceto no caso dos mercados perfeitamente contestáveis, os modelos da OIM apontam para tendência para formação de sobrecapacidade instalada, temporária ou permanentemente, assim como na OIC.

2.1.2.2. Modelo de Stackelberg-Spence-Dixit

A OIM frequentemente analisa a variedade de estratégias de negócio disponíveis para as firmas, conforme a situação, para deter ou acomodar suas rivais no mercado em questão. A partir de interações no curto prazo, as firmas buscam alternativas de comportamento que proporcionem alguma vantagem sobre as demais, dada a característica de convergência estratégica para o primeiro jogo, já mencionada. A origem primária de qualquer vantagem, a seu turno, tem que estar associada a alguma assimetria entre as firmas (CARLTON, 2004).

A estratégia ótima das firmas dependerá, frequentemente, do perfil da interação incumbente-entrante, conforme esta seja de substituição ou complementaridade estratégica (TIROLE, 1988). O conceito de perfil da interação estratégica é oriundo da inclinação das funções de reação⁹⁰, descendentes (substitutos estratégicos) ou ascendentes (complementares estratégicos), conforme os exemplos da Figura 18. No caso mais comum, de substitutos estratégicos, a implantação ou o aumento irreversível da capacidade crível de uma firma induzirá, como reação ótima, à redução de capacidade da(s) outra(s) firma(s). A credibilidade dessa irreversibilidade é a questão central da análise, baseada na teoria dos jogos (CARLTON, 2004). A interação estratégica introduz a dinâmica na análise, uma vez que o

⁹⁰ A função de reação representa o conjunto de respostas ótimas da firma i a cada escolha da firma j , $i \neq j$.

processo de sinalização por meio de custos irrecuperáveis (*sunk costs*) envolve sempre mais de um período.

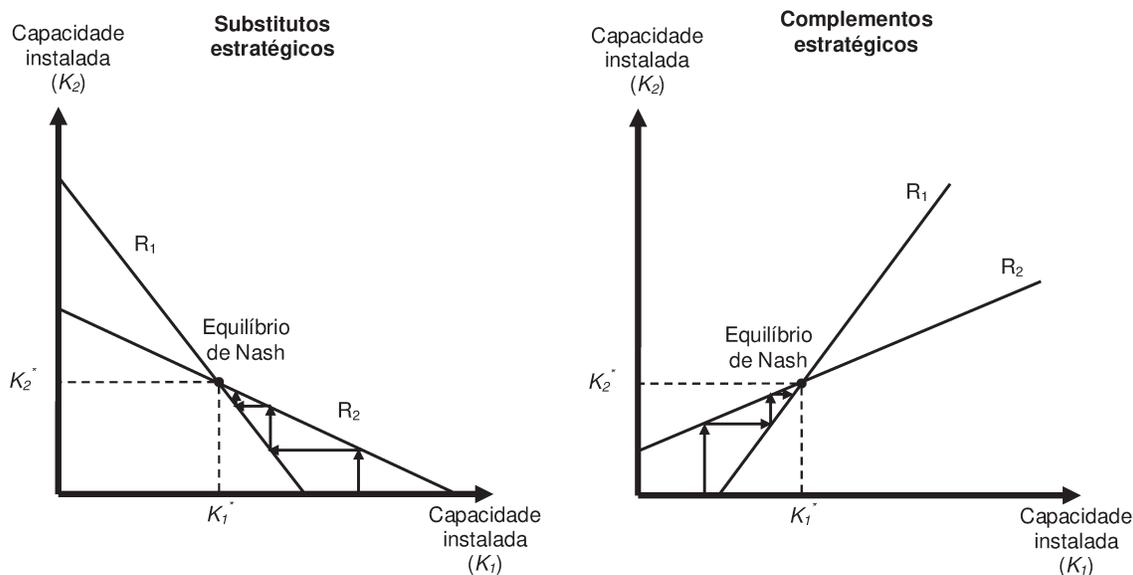


Figura 18 – Curvas de resposta da interação estratégica incumbente-entrante.

FONTE: análise do autor.

Nesse modelo as incumbentes normalmente acumulam antecipadamente capacidade produtiva, ou outra forma de investimento de capital, suficiente para limitar a entrada, ou mesmo bloqueá-la, caso existam retornos crescentes à escala. Ainda quando o compromisso da incumbente não é totalmente crível, a entrada pode ser desencorajada pelo aumento do risco do entrante, inclusive na ausência de economias de escala (SCHMALENSEE, 2004). Assim, mesmo com condições de tecnologia e custo equivalentes, a incumbente pioneira tem condições de manter rentabilidade permanentemente superior às entrantes, potenciais ou efetivas. São vantagens temporais intrínsecas da(s) primeira(s) firma(s) (*first-mover advantages*) que restringem a competição e a entrada (TIROLE, 1988).

Fudenberg e Tirole (1984) propuseram uma taxonomia para sistematizar os resultados de situações de interação estratégicas como as descritas acima, através de um modelo simples de dois períodos. Nele, para o caso de duas firmas no mercado (incumbente e entrante), ambas decidem (simultaneamente) seus volumes de produção (x_1 e x_2) no segundo período, a partir do investimento comprometido pela incumbente (K_1) no primeiro período.

odo. Seus lucros no segundo período serão $\Pi^1(K_1, x_1, x_2)$ e $\Pi^2(K_1, x_1, x_2)$, respectivamente. Caso as curvas de reação (da quantidade produzida), de uma firma em relação à outra, propiciem a convergência para a estabilidade (equilíbrio de Nash da Figura 18), o ponto de equilíbrio será $\{x_1^*(K_1), x_2^*(K_1)\}$.

Nesse cenário, a entrada será desencorajada, ou bloqueada, se K_1 for escolhido pela incumbente de forma que:

$$\Pi^2(K_1, x_1^*(K_1), x_2^*(K_1)) \leq 0 \quad (1)$$

Note-se que a opção da incumbente entre bloquear, desencorajar ou acomodar a entrada, e arcar com os custos correspondentes, depende da sua avaliação da demanda e da tecnologia, a partir das características da indústria, em um problema de otimização específico. De qualquer maneira, o efeito das decisões da incumbente sobre o lucro da entrante será:

$$\frac{d\Pi^2}{dK_1} = \underbrace{\frac{\partial \Pi^2}{\partial K_1}}_{\text{efeito direto}} + \underbrace{\frac{\partial \Pi^2}{\partial x_1} \frac{dx_1^*}{dK_1}}_{\text{efeito estratégico}} \quad (2)$$

O lucro da entrante dependerá tanto das decisões pré-entrada (K_1) como pelo comportamento pós-entrada $\left(\frac{dx_1^*}{dK_1}\right)$ da incumbente. A imagem que a incumbente terá interesse de projetar para a entrante, portanto, será de uma firma “dura” ou “suave” conforme $\frac{\partial \Pi^2}{\partial K_1}$ seja negativo ou positivo, respectivamente. Dessa forma, “se o investimento faz a firma 1 [parecer] dura, então a firma 1 deve ‘sobreinvestir’ para dissuadir a entrada” (TIROLE, 1988, p. 325) e vice-versa.

No caso em que a incumbente opte pela acomodação da entrante, o efeito das decisões da entrante – efetiva – sobre o lucro daquela será:

$$\frac{d\Pi^1}{dK_1} = \frac{\partial \Pi^1}{\partial K_1} + \frac{\partial \Pi^1}{\partial x_2} \frac{dx_2^*}{dK_1} \quad (3)$$

Nesse caso, a decisão de investimento da incumbente será direcionada pelo *efeito estratégico* resultante da influência da decisão de produção – e investimento – da entrante no segundo período. Assim, “a firma 1 deve sobreinvestir (subinvestir) se o efeito estratégico for positivo (negativo)” (ibid., p. 326).

Tabela 2 – Estratégias ótimas para a firma incumbente.

Perfil da interação	Ação incumbente	Efeito do investimento da incumbente sobre o lucro da entrante ⁹¹	
		$\frac{d\Pi^2}{dK_1} < 0$	$\frac{d\Pi^2}{dK_1} > 0$
Substitutos estratégicos	Acomodar ou desencorajar entrada	<i>top dog</i>	<i>lean & hungry</i>
Complementos estratégicos	Acomodar entrada	<i>puppy dog</i>	<i>fat cat</i>
	Desencorajar entrada	<i>top dog</i>	<i>lean & hungry</i>

FONTE: TIROLE, 1988.

A partir da análise precedente, Fudenberg e Tirole (1984) propuseram a taxonomia para as possíveis estratégias da incumbente: (i) *top dog* – ser grande/forte para parecer agressivo (sobreinvestir); (ii) *puppy dog* – ser pequena/fraca para parecer inofensiva (subinvestir); (iii) *lean & hungry* – ser pequena, mas parecer agressiva (subinvestir); (iv) *fat cat* – ser grande, mas parecer inofensiva (sobreinvestir). A Tabela 2 sumariza a utilização da taxonomia conforme o cenário estratégico.

2.1.2.3. Efeitos de rede e externalidades

A consideração dos efeitos das redes sociais sobre o processo econômico, a partir de padrões específicos de conexão entre indivíduos ou organizações, consumidores ou produtores, começou a ganhar espaço na Organização Industrial a partir dos anos 1980 (DAVID, 1985; FARRELL; SALONER, 1985; KATZ; SHAPIRO, 1985). Esse movimento buscou agregar à análise da concorrência fatores subjacentes às interações entre os agentes.

⁹¹ Assumindo que $\frac{\partial \Pi^2}{\partial K_1} = 0$, no caso da acomodação, para simplificar as opções (TIROLE, 1988).

A OIM se concentrou inicialmente na utilização instrumental⁹² do conceito de externalidade de rede, como suporte analítico para alguns problemas de natureza alocativa, gerados a partir do comportamento dinâmico de mercados específicos⁹³ (BRITTO, 2002). Em particular, o conceito de externalidade de rede de demanda, definido como “uma alteração no benefício ou excedente que um agente deriva de um bem quando muda o número de outros agentes consumindo o mesmo tipo de bem” (LIEBOWITZ; MARGOLIS, 1998), permitiu a reavaliar o papel da interação social nas escolhas dos consumidores de produtos e serviços em mercados específicos.

Externalidades de rede de demanda frequentemente proporcionam rendimentos crescentes nos mercados onde são verificadas. Logo, elas operam como elemento de aumento da interdependência entre consumidores, de certa forma alterando suas preferências endogenamente. Por isso, as expectativas dos agentes sobre a formação de redes de usuários em torno de produtos e serviços específicos, total ou parcialmente incompatíveis com seus concorrentes diretos, acabam por definir aqueles que sobreviverão em seus respectivos mercados, por meio de mecanismos que operam além das considerações usuais de eficiência⁹⁴ (DAVID, 1985). Esse fenômeno, de realimentação positiva, produz efeitos de rápida concentração do mercado em torno de apenas um produto, serviço ou padrão tecnológico, inviabilizando a existência de alternativas fora de nichos de mercado específicos (BESEN; FARRELL, 1994). Uma consequência direta da presença de externalidades de rede, verificada em diversos mercados, é a inaplicabilidade dos teoremas clássicos do bem-estar social, ainda que seja possível o estabelecimento de equilíbrio competitivo dos preços, abrindo espaço para falhas de mercado (SHY, 2001).

As externalidades de rede, associadas com relevantes economias de escala, explicariam a tendência à concentração persistente da telefonia fixa, por exemplo. Nessa in-

⁹² Quadros de referência teórica baseados em jogos em rede eram, nesse momento, em geral aplicados à investigação de fenômenos cooperativo entre agentes (ver, por exemplo, JACKSON; YARIV, 2007).

⁹³ A literatura sobre externalidades de rede distingue, pelo menos, quatro tipos particulares: (i) externalidades técnicas, relativas à interdependência produtiva entre firmas; (ii) externalidades pecuniárias, associadas com a interação entre preços relativos de fatores e as estruturas de custos; (iii) externalidades tecnológicas, induzidas a partir do efeito de *spillover* do conhecimento tecnológico entre firmas; e (iv) externalidades de demanda, associadas pela influência dos demais consumidores nas escolhas do consumidor (BRITTO, 2002).

⁹⁴ O processo de formação conjunta de expectativas é intrinsecamente indeterminado (*open-ended*) e conduz a soluções de “equilíbrios múltiplos” quando modelado analiticamente (SHY, 2001).

dústria, a adoção crescente pelos usuários da rede telefônica de uma determinada empresa criaria incentivos diretos, até certo ponto crescentes, para que os novos usuários também escolhessem essa rede, em detrimento de eventuais redes competidoras que contassem com menor número de usuários⁹⁵. Segundo Shy (2001), podemos formalizar esse processo como se segue. Consideremos um grupo de η usuários potenciais do serviço telefônico, ordenados uniformemente no intervalo $[0,1]$ conforme sua disposição decrescente a pagar pelo serviço. Por exemplo, os $\frac{\eta}{3}$ usuários com maior propensão a contratar uma linha telefônica estão contidos no intervalo $[0, \frac{1}{3}]$. Se q , $0 \leq q \leq 1$, representar o total de usuários que já contrataram o serviço telefônico e p for o seu preço, podemos definir a função de utilidade U_x para um usuário x qualquer, $x \in [0,1]$, como:

$$U_x = \begin{cases} (1-x)q - p, & \text{para usuários conectados} \\ 0, & \text{para usuários desconectados} \end{cases} \quad (4)$$

Dado um preço p para o serviço telefônico, o usuário \hat{x} que é indiferente entre contratar ou não o serviço ($U_x = 0$) será dado por:

$$\begin{aligned} 0 &= (1 - \hat{x})q - p, \\ \hat{x} &= \frac{q - p}{q} \end{aligned} \quad (5)$$

Como por definição $q = \eta\hat{x}$, a função inversa da demanda pelo serviço telefônico será dada por:

$$p = (1 - \hat{x})\eta\hat{x} \quad (6)$$

A função representada por (6) tem a forma de parábola, com preço máximo para $x = \frac{1}{2}$. Isso significa que, enquanto poucos usuários estão conectados à rede, o preço deve ser baixo devido à pequena utilidade do serviço – os efeitos de rede dominam o preço enquanto a rede é pequena – mas pode crescer conforme novas conexões são realizadas. Apenas quando a rede atinge a metade da população potencial a função inversa de demanda assume a inclinação descendente usual. Essa característica da curva de demanda causa, si-

⁹⁵ A premissa essencial para o surgimento da externalidade de rede, nesse caso, é a ineficiência do regime de interconexão entre as diversas redes, impossibilitando um usuário de acessar usuários de outras redes ou ocasionando custo mais elevado para as chamadas inter-redes (em relação às chamadas intrarrede).

multaneamente, dois efeitos importantes sobre a competição: (i) para um mesmo nível de preços, a rede com mais usuários será sempre preferível às demais, e (ii) conforme cresce a população de usuários potenciais, maior pode ser o preço praticado.

Nas circunstâncias do modelo, o risco de comportamentos predatórios pelo monopolista, resultante do inevitável processo de concentração, justificou inicialmente a ação do estado para concentrar e regular a operação de todo o sistema, mais frequentemente por meio de monopólio estatal. Entretanto, a partir dos anos 1980, essa tendência começou a ser gradualmente substituída pelo paradigma da interconexão, através do controle administrativo do “preço de acesso” à rede do incumbente histórico. Isso permitiu que firmas competidoras surgissem a partir da exploração da rede legada mantida pela operadora incumbente, que passou a ser remunerada também por tarifas de acesso “razoáveis”, pagas pelas operadoras entrantes. Em princípio, esse arranjo seria mais eficiente do que aquele do “monopólio natural”, ao introduzir um padrão competitivo que permitiria mitigar alguns dos problemas associados ao modelo anterior – baixa qualidade dos serviços, defasagem tecnológica e preços elevados (SHY, 2001).

Assim como a telefonia, o serviço de acesso à internet apresenta clara evidência da presença de efeitos de rede na sua adoção (SHAPIRO; VARIAN, 1999). Mas, devido às características específicas de governança da internet, esses efeitos não se manifestam *diretamente* sobre uma rede específica e, por isso, o comportamento monopolista usualmente não está no conjunto de possibilidades estratégicas dos provedores de acesso⁹⁶. Considerando essas características particulares do setor de internet, MacKie-Mason e Varian (1994b) levantaram a hipótese de que modelos do tipo “preço de congestionamento”, nos quais o preço do acesso deveria ser proporcional à contribuição de cada usuário para o congestionamento da rede, seriam mais adequados para explicar o mercado de acesso à internet. Assim, sob o ponto de vista do bem-estar social, o preço ótimo a ser cobrado – sobre cada unidade de informação (“pacote”) que trafega na rede – deveria ser determinado a partir da alocação eficiente dos custos dos recursos mobilizados nessa situação.

⁹⁶ Isso se deve crucialmente ao modelo aberto de interconexão, que historicamente se estabeleceu entre os maiores provedores, pelo menos, reforçado posteriormente pelas diretrizes dos organismos de governança da internet. Isso restringiu, na prática, a utilização das externalidades produzidas pela rede para promoção de estratégias monopolistas pelas firmas detentoras da infraestrutura da internet.

MacKie-Mason e Varian (1994b) propuseram um modelo simples para definição de preços eficientes no caso da internet. Ele pressupõe o desdobramento conceitual do preço em duas parcelas: uma constante, para recuperação dos custos operacionais alocados segundo algum critério fixo, e outra variável, para controlar o uso “abusivo” e manter o congestionamento da rede dentro de níveis adequados. Adotamos aqui a formalização proposta por Shy (2001) para o modelo.

É dado o número η de usuários potenciais da rede, supondo-se ainda que cada usuário i , $i = 1, \dots, \eta$, seja responsável pela movimentação de q_i pacotes em cada período de análise. Dessa forma, $Q = \sum_{i=1}^{\eta} q_i$ representaria a quantidade total de pacotes que circulam na rede no período em questão. Entretanto, a rede física que suporta a internet é dimensionada, também para cada período, para o transporte de até \bar{Q} pacotes sob um nível adequado de serviço, ou seja, sem que a qualidade percebida pelos usuários no transporte da informação seja significativamente prejudicada⁹⁷. Com isso em mente, MacKie-Mason e Varian (ibid.) propuseram uma função de utilidade para cada o usuário i :

$$U_i = \sqrt{q_i} - \delta \frac{Q}{\bar{Q}} - pq_i \quad (7)$$

Onde δ é o parâmetro que quantifica a perda de utilidade associada com o nível de congestionamento da rede, medida pelo grau de utilização da capacidade instalada \bar{Q} . Quando $\frac{Q}{\bar{Q}} \leq 1$, a rede está subutilizada e a qualidade percebida pelos usuários é adequada. p representa o preço para cada pacote que trafega na rede. No caso de $p = 0$, o tráfego demandado por cada usuário será aquele que resolva (8), dadas as condições de primeira e segunda ordem em (9).

$$\max_{q_i} U_i = \sqrt{q_i} - \delta \frac{Q}{\bar{Q}} - pq_i, \quad Q = q_i + \sum_{j \neq i}^{\eta} q_j, \quad p = 0 \quad (8)$$

⁹⁷ Dada a natureza probabilística das redes de comutação de pacotes, algum nível de congestionamento, com consequente atraso no fluxo de informações, é inerente ao próprio projeto da capacidade física das redes. A degradação da qualidade dos serviços é, em geral, avaliada a partir desse nível projetado de qualidade.

$$\frac{dU_i}{dq_i} = \frac{1}{2\sqrt{q_i}} - \frac{\delta}{\bar{Q}} - p = 0, \quad \frac{d^2U_i}{d(q_i)^2} = -\frac{1}{4\sqrt{(q_i)^3}} < 0 \quad (9)$$

$$q_i = \left(\frac{\bar{Q}}{2\delta}\right)^2, \quad Q = \eta q_i = \eta \left(\frac{\bar{Q}}{2\delta}\right)^2 \quad (10)$$

A conclusão obtida em (10) parece inequívoca: a capacidade demandada pelos usuários, nesse cenário, cresce conforme o quadrado da capacidade instalada da rede, logo os congestionamentos são inevitáveis sem a adequada cobrança pelo tráfego gerado. Mas, se o preço p for maior que zero, o uso da rede tenderá a se reduzir, de forma a que $1 \leq q_i < \left(\frac{\bar{Q}}{2\delta}\right)^2$. Supondo que, nessa situação, todos os usuários utilizem uma mesma quantidade de pacotes $q = q_i$, para $i = 1, \dots, \eta$, o preço máximo p^{max} , que torna o usuário indiferente em incrementar ou não sua utilização da rede ($U_i = 0$), é dado por:

$$p^{max} = \frac{1}{\sqrt{q}} - \delta \frac{\eta}{\bar{Q}} \quad (11)$$

Cada provedor de acesso à internet j , $j = 1, \dots, \lambda$ (λ é o número de provedores) tem no investimento na capacidade Q_j de sua rede a principal ação de diferenciação do seu produto. Entretanto, cada provedor, individualmente, não tem controle sobre a capacidade total da rede $\bar{Q} = \sum_{j=1}^{\lambda} Q_j$. Ainda assim, resultado obtido em (11) indica que o compromisso clássico entre qualidade e preço também está presente nesse caso e que os preços efetivamente praticados poderão ser obtidos a partir do cálculo maximizador dos provedores, desde que alterações na sua capacidade Q_j sejam significativas para a definição de \bar{Q} . Logo, para os pequenos provedores ($Q_j \ll \bar{Q}$), a única estratégia disponível é a de “tomadores de preço” (“*price takers*”). Isso significa que, em um cenário com a presença de economias de escala, os provedores maiores poderão definir preços que inviabilizem as firmas menores e bloqueiem a entrada de novas, uma espécie de barreira à entrada dinâmica.

A pesquisa mais recente na OIM tem mostrado que as externalidades de rede são, na verdade, um caso particular da influência das redes sociais sobre a organização de setores industriais. Redes entre firmas, em especial, são arranjos institucionais para gerir a

situação de interdependência entre firmas (BAUM; SHIPILOV; ROWLEY, 2003). Por exemplo, a tendência da coexistência de colaboração em P&D e competição comercial entre agentes de uma mesma indústria, que tem crescido em diversos setores⁹⁸ (HAGEDOORN, 2002). Esse fenômeno estabeleceu a importância dos *spillovers* tecnológicos voluntários, gerados pela cooperação, como incentivo para o progresso técnico (PYKA; GILBERT; AHRWEILER, 2009). Mas esse cenário, conforme a análise empírica e teórica, parece ser bastante influenciada pelo arranjo particular das conexões das firmas dentro da rede que compõe as indústrias envolvidas (BLOCH, 1995; GOYAL; MORAGA, 2001).

Sob um conjunto relativamente restritivo de premissas, trabalhos como o de Goyal e Moraga (2001) mostraram que, dada a competição das firmas no mercado do produto final da indústria, um arranjo de relacionamentos assimétricos entre as firmas produz resultados coletivamente mais atrativos do que aqueles esperados em uma rede setorial totalmente conectada. Usualmente, nesse cenário, existem incentivos suficientes para que as firmas se organizem em redes de relacionamento bilateral estáveis para o P&D colaborativo, ao mesmo tempo em que essas firmas competem no mercado (PYKA, 2002; STEIN, 2008). Em especial, é possível demonstrar que, nessas circunstâncias, existem níveis ótimos para o grau de conectividade⁹⁹ entre as firmas inseridas em redes regulares, sendo que os custos médios proporcionados para as firmas interconectadas são decrescentes até que se atinja esse grau, mas se tornam crescentes a partir daí (GOYAL, 2007; STEIN, 2008).

Um caso particularmente relevante de topologia de rede, frequentemente considerado na literatura, é a de “*small world*” (“mundo pequeno”). Elas recebem esse nome devido à semelhança com situações empíricas usuais de redes grandes mas esparsas, onde as firmas são densamente interconectadas apenas dentro de regiões delimitadas relativamente pequenas (“*clusters*”), mas com a existência de ligações entre *clusters* que mantém a distância entre quaisquer elementos da rede relativamente pequena (WATTS, 1999). A análise empírica parece indicar que a configuração desse tipo de rede, na prática, não tem origem inteiramente aleatória, sendo que interação estratégica cooperativa entre os agentes é

⁹⁸ Esse crescimento foi especialmente importante nas indústrias de alta tecnologia e, dentre essas, o setor de tecnologia da informação apresentou resultados dos mais expressivos nesse sentido (HAGEDOORN, 2002).

⁹⁹ O grau de conectividade de uma firma em uma rede representa o número de conexões diretas que ela estabelece com outras firmas.

elemento importante na sua formação (BAUM; SHIPILOV; ROWLEY, 2003). Uma das formas adotadas para a modelagem de redes *small world* são os jogos não cooperativos sequenciais. Essa abordagem permite identificar que a formação desse tipo de padrão associativo, em equilíbrio e sob algumas premissas, pode representar a resposta ótima para a maioria dos agentes na organização de uma indústria (BLOCH, 1995).

2.1.3. Limitações da Organização Industrial moderna

Apesar do inegável avanço representado pela OIM para explicar o comportamento estratégico da interação entre as firmas no mercado, antes e após a entrada de novos competidores, suas premissas restritivas são apontadas como importantes limitantes de sua aplicação generalizada na análise empírica (PYKA; EBERSBERGER; HANUSCH, 2004). Mesmo com o maior rigor que a teoria dos jogos aportou para explicar os preços em cenários de oligopólio, a partir de mecanismos de coordenação tácitos ou explícitos, a OIM segue incapaz de explorar as consequências desse fenômeno além da questão alocativa estática. A ênfase estrita no mecanismo de preços dificulta que outras questões importantes – especialmente aquelas de natureza dinâmica – sejam tratadas (POSSAS, 2002).

A perspectiva da escolha racional é capaz de fornecer *insights* importantes em alguns tipos de situação, mas se torna limitada, enquanto ferramenta explanatória, em muitos outros (KIRMAN, 1997; WINDRUM, 2007). Em termos dinâmicos, a premissa de racionalidade substantiva assumida pela teoria dos jogos é problemática em diversas situações reais, pois implica que considerações sobre incerteza e prudência dos agentes são subestimadas no processo de busca do equilíbrio (SIMONSEN, 1988; DEQUECH, 2003, 2006). Essas restrições podem acarretar em problemas nos resultados analíticos, especialmente em setores tecnologicamente muito dinâmicos, onde o nível de incerteza elevado e o aprendizado coletivo são essenciais para a caracterização setorial. O tratamento que a OIM dá ao processo de desenvolvimento cooperativo do conhecimento, ao focalizar a questão essencialmente nos *spillovers* agrava essa questão (PYKA; GILBERT; AHRWEILER, 2009), apesar de trabalhos recentes na teoria dos jogos estarem tentando superar essa limitação (por exemplo, ver STEIN, 2008).

Outra questão problemática são as situações que envolvem a dinâmica de valores sociais e instituições, inclusive as tecnológicas, que na OIM são frequentemente modeladas como soluções de equilíbrio múltiplo (DOSI; NELSON, 1994). Compreender *como* uma solução particular de equilíbrio é selecionada, dentre as diversas alternativas, é igualmente importante (ARTHUR, 1988); a explicação da mudança – e não apenas do equilíbrio – deveria ser um dos elementos centrais do tratamento da competição capitalista (METCALFE, 1998).

“[No quadro conceitual neoclássico] apenas a dimensão quantitativa dos estados potenciais de equilíbrio e sua estática comparativa [são] considerados. No nível setorial isso significa que a análise é restrita para estruturas de equilíbrio de longo prazo descrevendo, por exemplo, o número de firmas em uma indústria particular, sem colocar ênfase nos fatores que impulsionam a emergência e a maturação das indústrias, [...] basicamente negligenciando os processos de inovação e desenvolvimento tecnológico.” (PYKA; EBERSBERGER; HANUSCH, 2004, p. 192)

Em uma perspectiva de equilíbrio geral, onde os agentes hiper-rationais absolutamente não interagem, ou na teoria dos jogos clássica, onde os agentes hiperconectados interagem com todos os demais, não costuma existir espaço para uma representação intermediária¹⁰⁰, que privilegie padrões de interação local complexa (KIRMAN, 1997; PYKA; FAGIOLO, 2005). Como lembra Georgescu-Roegen (1967, p. 32), na perspectiva da teoria neoclássica “a condição comumente classificada como de ‘indústria perfeitamente competitiva’ na realidade não envolve nenhuma competição”, pois as firmas se ajustam passivamente, via preços, quantidades ou investimentos, sem que seja necessária a interação ativa. A introdução dos jogos em rede em princípio mitigaria essa limitação, permitindo o tratamento da interação estratégica local dos agentes dentro da OIM. Porém, os resultados passíveis de serem obtidos pela análise de jogos em rede são bastante restritos, em especial devido à sua limitada generalidade face à multiplicidade de topologias de rede e à falta de solução adequada para o problema da coordenação no equilíbrio (KÖNIG; BATTISTON; SCHWEITZER, 2009). Esses resultados, produzidos em geral a partir de topologias muito

¹⁰⁰ Autores como Potts (2000) argumentam que essa restrição tem origem na geometria do espaço matemático adotado pela teoria neoclássica, na forma de um campo no \mathbb{R}^n , onde obrigatoriamente todos os elementos têm que estar conectados com todos os demais.

simples, não se mantêm quando redes mais complexas – e próximas dos arranjos reais – são introduzidas (GOYAL, 2007).

Um dos problemas analíticos críticos é que a operação das redes de agentes heterogêneos adaptativos – que compõem os sistemas econômicos – acontece fora do escopo de atratores globais para o equilíbrio. Mesmo em suas formas mais sofisticadas, incluindo a análise de redes, a teoria dos jogos não oferece recursos técnicos suficientes para lidar com essa realidade complexa (HOLLAND, 1988; KIRMAN, 1997). “Inovação é uma questão de comportamento diferencial e comportamento diferencial é a base para a mudança estrutural” (METCALFE, 1998, p. 37). A adoção da perspectiva de agentes representativos homogêneos, apesar do aumento da tratabilidade matemática, obstrui a consideração da mudança estrutural e da inovação, pelo menos da forma com que esses termos são normalmente tratados fora da OIM. Em situações reais, as firmas frequentemente respondem de modo diferenciado aos sinais recebidos do mercado, de forma racional, porque nem todas as escolhas são claramente superiores às outras *ex ante* (DAVID, 1985).

Ainda que sejam conceitualmente abstraídos os desafios impostos pela inovação, a OIM – que em princípio é também aplicável em situações de racionalidade limitada – requer que os contextos nos quais os atores tomam suas decisões sejam razoavelmente familiares para eles, permitindo um nível adequado de previsibilidade e homogeneidade dos comportamentos ótimos, ou pelo menos superiores¹⁰¹ (DOSI; NELSON, 1994). Entretanto, mesmo nessa situação, o tratamento de como e quais comportamentos “racionais” poderiam ser aprendidos pelos atores é problemático, pois a OIM em essência desconsidera o ambiente institucional – valores, normas, crenças, práticas compartilhadas – que guia e restringe a escolha dos comportamentos efetivamente adquiridos. Ora, explicar os comportamentos das firmas sem compreender as forças tecnológicas e sociais que os moldaram, partindo da premissa de que, independentemente de como o aprendizado se deu, o resultado final do processo possa ser predito e seja ótimo, é talvez a principal fragilidade teórica da Organização Industrial convencional.

¹⁰¹ A premissa básica adotada é supor que os atores sempre se comportam “como se” eles conhecessem o que estão fazendo e que, no caso de ocorrência de erros de julgamento, os agentes inevitavelmente descobririam as respostas corretas e adequariam o seu comportamento, de forma a excluir a possibilidade de erros sistemáticos (NELSON, 1995).

Ao contrário, em um ambiente de competição schumpeteriana, as firmas incessantemente buscam a diferenciação através do aprendizado e da inovação e, assim, modificam constante e endogenamente as condições estruturais do próprio mercado. Dessa forma, para a compreensão ampla da organização da indústria, torna-se indispensável levarmos em consideração, além das barreiras à entrada tradicionais e das interações estratégicas entre competidores, também as *capacidades dinâmicas*, inclusive as habilidades sociais, necessárias para que a firma lide com a dinâmica competitiva nas suas diversas dimensões, inclusive na institucional (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; CORIAT; DOSI, 2002).

“A análise da concorrência schumpeteriana mostrou-se uma tarefa difícil de ser executada com o uso de premissas teóricas ortodoxas” (NELSON; WINTER, 1982 [2005], p. 407). A questão de fundo é a premissa da *otimização* sob condições estritas de racionalidade. Mesmo que sejam relaxados os pressupostos sobre a previsibilidade das escolhas, com a introdução dos conceitos de risco, relacionamento em rede e variáveis estocásticas, a OIM necessita assumir que o conjunto de escolhas da firma, inclusive tecnológicas¹⁰², é dado, finito e conhecido *a priori*, cabendo à concorrência tão somente o papel de gerar os sinais e incentivos para que os competidores façam as escolhas corretas (DOSI, 1982).

2.1.4. O setor de internet na perspectiva da Organização Industrial

Uma das conclusões preliminares da análise do segmento de acesso do setor de internet é a inaplicabilidade dos modelos “padrão” de concentração industrial. Um oligopólio de Bertrand pressupõe competição por preços, o que de resto parece descartado pela evidência empírica¹⁰³ levantada no capítulo 1. Tampouco uma leitura a partir do modelo de Cournot parece ser compatível com a organização do mercado de acesso à internet, no qual os provedores, na prática, sequer têm controle direto sobre as quantidades que oferecem¹⁰⁴.

¹⁰² Na perspectiva da OIM, a direção do desenvolvimento tecnológico é normalmente caracterizada como *market pull*, ou seja, como função exclusiva da demanda dos consumidores e da necessidade de otimização produtiva. Esse enfoque desconsidera a possibilidade do *technology push*: não são tratadas adequadamente as inovações radicais e outras situações onde produtos e processos que não eram sequer imaginados ou demandados se tornam realidade, reestruturando profundamente os setores onde se inserem (DOSI, 1982).

¹⁰³ O modelo de Bertrand pode ser, no entanto, uma representação em princípio razoável para o segmento de equipamentos e sistemas, onde a relativa concentração do mercado acontece simultaneamente com intensa competição de preços e margens reduzidas.

¹⁰⁴ Tanto em termos técnicos como regulatórios, as condições desse mercado dificultam o controle eficaz, no curto prazo, do número de usuários e do volume de tráfego que um provedor efetivamente atende.

Ao se investigar as principais condições para a concentração sugeridas pela OIC, diversos dos pré-requisitos habituais não se verificam no setor de internet, em particular no segmento de acesso. A diferenciação dos produtos é relativamente limitada, restrita principalmente à esfera da qualidade. A elasticidade preço da demanda é bastante elevada, como apontam as pesquisas empíricas, e as barreiras à entrada estáticas tradicionais são limitadas pela dinâmica particular do progresso técnico setorial. Tampouco parece ter papel importante a sinalização de retaliação pelos incumbentes, considerando o volume elevado de entrantes, a despeito do seu eventual insucesso em crescer.

A leitura tradicional do setor de telecomunicações enquanto monopólio natural, devido aos custos irrecuperáveis ou às externalidades de rede diretas, também não parece se transpor diretamente para a o cenário contemporâneo da internet.

“As operadoras tradicionais tentam defender o seu monopólio natural na rede de telefonia local através do reforço do papel das externalidades de rede, custos irrecuperáveis e economias de escopo. [...] No entanto, as economias de escala atribuída ao acesso local já não são suficientes para impedir a concorrência a partir de novas tecnologias de radiocomunicação digital e de acesso por fibra óptica.” (DAVIES, 1996, p. 1176)

No caso da internet, as barreiras à entrada estáticas bem como os custos irrecuperáveis são, em geral, menos relevantes do que no caso da telefonia fixa. Isso porque estão disponíveis tecnologias de acesso que permitem a construção de redes a partir de escalas relativamente reduzidas, viabilizando a competição economicamente eficiente entre redes de serviço sobrepostas, como já demonstrado no caso da telefonia móvel (que utiliza plataforma tecnológica semelhante para o acesso à internet). Apesar da frequente introdução de novas e mais produtivas tecnologias de acesso, que requerem a constante substituição de redes obsoletas, a vantagem dos *first-movers*, apesar de reduzida, não foi completamente eliminada, como deixam claro a persistente dominância dos provedores históricos.

Tampouco a possibilidade de existência de vantagens de escala e escopo para os provedores de acesso maiores não pôde ser descartada pela análise empírica e, aparentemente, é uma das forças de estímulo para a concentração no caso concreto¹⁰⁵. Por outro lado, a avaliação dos custos e margens das incumbentes do mercado de acesso parece afas-

¹⁰⁵ Vale notar que mesmo no segmento de conteúdo, onde a presença de significativas economias de escala é ainda mais marcante, a dominância das firmas líderes tem sido relativamente efêmera, marcada pela incessante competição por meio da introdução de serviços e conteúdos inovadores.

tar, pelo menos preliminarmente, a hipótese do mercado contestável. Margens substanciais – preços muito acima dos custos médios – foram constatadas para as firmas incumbentes. Tampouco foram detectados indícios da ocorrência de “guerras de atrito” entre as firmas. Pelo contrário, a estratégia de convivência por meio da divisão geográfica do mercado parece dominante.

Apesar da evidente presença de efeitos de rede no processo de adoção da internet pelos usuários, essas externalidades¹⁰⁶ não podem, via de regra, ser capturadas pelos provedores de acesso, devido à descentralização do controle e à interconexão generalizada das redes físicas. Afinal, não é relevante para a maioria dos usuários em qual sub-rede eles estão conectados, uma vez que todas as sub-redes que compõem a internet estão interconectadas e, em geral, não existe diferenciação de preço para troca de informações inter ou intrarredes. Custos de migração entre provedores tampouco parecem ser consideráveis.

A análise das estratégias das firmas do setor, a partir da TJ, não é tarefa simples, dada a convivência simultânea de jogos cooperativos e não cooperativos, característica crítica da trajetória da internet. Além disso, a dinâmica do setor frequentemente alternou distintas “regras do jogo”, frequentemente oriundas das redes sociais de cooperação *ad hoc* estabelecidas entre os agentes, complicando a tarefa analítica. Ainda assim, resultados em um nível mais elevado de generalidade, compatíveis com a dinâmica de concentração verificada empiricamente, são passíveis de tratamento com a TJ (por exemplo, ver FAULHABER; HOGENDORN, 2000). O desenvolvimento de redes de relacionamento colaborativo para P&D entre competidores, no setor da internet, pareceu se conformar ao quadro geral da OIM e da análise de jogos em rede. Entretanto, as restrições teóricas de eficiência, previstas pela teoria para redes com elevado grau de conectividade como aquelas que se estabeleceram nos organismos de governança da internet, aparentemente não se manifestaram. Em princípio, fatores não considerados na análise teórica, inclusive a topologia complexa da rede setorial, podem ter removido ou atenuado essas restrições.

O modelo de Stackelberg-Spence-Dixit parece ser adequado para tratar alguns cenários específicos do segmento de acesso, ainda que também em condições de elevada

¹⁰⁶ Esse tipo de externalidade de rede costuma ser denominada “indireta” (KATZ; SHAPIRO, 1985). Ela se dá quando as decisões dos usuários influenciam as preferências devido ao estímulo indireto para a oferta de bens complementares àqueles que estão sendo avaliados.

generalidade. A informação empírica parece dar sustentação à hipótese de que o significativo volume de investimento irreversível realizado pelos incumbentes pode induzir à entrada em escala demasiado pequena. Em conjunto com a presença de economias de escala, isso estabelece um círculo vicioso para os entrantes, que entram no mercado com tamanho pequeno demais para se tornarem competidores efetivos dos incumbentes. A evidência anedótica aponta que o único caso de entrante exitoso no mercado brasileiro, a GVT, precisamente foi um dos poucos provedores iniciantes que investiu em escala comparável à das incumbentes. Apesar do elevado volume de investimento da GVT ter sido, até o momento, um caso único no Brasil, por outro lado apontou para a viabilidade da entrada, atendidas certas condições, independentemente da capacidade instalada das incumbentes e apesar da efetiva postura “*top dog*” assumida pela incumbente¹⁰⁷ (Brasil Telecom) na época da entrada, conforme a evidência empírica disponível.

2.2. Teoria evolucionária neoschumpeteriana

“O que torna o capitalismo diferenciado é a sua capacidade, descentralizada e distribuída, para a introdução de novos padrões de comportamento; sejam tecnológicos, organizacionais ou sociais, eles são o combustível que impulsiona a mudança econômica.” (METCALFE, 1998, p. 3)

O conceito de “*creative destruction*” (“destruição criadora”) de Joseph Schumpeter (1943) talvez seja uma das melhores e mais sucintas descrições de uma teoria evolucionária na ciência econômica. Schumpeter (1912) transformou o espaço clássico de análise da competição interfirma, ao reconhecer que as firmas procuram ativamente se diferenciar entre si, pelo incessante processo de inovação e imitação, tecnológica¹⁰⁸ e organizacional, em busca do “lucro de monopólio¹⁰⁹”. Apontou ainda que o padrão de avanço, gerado endogenamente a partir desse processo, influenciava fortemente a estrutura competitiva do

¹⁰⁷ Inquestionavelmente o investimento adicional da incumbente (K_1) produziu redução do lucro da entrante (Π^2) no mercado de acesso, seja devido ao aumento da qualidade da rede requerida pelos usuários, seja pelo aumento da cobertura geográfica necessária, devido à dispersão dos usuários existentes.

¹⁰⁸ Tecnologia, em um contexto neoschumpeteriano, pode ser definida como “um conjunto composto por conhecimento, diretamente ‘prático’ (relacionado com problemas e dispositivos concretos) ou ‘teórico’ (mas aplicável na prática apesar de não necessariamente já ter sido aplicado), *know-how*, métodos, procedimentos, experiência de sucessos e falhas e [...] dispositivos e equipamentos físicos” (DOSI, 1982, p. 151-152).

¹⁰⁹ Conceito da economia clássica – as “quase rendas” – que representa o lucro capturado pelo monopolista, além da cobertura dos custos marginais, e que é possível apenas na situação de competição imperfeita (VARIAN, 2006).

mercado (SCHUMPETER, 1943). “Ele identificou como processo-chave do desenvolvimento a ‘realização de novas combinações’, e, na economia competitiva, ‘novas combinações significam a eliminação competitiva do velho’” (NELSON; WINTER, 1982 [2005], p. 402). É em sua obra de 1943, que ele apresenta a célebre “hipótese schumpeteriana”: a presença de empresas grandes, com efetiva capacidade de inovar, em mercados crescentemente concentrados, é *condição necessária* para o desenvolvimento econômico acelerado observado na economia contemporânea.

Como ilustra Possas (2002), a perspectiva schumpeteriana representa uma mudança radical de paradigma na análise da competição. A partir da teoria neoclássica, as formulações usuais do processo competitivo dentro da ciência econômica, como aquelas apresentadas por Arrow (1962) ou Dasgupta e Stiglitz (1980)¹¹⁰, restringem o papel da competição ao processo de eliminação de vantagens ou diferenças entre as firmas concorrentes, a partir da sinalização promovida pelo sistema de preços e da disponibilidade da tecnologia enquanto bem público. Nessa perspectiva, situações de monopólio ou oligopólio representam situações estritamente antagônicas ao mercado competitivo enquanto instrumento alocativo ótimo (ibid.). Já para Schumpeter, como mostram Dosi e Nelson (2010), a competição não tem relação direta com o com a eficiência econômica estática; pelo contrário, a inovação contínua tende a fragilizar a competição, ao criar vantagens dinâmicas para os inovadores de sucesso, restando a alocação dos benefícios do progresso tecnológico como conjuntural – e não predeterminada por uma forma particular de competição.

A partir da herança schumpeteriana, Nelson e Winter (1982) propuseram a teoria evolucionária (TE), que se tornou ponto de referência para o desenvolvimento da escola neoschumpeteriana a partir dos anos 1980. Uma teoria dita “evolucionária” porque a economia capitalista se desenvolve (“evolui”) ao longo do tempo, por meio de “um *processo* ininterrupto de introdução e difusão de *inovações* em sentido amplo^[111], isto é, de quaisquer mudanças no ‘espaço econômico’ no qual operam as empresas” (POSSAS, 2002, p. 418,

¹¹⁰ Para uma visão geral das características dos modelos desses autores, em particular das diferenças entre as premissas adotadas com aquelas assumidas por Schumpeter, ver Hasenclever e Ferreira (2002).

¹¹¹ Schumpeter (1912) apresentou uma tipologia para as inovações: (i) introdução de um novo produto; (ii) introdução de um novo método de produção; (iii) abertura de um novo mercado; (iv) conquista de nova fonte de insumos; (v) reorganização da indústria, visando aumento do poder de mercado.

grifos no original). Por sua própria natureza, processos evolucionários são o que se conveniona chamar de *open-ended*, ou seja, não podem ser completamente predeterminados, sem tampouco serem aleatórios, pois dependem de uma interação complexa entre múltiplos fatores, inclusive de ordem institucional, que se modificam ao longo da trajetória temporal (LOASBY, 1999; DOSI, NELSON, 2010).

A adoção de uma perspectiva evolucionária para a economia foi inspirada pela biologia¹¹², apesar de não ter sido realizada com exclusividade pela escola neoschumpeteriana. A contribuição relevante dessa escola, entretanto, foi uma abordagem que permitiu a formalização da rica visão apreciativa de Schumpeter sobre o capitalismo – enquanto potente mecanismo de indução da *mudança*.

“De forma geral, a teoria evolucionária pode ser vista como uma teoria sobre como a sociedade, ou a economia, aprende: em casos muito especiais o aprendizado leva à convergência para alguns repertórios de “comportamentos ótimos”; normalmente ele acarreta a adaptação mais ou menos temporária, e altamente subótima, para o que é percebido serem as restrições e oportunidades ambientais vigentes, e também muitos erros sistemáticos, tentativas e descobertas.” (DOSI; NELSON, 1994, p. 158)

Pelo menos três princípios básicos costumam definir uma abordagem evolucionária: (i) o *princípio da variação*: membros de uma população se diferenciam com respeito a uma ou mais característica relevante; (ii) o *princípio da hereditariedade*: a existência de mecanismos de reprodução que garantem a continuidade no tempo de formas e comportamentos, mesmo que de forma imperfeita; e (iii) o *princípio da seleção*: as características de alguns membros da população são melhor adaptadas para o dispositivo de seleção evolucionária, aumentando a participação relativa dos portadores destas características – ou unidades de seleção – ao longo do tempo (METCALFE, 1998). A partir desses princípios, processos evolucionários podem ser analisados por meio de quatro “blocos básicos”: (i) as unidades fundamentais de seleção relevantes das firmas (o equivalente aos genes na biologia), (ii) os mecanismos que interligam as unidades de seleção (o “genótipo”) com o comportamento das firmas (o “fenótipo”), (iii) os processos de interação no mercado, que proporcionam a dinâmica de seleção entre as firmas, e (iv) os mecanismos que dão origem à

¹¹² Apesar da importância pedagógica da referência evolucionária na biologia, diversos autores têm criticado essa prática, considerando a inadequação dessa analogia em diversas circunstâncias (WINDRUM, 2007).

variabilidade dos genótipos, e conseqüentemente, dos “fenótipos” (DOSI; NELSON, 1994; NELSON, 1995).

Genericamente, as unidades de seleção das firmas são formadas por estruturas complexas, frequentemente aninhadas umas dentro das outras. Capacidades específicas, em um sentido amplo, como tecnologias, bases de conhecimento, modelos mentais e de ação e cultura organizacional, são, em um nível mais elevado de abstração, candidatos importantes para o papel dos “genes” que as firmas dispõem para responderes às oportunidades e formas de decisão e ação. Por outro lado, a “aptidão¹¹³” (“*fitness*”) da firma é definida a partir dos resultados das interações que ocorrem no mercado, suportada pelas das características (“fenótipo”) que cada organização desenvolve a partir das capacidades que dispõe (“genótipo”). A aptidão, nessa perspectiva, representa a capacidade das firmas de resolverem problemas específicos com que se deparam no processo de seleção competitiva, sejam eles de origem tecnológica, organizacional ou política, com o objetivo de sobreviver com maior lucratividade (NELSON, 1995).

As capacidades das firmas podem se materializar tanto como recursos específicos, adquiridas previamente, como por meio de procedimentos e regras de decisão – ou rotinas¹¹⁴ – desenvolvidas para lidar com as condições internas e externas com que a firma se depara. Essas capacidades, em última instância, definem o modo pelo qual a atividade produtiva transforma insumos em produtos, da melhor maneira acessível à firma (NELSON, 1995; METCALFE, 1998). As rotinas operam em diversos níveis do processo empresarial, dos quais Nelson e Winter (1982) distinguem pelo menos três: (i) os procedimentos operacionais padronizados, que determinam como e quanto produzir sob as diversas circunstâncias, dadas as disponibilidades de capital e outras restrições aplicáveis no curto prazo; (ii) os processos que determinam o comportamento do investimento da firma, em fun-

¹¹³ “Uma entidade que está adaptada tem a propriedade da aptidão; ela está em um relacionamento viável com as demandas do seu ambiente. Em contraste, adaptabilidade diz respeito ao potencial para se ajustar a circunstâncias mutáveis de uma forma apropriada” (TOULMIN, 1981 apud METCALFE, 1998, p. 35).

¹¹⁴ Rotinas são conjuntos de comportamentos baseados em regras de decisão previamente deliberadas, razoavelmente invariantes no curto prazo, e que são formatadas pelo histórico de busca, ou aprendizado, dos agentes, sua base pré-existente de conhecimentos e pelo quadro institucional onde se inserem (DOSI; NELSON, 1994). Elas têm a conotação de comportamento que é executado sem muita avaliação explícita, após sua formulação, uma vez que elas são assumidas como apropriadas e efetivas nas situações em que são empregadas (NELSON, 1995).

ção dos lucros e de outras variáveis; e (iii) os métodos deliberativos da firma, pelos quais são definidas as estratégias válidas para a busca de inovações que permitam melhorar como a firma produz e se organiza¹¹⁵. Em um cenário de racionalidade limitada, os agentes adotam comportamentos baseados em rotinas que são específicas do contexto em que se inserem e, até certo nível, *independentes dos eventos*, como forma de defesa contra a incerteza sobre o desdobramento de suas ações e das dos outros (DOSI; NELSON, 1994).

De modo diverso da vertente darwiniana na biologia¹¹⁶, a TE localiza os mecanismos de geração de variedade e adaptação das firmas nas rotinas de busca e experimentação de “novas combinações” (de capacidades), pelos quais são constantemente introduzidas mudanças, dentro e fora das fronteiras organizacionais (SCHUMPETER, 1912; DODGSON, 2011). Essa mudança se dá de três formas: (i) *inovação*, com a introdução de novas capacidades (novos produtos, processos ou formas de organização), (ii) *difusão*, pela propagação diferencial de certas capacidades entre firmas rivais, e (iii) *imitação*, por meio da cópia deliberada¹¹⁷ (e potencialmente imperfeita) de capacidades desenvolvidas por outras firmas e, eventualmente, potencializada por ativos complementares¹¹⁸ (TEECE, 1986). Apesar de relevantes, as capacidades iniciais das firmas se tornam menos importantes com o passar do tempo, conforme a acumulação de novas capacidades acontece pelo processo de aprendizado intrinsecamente “*path dependent*”¹¹⁹ (PETERAF, 1993; DOSI; MARENGO; FAGIOLO, 2003). Deve ser ressaltado que esse processo não se restringe apenas à esfera técnica, também se estendendo à dimensão organizacional (CORIAT; DOSI, 1998, 2002).

¹¹⁵ Os métodos deliberativos não assumem nenhuma relação acurada entre os objetivos das estratégias e os resultados da busca inovadora (NELSON; WINTER, 2010).

¹¹⁶ É por isso que diversos autores classificam a inspiração evolucionária na economia como lamarckiana, apesar do desprestígio desta corrente na biologia (NELSON, 1995).

¹¹⁷ O processo de imitação não deve ser pressuposto como fácil ou barato (DOSI; NELSON, 2010).

¹¹⁸ Ativos complementares (tangíveis ou não) são aqueles que viabilizam e/ou potencializam a comercialização com êxito da inovação, sem os quais a firma inovadora pode ser rapidamente superada por um imitador hábil que os detenha (TEECE, 1986). O controle e a distribuição dos ativos complementares entre os agentes setoriais determinam a divisão dos benefícios advindos da inovação, logo, eles desempenham papel essencial no processo evolucionário (TEECE, 2006).

¹¹⁹ A “dependência da trajetória” – ou *path dependence* – caracteriza os processos onde os resultados finais dependem em um grau considerável da trajetória histórica através da qual são atingidos, em particular de eventos remotos, incluindo acontecimentos dominados pelo acaso e não sistemáticos (ARTHUR, 1988, 1989; DAVID, 1985).

As ações das firmas são constantemente avaliadas pelo mercado, enquanto principal dispositivo de seleção¹²⁰. “A hipótese é que, através do fluxo ciência-tecnologia-produção, as ‘forças econômicas’, [...] em conjunto com fatores institucionais e sociais, operam como um *dispositivo de seleção*” (DOSI, 1982, p. 153, grifo no original). É sobre a aptidão individual, condicionada pelas capacidades particulares e pelos resultados do processo de busca, que age o processo de seleção, determinando as probabilidades de desenvolvimento e sobrevivência da firma. Portanto, a eficiência do mercado, na perspectiva evolucionária, está associada com seus atributos seletivos, ao invés dos alocativos (NELSON; WINTER, 1982; POSSAS, 2004).

A teoria das capacidades dinâmicas da firma (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997) mostra que é razoável esperar que, em uma população de firmas, algumas disporão de capacidades superiores para gerar e se beneficiar de inovações, ao passo que outras poderão contar com habilidades únicas para rapidamente se adaptar às inovações, por meio da imitação, ao disporem de capacidade de absorção e ativos complementares adequados (COHEN; LEVINTHAL, 1989; TEECE, 1986). Outras firmas, ainda, não contando com nenhuma dessas capacidades diferenciadas, terão maior dificuldade em sobreviver (PEREZ; SOETE, 1988; TEECE, 2006). Por isso, o conceito de aptidão no processo de seleção é eminentemente *relacional*: trata-se aqui de compreender como se posicionam as firmas uma em relação às outras em cada mercado, conforme os critérios de seleção que emergem da interação entre os atores determinam as taxas de expansão ou declínio da participação individual no mercado (DOSI; NELSON, 1994; METCALFE, 1998). A maior ou menor aptidão é uma consequência, não totalmente antecipada pelas firmas, dos processos de busca e aprendizado que estão em ação e do quanto eles efetivamente avançaram. Como reforçam Dosi e Nelson (2010), a eficiência da firma, nessa perspectiva, é um conceito *relativo*, sendo a “melhor prática” definida pelo desempenho das firmas mais eficientes, em uma perspectiva *ex post*, e não a máxima eficiência teoricamente possível.

¹²⁰ Existem indústrias particulares onde o mercado não é o dispositivo de seleção mais relevante, como os setores de defesa e saúde pública, onde processos de avaliação profissional ou político cumprem este papel (NELSON, 1995).

Uma das diferenças essenciais entre a TE e a OIM é o foco da *análise dinâmica da mudança*, a partir da interação entre agentes com *racionalidade limitada*¹²¹. Em um ambiente onde as firmas estão continuamente buscando a melhor forma de agir, no qual prevalecem choques frequentes ou contínuos, gerados interna e externamente, “se torna perigoso assumir que o sistema sequer chegue a um equilíbrio; portanto o [ponto de] equilíbrio fixo ou móvel, na teoria, deve ser entendido como um ‘atrator’ e não uma característica de onde o sistema está” (NELSON, 1995, p. 49). A característica dinâmica torna, entretanto, mais complexa a utilização do instrumental analítico convencional, o que costuma limitar o interesse pela análise evolucionária, devido à preocupação com a tratabilidade e à preferência pela elegância dos modelos matemáticos tradicionais.

A questão da tratabilidade é substantiva no caso da análise dinâmica. Como apontam Arthur, Durlauf e Lane (1997), seis características particulares dos sistemas econômicos colocam dificuldades importantes para a abordagem matemática tradicional: (i) a interação dispersa e paralela entre agentes heterogêneos, não redutíveis a um “agente representativo”, (ii) a inexistência de uma entidade global que controle as interações, (iii) a organização hierárquica, com estruturas de interação complexas permeando os vários níveis, (iv) a adaptação contínua de comportamentos, estratégias e produtos, a partir do aprendizado constante dos agentes, (v) a inovação perpétua, com a criação contínua de novos mercados, tecnologias e instituições, e (vi) a dinâmica “fora de equilíbrio”, impulsionada pela inovação perpétua, mantendo a economia em movimento constante e distante de pontos de equilíbrio globais. Esse tipo de sistema, adaptativo e não linear, se caracteriza pelo fato de não poder ser modelado através apenas de estímulos e respostas, uma vez que ele tem a capacidade de se antecipar aos estímulos, a partir da formação de modelos mentais (imperfeitos) pelos agentes, e da ação a partir deles (ibid.).

Como forma de superar o problema da tratabilidade, parte significativa do esforço teórico da TE emprega técnicas de simulação computacional para a modelagem de sistemas dinâmicos (DOSI; NELSON, 1994; VALENTE, 2002; YOON; LEE, 2009). Essa

¹²¹ A racionalidade limitada (*bounded rationality*) é uma “categoria residual”, caracterizada por qualquer forma de racionalidade inferior à onisciência, ou racionalidade substantiva, devido à limitação dos indivíduos, em um ambiente de incerteza, de conhecer todas as alternativas possíveis e, portanto, de calcular completamente as consequências das suas ações e das dos outros (SIMON, 1979).

mudança no paradigma metodológico trouxe consequências importantes para a análise, como será discutido no capítulo 3.

2.2.1. A teoria evolucionária e a organização da indústria

O locus clássico da análise evolucionária é o setor industrial, um sistema complexo no qual os agentes estão relacionados e interagem de diversas maneiras e não apenas por meio do mercado (MALERBA, 2006). Segundo a TE, o desenvolvimento da estrutura competitiva nas indústrias se dá a partir da dinâmica entre geração e seleção de diversidade entre firmas rivais, impulsionada pela inovação contínua¹²². É o processo de busca inovadora, nas suas diversas formas, que introduz novas variedades de comportamento dentro da estrutura industrial existente (METCALFE, 1998).

“A estrutura de mercado deve ser vista como fator endógeno numa análise de concorrência schumpeteriana, em que as conexões entre a inovação e a estrutura de mercado têm mão dupla” (NELSON; WINTER, 1982 [2005], p. 407). Nessa visão, a estrutura do mercado surge enquanto propriedade emergente das taxas diferenciais de crescimento das firmas, pois o impulso à competição capitalista não se dá, primordialmente, pelo ajuste de preços, mas sim pela *inovação diferencial* (METCALFE, 1998). Nos modelos evolucionários, as diferenças nas capacidades de inovar entre os agentes representam forças conduzindo, contraditoriamente, para estruturas oligopolizadas e para a manutenção da dinâmica competitiva; a organização da indústria depende da configuração setorial específica dessas forças (DOSI, 1982).

“A relação entre inovação e mudança industrial foi sempre central no trabalho de Schumpeter, sob várias formas ou especificações” (MALERBA, 2006, p. 4). A teoria evolucionária, por sua vez, foi criada como alternativa analítica para a compreensão dos processos associados à mudança técnica de setores industriais, a partir de uma perspectiva essencialmente microeconômica (NELSON; WINTER, 1982; METCALFE, 1998). O ponto teórico central, aqui, está na dinâmica gerada a partir da diferenciação do comportamento

¹²² O processo inovador pode ser caracterizado em três etapas: (i) invenção, quando se criam coisas que não existiam anteriormente, (ii) inovação, a partir da aplicação da invenção em um novo processo, produto ou serviço, e (iii) imitação/difusão, no momento em que a inovação, com modificações ou não, é aplicada por outros agentes (HASENCLEVER; FERREIRA, 2002).

das firmas competindo no mercado. Em particular, de firmas concebidas dentro da tradição “behaviorista” de Simon, Cyert e March (CYERT; MARCH, 1963; TIGRE, 1998). Nessa perspectiva, entretanto, as fronteiras analíticas do mercado, da indústria ou, ainda, do setor, não são dadas pelas características das firmas em si, como na Organização Industrial (OI) convencional, mas por mecanismos de seleção comuns imersos em um ambiente institucional compartilhado (POSSAS, 2002).

“[U]ma perspectiva evolucionária se concentra sobre os processos pelos quais as empresas persistentemente buscam e adotam novas tecnologias, bem como novas formas organizacionais e novos padrões de comportamento, como meio de ganhar vantagens sobre seus concorrentes e no processo competitivo que impele o crescimento, o declínio e o possível desaparecimento de várias empresas.” (DOSI; NELSON, 2010, p. 54)

Diferentemente do paradigma da OI, as premissas da TE, em particular de que os agentes dispõem de racionalidade limitada e capacidades¹²³ distintas, produzem mecanismos causais que induzem ao comportamento heterogêneo entre as firmas (METCALFE, 1998). Ao contrário, “no contexto da racionalidade substantiva [da OI], no qual a melhor tecnologia pode ser facilmente determinada [*ex ante*] e adotada, a diversidade é insustentável” (JONARD, N.; YILDIZOĞLU, 1998, p. 36).

“A perspectiva de vantagens diferenciais adquiridas pelas [firmas] líderes em sucesso tecnológico e [participação de] mercado, em minha opinião, provavelmente influenciam e estimulam o processo de inovação muito mais do que a estrutura de mercado *ex ante* como tal. O processo de inovação em si é, com certeza, compelido para afetar a estrutura industrial e formatar suas transformações.” (DOSI, 1982, p. 158)

Deve ser ressaltado, ainda, que o ambiente de seleção evolucionário abrange não apenas o mercado de produtos (produtores e usuários), mas também os mercados de fatores de produção, para onde frequentemente o processo inovador avança. Isso enseja um processo dinâmico envolvendo o setor industrial como um todo, gradualmente “mapeando” os comportamentos heterogêneos em padrões de mudança emergentes (METCALFE, 1998; DOSI; MARENGO, 2007). A organização do mercado, assim, é definida endogenamente, inclusive os preços de produtos e insumos, de forma semelhante a proposto pela OI. O que é distinto, dentro do esquema conceitual evolucionário, é modo pelo qual a firma tem aces-

¹²³ O sentido do termo “capacidade” aqui, e na TE em geral, se identifica com a abordagem das capacidades dinâmicas proposta por Teece e Pisano (1994).

so às capacidades – tecnológicas ou não – desenvolvidas pelas outras firmas, pelo menos no curto prazo. Dado que o processo evolucionário de aprendizado é *path dependent*, tipicamente apenas uma parcela do aprendizado “vaza” (“*spillover*”), beneficiando as outras firmas que adotam – ou tentam imitar – a mesma tecnologia, independentemente da presença de patentes ou outras restrições institucionais (DOSI; NELSON, 2010).

Como no ambiente da competição schumpeteriana, a firma, entrante ou não, consegue apenas de modo imperfeito antecipar o futuro sobre o resultado das inovações, as quais ela própria e os seus concorrentes ainda estão desenvolvendo, escolhas entre inovar ou imitar, e o momento adequado de fazê-lo, não podem ser avaliadas *ex ante* com precisão. Assim, os custos de inovar, estimados *ex ante*, se transformam em um “alvo móvel”; mesmo “o imitador nem sempre entra na ‘mesma’ tecnologia que os inovadores” (PEREZ; SOETE, 1988, p. 472), dada a natureza fundamentalmente incerta do processo inovador (DEQUECH, 2000).

“Quando inovações radicais surgem [em uma firma], seu impacto definitivo pode não ser compreendido por algum tempo, após o qual pode ser tarde demais para as [demais] firmas com tecnologias e capacidades ultrapassadas competirem [...] Por outro lado, acreditar cedo demais que uma determinada inovação irá se tornar dominante pode comprometer a sobrevivência da firma no longo prazo ao apostar em uma tecnologia ou mercado que termina não se tornando dominante.” (BARNEY, 1986, p. 795)

Sem ignorar a presença de inércia na estrutura setorial, existe sempre a possibilidade imponderável de a inovação proposta por uma firma entrante alterar a indústria, por vezes de maneira profunda, em benefício ou não dessa firma. Nesse caso, não apenas as decisões em si importam; o *timing* é também fator decisivo para o sucesso da entrada (MALERBA; ORSENIGO, 1997). Considerações sobre o acaso, portanto, não podem ser desconsideradas em um ambiente de competição schumpeteriana, trazendo a questão da incerteza para o centro de discussões sobre as condições de entrada efetiva e, de resto, da própria organização setorial. As firmas que terão maior sucesso, no longo prazo, são frequentemente definidas a partir de eventos aleatórios, ainda na fase inicial do mercado. A prevalência de “retornos crescentes dinâmicos”¹²⁴ exacerba esta situação de *path dependen-*

¹²⁴ Os retornos crescentes dinâmicos configuram uma situação especial onde quanto mais uma dada tecnologia é utilizada, melhor ela se posiciona frente às suas potenciais competidoras, dado o caráter de cumulatividade do processo de busca, a presença de externalidades de rede ou a característica de complementaridade

ce: as tecnologias vitoriosas são imprevisíveis *ex ante*, nem existem garantias de que a “melhor” alternativa venha a ser a efetivamente selecionada (DOSI 1982; DAVID, 1985). A hipótese implícita é de que a incerteza somente é resolvida apenas *ex post*, através da competição (NELSON, 1995). Portanto, a existência – ou não – de mecanismos para redução da incerteza associada ao processo competitivo é também elemento-chave da análise teórica.

2.2.2. Regimes de competição schumpeteriana

A preservação da heterogeneidade garante, para as firmas com as capacidades mais adequadas, uma vantagem sustentável equivalente a de barreiras *ex post* à competição (PETERAF, 1993). A heterogeneidade persistente, resultante das diferenças entre as capacidades das firmas competidoras e da ação do processo de seleção, é amplamente constatada pela análise empírica: “[em uma indústria] as firmas diferem praticamente ao longo de qualquer dimensão observável, como tamanho, idade, produtividade, salários, criação e destruição de emprego, padrões de investimento e atividades inovadoras” (DOSI et al., 1997, p. 6; JENSEN; MCGUCKIN, 1997). Por outro lado, os estudos empíricos mostraram que certas regularidades entre setores permitem a sua organização conforme algumas dimensões comuns, em particular no que toca à dinâmica tecnológica (DOSI; NELSON, 2010).

Conforme Pavitt (1984), a tipologia mais simples para organizar os perfis de diferentes setores foi proposta pelo próprio Schumpeter, ainda que não de forma explícita. Nessa tipologia, pelo menos dois *regimes tecnológicos* podem ser identificados: (i) *Schumpeter Mark I* (SCHUMPETER, 1912) ou *empreendedor*, característico de setores com barreiras tecnológicas reduzidas, participação relevante das firmas novas nas atividades inovadoras e erosão contínua das vantagens competitivas das incumbentes (*creative destruction*); e (ii) *Schumpeter Mark II* (SCHUMPETER, 1942) ou *rotinizado*, típico de indústrias marcadas por barreiras significativas para os entrantes, predomínio das incumbentes nas atividades inovadoras e dominância de poucas firmas, que são continuamente inovadoras através da acumulação de capacidades tecnológicas ao longo do tempo (*creative accumula-*

com tecnologias existentes (DOSI; NELSON, 1994). Nesse cenário, os *spillovers* do aprendizado beneficiam especialmente as firmas que adotam essa tecnologia, conduzindo, em casos extremos, ao fenômeno de “*lock-in*” (ARTHUR, 1989).

tion). O tipo específico do regime, em cada indústria, é uma função das oportunidades tecnológicas, da apropriabilidade das inovações (incluindo a necessidade de ativos complementares), da cumulatividade do avanço técnico e das propriedades da base de conhecimento específica (HASENCLEVER; TIGRE, 2002; DOSI; NELSON, 2010). Contudo, os regimes não são uma consequência automática do estágio de desenvolvimento do setor, apesar de certa prevalência do regime Mark I em indústrias nascentes e do Mark II em setores maduros (DOSI, 1982). O trabalho empírico de vários autores mostrou que o regime tecnológico, mais do que outros fatores, como tamanho das firmas ou o perfil da demanda, é muito relevante para a dinâmica da estrutura de mercado e da inovação (BRESCHI; MALERBA; ORSENIGO, 2000; DOSI; NELSON, 2010).

Sob a luz dos regimes tecnológicos, a questão da entrada efetiva pode ser redefinida como a situação onde a firma não apenas sobrevive, mas, sobretudo, se torna efetivamente participante do processo inovador da indústria, pois essa é a forma da entrante causar efeitos relevantes sobre a dinâmica estrutural do setor. Nesse cenário, o conceito de barreiras à entrada pode ser revisto, para considerar, primordialmente: (i) a presença de *baixas oportunidades tecnológicas*, restringindo as opções para entrada inovadora, (ii) a *elevada cumulatividade do avanço técnico*, proporcionando vantagem importante às incumbentes, (iii) uma *base de conhecimento de tipo genérico* (versus uma base do tipo específico), possibilitando o aproveitamento de capacidades acumulada pelas entrantes em outros setores (BRESCHI; MALERBA; ORSENIGO, 2000).

“*Oportunidades tecnológicas* refletem a probabilidade de inovar para uma dada quantidade de dinheiro investida em pesquisa. [...] *Apropriabilidade das inovações* sumariza as possibilidades de proteger inovações da imitação e de capturar os lucros provenientes das atividades inovadoras. [...] *Cumulatividade dos avanços técnicos* é relacionado ao fato de que o conhecimento e as atividades inovadoras de hoje formam a base e os blocos funcionais das inovações de amanhã. [...] *As propriedades da base de conhecimentos* dizem respeito à natureza do conhecimento que suporta as atividades inovadoras.” (p. 391-392, grifos no original)

Além do regime característico, o ciclo de vida do paradigma tecnológico¹²⁵ da indústria é outra forma de se avaliar as condições estruturais do setor industrial. Klepper

¹²⁵ O paradigma tecnológico representa o modelo e o padrão de solução de um conjunto determinado de problemas tecnológicos, a partir de princípios provenientes das ciências naturais e de tecnologias materiais sele-

(1996) propôs uma tipologia baseada nas 3 etapas principais que compõe esse ciclo: (i) a emergência do paradigma tecnológico após o surgimento de uma *inovação radical*¹²⁶, com taxa de entrada elevada e a rápida reformatação das redes interorganizacionais, (ii) a estabilização do paradigma pelo estabelecimento de um *projeto dominante* e rápido crescimento do mercado, com entrada moderada e saída relevante e a restrição da busca tecnológica e da dinâmica da rede setorial, e (iii) a *maturidade* do paradigma, com a estabilização do crescimento e o aumento da disputa por parcelas do mercado e da concentração, com a redução de entrada e saída e, potencialmente, a maior abertura para novas inovações radicais (PEREZ; SOETE, 1988; UTTERBACK, 1994; ROSENKOPF; TUSHMAN, 1998). Deve ser ressaltada aqui a distinção lógica entre o processo de busca tecnológica, realizado pelas firmas, e o seu resultado ao longo do processo histórico setorial, representado pelo desenvolvimento do paradigma tecnológico (DOSI, 1982). A origem das forças que conduzem à concentração da estrutura industrial costuma ser distinta nas etapas do ciclo de vida e, dentro delas, ao longo das trajetórias tecnológicas¹²⁷. Na etapa emergente, as posições de liderança oligopolística estão mais frequentemente associadas à exploração das economias de escala dinâmicas e às assimetrias temporárias de capacidades. Já na fase madura, as estruturas que conduzem aos oligopólios se baseiam tanto no progresso técnico continuado (“incremental”) como nas barreiras estáticas já apontadas pela OIC (ibid.).

Vários setores importantes, entretanto, não se conformam ao modelo de ciclo de vida, devido à especificidade e ao caráter tácito¹²⁸ de suas bases de conhecimento, sem, contudo, deixarem de dispor de processos bem definidos de busca e aprendizado (PAVITT, 1984; CORIAT; DOSI, 2002). As particularidades desses setores, pelo contrário, frequentemente engendram descontinuidades na base de conhecimento e nas trajetórias tecnológi-

cionadas (DOSI, 1982), caracterizando um quadro cognitivo compartilhado coletivamente no setor (DOSI; ORSENIGO; LABINI, 2005).

¹²⁶ É usual classificar as inovações em “radicais”, quando associadas à mudança no paradigma tecnológico, ou “incrementais”, nas quais o progresso se dá ao longo das trajetórias tecnológicas já estabelecidas pelo paradigma vigente (DOSI; NELSON, 2010).

¹²⁷ Segundo Dosi (1984, p. 17), a trajetória tecnológica é o “movimento de *trade-offs* multidimensionais entre variáveis tecnológicas que o paradigma [tecnológico] define como relevante”. Ela representa o padrão “normal” das atividades de busca e aprendizado, a partir de um determinado paradigma tecnológico (DOSI, 1982).

¹²⁸ Por “tácito” subentende-se aqui a situação onde mesmo um observador sofisticado encontraria dificuldade para definir explicitamente a sequência de procedimentos pela qual o conhecimento se materializa, resultando que esse conhecimento não pode ser articulado por meio de uma descrição codificada totalmente explícita.

cas, com a conseqüente desestabilização das estruturas industriais “esperadas” pelo modelo de ciclo de vida. Nessas circunstâncias, as firmas estabelecidas podem ter muita dificuldade para adquirir as novas capacidades necessárias para sobreviver no novo regime, mesmo após, aparentemente, alcançarem o estágio da maturidade (DOSI; NELSON, 1994).

2.2.3. Conhecimento, inovação e redes sociais

A compreensão sobre como o conhecimento novo é gerado e de que maneira seus impactos operam através da economia é um tema central da teoria evolucionária neoschumpeteriana (DOSI; NELSON, 2010). Os processos de acumulação e difusão do conhecimento, nessa perspectiva, são centrais para a dinâmica da organização setorial, enquanto elementos fundamentais do esforço inovador, em particular devido à sua propriedade intrínseca de retornos crescentes¹²⁹. Por outro lado, esses processos somente se realizam plenamente, nas economias modernas, por meio de sua dimensão coletiva: *spillovers*, externalidades de rede, evolução endógena das preferências, comportamento de “manada” etc. (ibid.). Nesse sentido, a utilização do conceito de rede, para representar a dimensão social do conhecimento, tem se tornado cada vez mais frequente (SAVIOTTI, 2009).

“Nesse caso, a ênfase recai na caracterização das estruturas em rede como um *objeto específico* de investigação. Estas estruturas estariam associadas a determinados elementos básicos constituintes, bem como a mecanismos de operação particulares, responsáveis pela geração de estímulos endógenos indutores de processos adaptativos face à evolução do ambiente.” (BRITTO, 2002, p. 350, grifo no original)

Segundo Britto (2002), duas abordagens distintas costumam utilizar o conceito de rede para tratar a questão da interação social dos agentes dentro de mercados e setores industriais. Na seção 2.1.2.3 foi tratada a abordagem usual da Organização Industrial, que utiliza as redes de forma essencialmente instrumental, para a análise de situações onde as premissas habituais da teoria neoclássica não são suficientes para esclarecer o impacto da interação social assimétrica entre os agentes. A perspectiva evolucionária – e também a institucional, como se verá a seguir – emprega o conceito de rede de forma não apenas ins-

¹²⁹ Essa propriedade deriva de algumas características específicas do conhecimento: (i) o uso não rival, ou seja, a adoção por um agente não impede a utilização pelos demais agentes, (ii) a não divisibilidade, a utilidade do conhecimento não é igual a soma das utilidades de suas parcelas, e (iii) o elevado custo para sua obtenção em relação ao baixo custo para sua reprodução (DOSI; ORSENIGO; LABINI, 2005).

trumental, mas sobretudo enquanto meio concreto para compreender a organização do sistema de relações entre os agentes e destes com seu ambiente (POTTS, 2000). No limite, segundo Kirman (1997), podemos compreender a organização da economia como um conjunto de redes articuladas, que influenciam e são modificadas pelos processos econômicos.

Sob a perspectiva evolucionária, importa compreender não apenas os efeitos produzidos pelas redes, mas buscar trazer para a análise os processos que dão origem e transformam essas redes bem como a natureza das suas conexões constitutivas, a partir de uma perspectiva de causação explicitamente endógena (PYKA, 2002). A configuração de uma rede completamente conectada, ou mesmo com conexões incompletas, mas estáticas, é logicamente incompatível com a análise dinâmica da organização econômica.

“Se supusermos que as conexões [da rede] são completas então excluiremos [seu] potencial para compreender melhor a estrutura da economia. De uma perspectiva schumpeteriana, no entanto, o problema é mais grave do que simplesmente deturpar a estrutura, porque se presumirmos que as conexões possam ser completas, então, logicamente, não há nenhum escopo adicional para novas conexões e, portanto, não há nenhum escopo para a estrutura da economia para mudar ‘a partir de dentro’ (SCHUMPETER, [1912]).” (EARL; WAKELEY, 2012, p. 177)

Resta óbvio, portanto, que a consideração tão somente dos impactos alocativos das redes frequentemente não dará conta de esclarecer completamente esses processos. Para efeito de organização da exposição, esta seção explora inicialmente a dimensão das redes na dinâmica no processo inovador. Na seção 2.3 a análise será ampliada, para abarcar a inter-relação entre redes sociais e instituições de forma mais genérica.

A relação estreita entre redes relacionais e inovação tem origem na característica intrinsecamente local do conhecimento (PYKA, 2002). Conhecimento raramente é fruto isolado de indivíduos, envolvendo mais frequentemente elementos de interação social – no interior de organizações particulares ou entre conjuntos específicos delas (DOSI; NELSON, 2010). Conforme a análise de Saviotti (2003), a consideração dos processos de criação e utilização de conhecimento é crucial para que a análise qualitativa da mudança, proposta pela TE, possa ser levada a cabo. São esses processos que dão origem aos novos artefatos e entidades, que materializam a inovação e são a base do desenvolvimento econômico (DOSI; MARENGO; FAGIOLO, 2003).

“É uma característica das sociedades modernas que as pessoas desejem que o futuro seja de certa forma diferente do passado: nós, portanto, demandamos conhecimento não só para entender e nos adaptar ao que existe, e para as alterações no que existe, mas para criar mudanças que sejam aceitáveis para os outros.” (LOASBY, 1999, p. 6)

Por outro lado, é necessário reconhecer que o conhecimento não se desenvolve de forma linear e generalizada, conforme, por exemplo, existam demandas do mercado para tanto. Para tornar isso mais claro, é necessário primeiro evidenciar a diferença entre a informação¹³⁰ “pura” e o conhecimento. O conhecimento é inerentemente relacional: diz respeito à capacidade de correlacionar características observáveis do ambiente exterior – a realidade que independe do observador e as variáveis que representam e “medem” diferentes aspectos da realidade¹³¹. A presença dessas correlações torna o conhecimento cumulativo: ele gradualmente permite reduzir a quantidade de informação necessária para compreender – e modificar – o ambiente exterior (PYKA, 2002). Entretanto, a correlação entre as características observáveis da realidade tem natureza local: não é qualquer característica apreendida que simplifica o aprendizado de qualquer outra. O conhecimento sobre determinada questão irá reduzir os custos de aprendizado para temas de alguma forma “próximos” do conhecimento já disponível. Admitindo que conhecimentos específicos possam ser representados como pontos em um espaço multidimensional, a probabilidade de um dado conhecimento disponível na aquisição de um novo conhecimento poderia ser representada como (SAVIOTTI, 2003):

$$P_t(K_{new}|K_{old}) \propto \frac{1}{D(K_{new}, K_{old})}, \quad D: \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R} \quad (12)$$

$D(\cdot)$ representa alguma medida conveniente da distância entre dois pontos no espaço representativo do conhecimento, K_{old} é o ponto que representa o conhecimento já dominado pelo agente, K_{new} é um novo conhecimento que pode ser adquirido e $P_t(\cdot)$ expressa a probabilidade do agente efetivamente adquirir o novo conhecimento em um dado período. Nesse modelo, como lembra Saviotti (ibid.) fica claro que o processo de seleção

¹³⁰ Adotamos aqui a perspectiva clássica de Shannon (1948): a informação não é portadora de significado, requerendo do receptor, portanto, a capacidade de dar-lhe sentido. Essa capacidade “se refere a, ou está correlacionada de acordo com, algum sistema com certas entidades físicas ou conceituais” (ibid., p. 379).

¹³¹ Evidentemente essas variáveis são representações mentais do observador, evidentemente imperfeitas, mas que de algum modo tentam ser isomórficas com a realidade exterior a ele (LOASBY, 1999).

dos conhecimentos necessários para resolver qualquer condição de escassez – uma tecnologia – parte, obrigatoriamente, do conjunto preexistente de conhecimentos dos agentes envolvidos, e não apenas do estímulo representado pelo problema econômico em si.

Uma perspectiva local do conhecimento traz, ainda, a questão da organização desse conhecimento, uma vez que isso influencia diretamente a forma com que o conhecimento se desenvolve, se difunde e estimula a heterogeneidade entre os agentes que o detêm (JONARD; YILDIZOĞLU, 1998; LOASBY, 1999). Nesse sentido, parece especialmente adequado representar essa organização por meio de redes (SAVIOTTI, 2009), que permitem estruturar não apenas as relações entre conhecimentos específicos de um indivíduo, mas também articular a “composição” entre os agentes que detêm conjuntos complementares de conhecimento, uma forma de representação da estrutura social envolvida no processo inovador (MALERBA, 2002; DODGSON, 2011). Ou seja, dentre o conhecimento novo que necessita ser adquirido pelos inovadores está aquele sobre com quem e como eles devem interagir (KIRMAN, 1997). Além disso, descrevem Kline e Rosenberg (1986), como a criação do conhecimento novo envolve mecanismos de *feedback* (realimentação) entre os diferentes elementos do processo de aprendizado, frequentemente envolvendo subprocessos que acontecem em paralelo e com *loops* (laços) interativos, o processo de aprendizado usualmente não é redutível a uma sequência linear – ou mesmo completamente previsível – de etapas. É isso que confere ao aprendizado a característica de *path dependence* normalmente verificada, por exemplo, no desenvolvimento tecnológico.

Nesse contexto, as firmas – e os indivíduos dentro delas – frequentemente se especializam, em um complexo processo de divisão social do trabalho inovador, inclusive como meio de lidar com a crescente complexidade das tecnologias envolvidas e, assim, controlar a inevitável incerteza associada a esse tipo de processo (ROSENKOPF; TUSHMAN, 1998; MALERBA, 2006; KÖNIG; BATTISTON; SCHWEITZER, 2009).

“Aqui não é suficiente apenas *saber o que* os outros estão fazendo, mas as firmas também precisam *saber como* as tecnologias respectivas funcionam e trabalham em conjunto. E para oferecer suporte a esse aprendizado de *know-how* interfirma, frequentemente cumulativo, tácito e local no longo prazo, um ambiente colaborativo estável e de longa duração é necessário.” (PYKA, 2002, p. 158, grifos no original)

A criação de redes de empresas para a colaboração no processo inovador – e não apenas em P&D – tem inequívoco impacto sobre as condições de competitividade das empresas participantes, por meio do incremento mais que proporcional do potencial de inovação conjunto, o que se torna essencial para a sobrevivência em setores dinâmicos (BRITTO, 2002; PYKA; GILBERT; AHRWEILER, 2009). Afinal, como lembram Dosi e Nelson (2010), são os processos de acumulação e difusão do conhecimento que determinam a distribuição das habilidades essenciais para a competição e, dessa forma, condicionam a estrutura da própria indústria.

Ressalte-se que a inovação não se dá apenas por meio do compartilhamento do conhecimento existente, mas também por meio do próprio processo de aprendizado coletivo e o desenvolvimento das novas capacidades sociais que a rede de colaboração requer (SAVIOTTI, 2009). “[O]s indivíduos que participam da economia aprendem e o seu comportamento evolui, mas isso também, por sua vez, leva a estrutura de rede, dentro da qual eles operam, a evoluir ao longo do tempo” (KIRMAN, 1997, p. 351). Dessa forma, o próprio processo de aprendizado também assume uma característica – em sua própria dimensão – eminentemente evolucionária (DOSI; MARENGO, 2007).

Vale notar que não são apenas as firmas competidoras no mercado que se organizam na busca do conhecimento. Com a mudança tecnológica rápida e profunda pelo lado da oferta, os consumidores também se valem de redes sociais, como meio de formar suas preferências a respeito de produtos e serviços com os quais não estejam completamente familiarizados (EARL; WAKELEY, 2010). Segundo Earl e Potts (2004), o aprendizado – diretamente – é apenas um dos mecanismos disponíveis para os usuários fazerem frente ao processo de mudança contínua de produtos e serviços. A especialização, representada pela divisão do conhecimento e sua organização por meio de redes sociais ou mercados secundários de informação, oferece alternativas cada vez mais importantes ao aprendizado isolado. Daí a importância dos consumidores – e do *marketing* – nas redes sociais que fomentam a demanda pelo conhecimento novo e a inovação (DODGSON, 2011).

2.2.4. Comparação com a Organização Industrial

Nem todas as contribuições da TE são contraditórias com as conclusões da Organização Industrial moderna (OIM) ou do paradigma estrutura-conduta-desempenho (OIC). Elas não contestam, por exemplo, a existência de barreiras à entrada ou a importância dos incentivos da estrutura industrial aos atores (NELSON; WINTER, 1982). Pelo contrário, a TE indica barreiras e incentivos adicionais, não antevistas pela OIC (PEREZ; SORTE, 1988). A divergência essencial estaria na incapacidade dos modelos da OIM em tratar as respostas diferenciadas das firmas aos mesmos sinais do mercado, e os impactos da heterogeneidade resultante sobre a dinâmica da estrutura industrial (DOSI; MARENGO, 2007). Ao contrário da Organização Industrial convencional (OI), a TE não assume a estabilidade ou previsibilidade plena do processo da dinâmica estrutural, não dependendo, portanto, de premissas quanto a habilidades inatas ou a choques externos para explicar a heterogeneidade dos agentes ou a mudança estrutural (DOSI et al., 1997, p. 14).

A TE tampouco rompe com todas as premissas da OI. A hipótese de que as firmas são racionais e buscam o lucro é preservada, apesar de a forma pelo qual o fazem, bem como as restrições que enfrentam sejam diferenças importantes. Ao invés da simples escolha da firma entre fatores e tecnologias, com possibilidade de ampla antevista das consequências das decisões – suas e dos outros, os modelos evolucionários se baseiam na perspectiva do acesso limitado à tecnologia – e à inovação em geral – associada à imponderabilidade sobre muitos dos impactos das escolhas das firmas. O resultado das ações colocadas em curso, pela firma e seus concorrentes, pode ser apenas parcialmente antecipado. Logo, na abordagem da TE, não é possível o estabelecimento de decisões definitivas ou de estratégias de “resposta ótima”, no sentido usual desses termos, pois os agentes precisam se manter preparados para responder a situações inesperadas e que não podem ser antecipadas, a menos que sejam assumidas premissas muito fortes, no limite da onisciência¹³². Por isso, nesse cenário, torna-se por princípio impossível a tomada, *ex ante*, de decisões que maximizem os lucros no sentido dado pela OI para o termo “maximizar”.

¹³² A teoria neoclássica permite tratar certas formas de incerteza ou erros associados à informação limitada disponível para os agentes, mas não admite erros sistemáticos originados pela ignorância, incapacidade de processar as informações disponíveis ou mesmo a pura teimosia ou inércia (DOSI; NELSON, 1994).

“Alguns modelos teóricos ortodoxos parecem, superficialmente, estar fora do escopo [da crítica evolucionária] – por exemplo, modelos de busca ótima e outros modelos de decisão sequencial que parecem não envolver uma otimização definitiva. Mas uma análise mais detalhada revela que aquilo que é modelado constitui de fato a escolha definitiva de uma *estratégia* de resposta ótima à situação que se desenrola; na verdade, o fato de essa redução a uma escolha definitiva ser possível constitui a essência do poder analítico da noção de uma estratégia. Isso significa que os atores de modelos ortodoxos sofisticados, assim como os dos mais simples, são concebidos como incapazes de responder a informações verdadeiramente inesperadas.” (NELSON; WINTER, 1982 [2005], p. 56, grifo no original)

A mudança no *foco* proposta pela TE, ao alinhar o objeto da teoria no *processo de mudança endógena* e não apenas em suas consequências, é central para a compreensão de sua diferenciação em relação à OI (POSSAS, 2002). Processos evolucionários, pela sua própria definição, não podem ser caracterizados nem de forma completamente determinística nem tampouco totalmente aleatória; a incerteza é parte integral e essencial destes processos, assim como a ação racional, ainda que limitada, dos agentes (NELSON, 1995).

Já a importância dos estímulos proporcionados pela competição interfirma é compartilhada pela TE com a OI. As forças competitivas efetivamente restringem as decisões empresariais e conduzem os desdobramentos da ação nos mercados, inclusive no que diz respeito à sua estrutura e dinâmica. É nesse contexto que a interação se dá e a aptidão diferenciada de cada agente – elemento central na análise evolucionária – é dinamicamente determinada (METCALFE, 1998). É por isso que, na óptica da TE, a noção de equilíbrio não pode ser adotada como premissa lógica *inicial* do processo, sob risco do conjunto de possibilidades aberto para as firmas ser reduzido artificialmente. A disputa competitiva, mesmo quando conduz para alguma forma de equilíbrio *ex post*, abre constantemente durante esse processo novas oportunidades para os atores, que irão explorá-las ou não conforme as capacidades de que disponham. Na TE, entretanto, o conceito de aptidão para o processo seletivo é intrinsecamente *ex post*, consequência não apenas das capacidades estáticas das firmas, mas também da interação nos mercados de produtos e fatores. Logo, frequentemente importa mais para a análise evolucionária o transcurso da disputa competitiva do que a eventual situação de equilíbrio entre as firmas sobreviventes no longo prazo¹³³.

¹³³ “[A] negligência teórica em relação ao *processo* competitivo constitui uma espécie de incompletude lógica [...] O modelo de comportamento otimizador de vários atores individuais só funciona realmente em situações

Na perspectiva da TE, a firma no mercado está, invariavelmente, concentrada nos processos que garantam sua sobrevivência e reprodução, por meio do lucro, em um ambiente onde os seus competidores buscam incessantemente novas formas de superá-la, conjugando processos – *imperfeitos e repletos de erros* – de aprendizado e de busca com mecanismos de seleção impostos pela estrutura do mercado, de forma agregada (DOSI; NELSON, 1994, 2010). Diferentemente do pressuposto usual da OI, a leitura evolucionária considera que “[a]s firmas não são normalmente capazes de se adaptar rapidamente à produção de qualquer tipo de produto por qualquer método de produção, em resposta a mudanças nos incentivos de mercado” (EARL; WAKELEY, 2010, p.176), pois elas dependem de processos de aprendizado, complexos e relativamente lentos, para tentar adaptar suas rotinas e sua cultura à mudança induzida pela competição. Definitivamente, não se trata aqui apenas de realizar alterações na combinação ótima de fatores e produto, dentro de funções de produção conhecidas e contínuas.

Em termos práticos, portanto, a questão central de divergência entre a OI e a TE pode ser sintetizada pela própria hipótese schumpeteriana. Sob uma perspectiva dinâmica, a concentração de mercado produzida a partir de inovações de sucesso não deveria ser considerada intrinsecamente anticompetitiva, como indicaria a análise alocativa estática. Pelo contrário, nesse caso a concentração, ainda que temporária, pode simplesmente representar o resultado esperado do processo competitivo, enquanto mecanismo essencial do progresso técnico.

“Por isso mesmo, *concorrência não é o contrário de monopólio*. Se bem-sucedida, a busca de novas oportunidades, ou *inovações* em sentido amplo, *deve gerar* monopólios, em maior ou menor grau e duração. Se eles serão ou não eliminados eventualmente, por meio de novos concorrentes e/ou imitadores, é algo que não pode ser preestabelecido.” (POSSAS, 2002, p. 419, grifos no original)

2.2.5. Limitações da teoria evolucionária

O espaço de aplicação da TE se concentra nos setores econômicos onde o processo competitivo habilita o mercado como mecanismo de seleção dominante, pois onde isso não se verifica, “a intensidade das forças associadas ao processo competitivo, atuantes

de equilíbrio. O comportamento no desequilíbrio não é totalmente especificado (a não ser por meio de pressupostos *ad hoc*)” (NELSON; WINTER, 1982 [2005], p. 58, grifo no original).

na seleção das inovações em geral, pode ser muito débil, excessiva ou simplesmente mal direcionada do ponto de vista do progresso e, portanto, do bem-estar” (POSSAS, 2004, p. 92). Em setores da economia como a saúde, a defesa ou, de modo geral, nas indústrias onde a entrada é restrita por regulação, o foco apenas no mercado, enquanto mecanismo de seleção, pode ser problemático (NELSON, 1995). Esses casos requerem outras mediações para a determinação de quais firmas são mais “aptas”, dadas as especificidades dos dispositivos de seleção em ação; a definição mais ampla das fronteiras da “indústria”, incluindo a infraestrutura institucional que a sustenta, se torna um pré-requisito para a análise abrangente da evolução da estrutura industrial (NELSON, 1995; DOSI; ORSENIGO; LABINI, 2005). Isso porque, apesar do elemento central da análise evolucionária ser a firma, o arranjo institucional – no nível setorial ou global – afeta o processo dinâmico da competição por diversos mecanismos, seja por definir, *ex ante*, os próprios instrumentos da disputa competitiva seja ao estabelecer externalidades e políticas (POSSAS, 2002; DOSI; NELSON, 2010). A pressão do processo seletivo vem do ambiente social onde as firmas se inserem; ambientes diversos determinam diferentes trajetórias evolucionárias (HOLLAND, 1988).

A eficiência do mercado enquanto dispositivo de seleção depende, segundo Possas (2004), da existência, pelo menos, de dois pré-requisitos básicos: (i) condições institucionais que viabilizem um nível adequado de pressão competitiva sobre as firmas, eventualmente por meio de políticas governamentais (comercial, regulatória e tecnológica), e (ii) condições de competitividade adequadas das firmas no mercado, tanto pela qualidade de suas estratégias e recursos como pelas suas capacidades inovadoras. São, portanto, características eminentemente institucionais, e específicas de cada indústria, que vão definir o estabelecimento de um processo seletivo eficiente através do mercado.

“O processo de seleção, em última análise, incide sobre as firmas, de forma que a sobrevivência e o maior sucesso econômico de firmas mais competitivas e/ou inovadoras estará indicando maior eficiência seletiva do mercado; enquanto, reciprocamente, a sobrevivência indefinida de firmas pouco competitivas e/ou inovadoras estará indicando baixa seletividade.” (ibid., p. 93)

Mas a importância dos fatores institucionais não se limita ao estabelecimento do mecanismo de seleção. O processo de inovação dos setores tecnologicamente mais dinâmicos historicamente dependeu da interação entre diversos agentes organizados em redes

complexas, exemplo marcante do papel da construção social no processo evolucionário (BELUSSI; ARCANGELI, 1998). Durante a fase de desenvolvimento tecnológico acelerado, setores industriais relevantes dependeram, por vezes de forma crucial, do estabelecimento de redes interorganizacionais, que operavam como lócus para as atividades de aprendizado e busca de consenso, permitindo a exploração de trajetórias que reduziram a incerteza envolvida e viabilizaram o estabelecimento de novos paradigmas tecnológicos (ROSENKOPF; TUSHMAN, 1998). Como consequência, o impacto da inovação se tornou contingente não apenas das oportunidades e restrições tecnológicas, mas também da organização e comportamento dos agentes e das características institucionais vigentes (DOSI; ORSENIGO; LABINI, 2005).

A busca da vantagem competitiva é inerente ao capitalismo moderno, através da contínua tentativa de diferenciação e de proteção às fontes de vantagem comparativa entre firmas competidoras (PORTER, 1980). Entretanto, como aponta a literatura empírica, não são raras as situações onde as firmas, ao menos aquelas mais importantes em um determinado setor, não se pautam por essa dinâmica. Mesmo em situações onde as trajetórias tecnológicas estão distantes do esgotamento, é relativamente frequente o cenário onde os participantes do mercado, enquanto estrutura social, optam pela “estabilização” do processo competitivo por meio de estruturas sociais específicas (FLIGSTEIN, 2001a), como será visto a seguir. Conforme surgem padrões de interação em redes que envolvem firmas, fornecedores, clientes e estado, as relações econômicas tornam-se parte das relações sociais; os atores, coletivamente, tornam-se conscientes de seus interesses e necessidades e agem a partir delas (GRANOVETTER, 1985).

“Através das regras de comportamento e interação entre firmas, que se desenvolvem espontaneamente, através da formação de uma variedade de organizações associadas à indústria, que decidem assuntos como padrões através da ação política, [...] a própria indústria molda fortemente seu próprio ambiente de seleção.” (NELSON, 1995, p. 77)

Outro exemplo da importância dos fatores institucionais é substanciado pela evidência empírica, que recepciona apenas em parte os resultados esperados para a dinâmica da competição em setores caracteristicamente “schumpeterianos”. A pesquisa mostra que as pressões competitivas, sozinhas, não são fortes o suficiente para forçar a saída de todas as firmas que não são eficientes como as líderes, mesmo em períodos longos (DOSI;

NELSON, 1994). Além disso, aponta também que é normalmente elevado o número de firmas que entram e saem a cada intervalo de tempo (“turbulência”), com entrantes frequentemente operando com sucesso abaixo das escalas mínimas previstas pela análise estratégica estática¹³⁴ (DOSI et al., 1997). A turbulência e a entrada líquida positiva aparentemente são fenômenos “pervasivos”, verificados com frequência em amplo espectro de indústrias, inclusive naquelas com barreiras à entrada elevadas¹³⁵ (MALERBA; ORSENIGO, 1996; ACS; AUDRETSCH, 1991).

Assim, uma das críticas frequentes apresentadas à OIM pode também ser estendida para a TE: o tratamento superficial dos fatores institucionais. Mesmo enquanto atores centrais do processo evolucionário, a TE reserva para as firmas um papel de “[meras] portadoras de ‘tecnologias’, na forma de práticas particulares ou capacidades que *determinam* ‘o que elas fazem’ e ‘quão produtivamente’ em circunstâncias específicas” (DOSI; NELSON, 1994, p. 336, grifo nosso). Essa abordagem da questão institucional têm origens no nascimento dessa vertente teórica, a partir da hipótese da “trégua dos conflitos” explicitamente assumida (NELSON; WINTER, 1982), relegando para o segundo plano o papel dos padrões de desenvolvimento social setorial, tratados apenas enquanto influências genéricas de longo prazo (DOSI, 1982), e subestimando questões cognitivas e políticas que podem ser, e frequentemente são, tão dinâmicas quanto os processos de inovação tecnológica (TORDJMAN, 2004).

2.2.6. O setor de internet na perspectiva evolucionária

Em termos gerais, a perspectiva evolucionária parece se encaixar mais adequadamente do que a Organização Industrial à evidência empírica do setor de internet. Ela aparentemente dá conta tanto da questão, central, da dinâmica tecnológica como de suas consequências no padrão geral da organização setorial. Também a assimetria entre as firmas e

¹³⁴ Estatisticamente, entretanto, tamanho, idade e taxa de crescimento têm se mostrado positivamente correlacionados com a capacidade de sobrevivência das firmas (DOSI et al., 1997), apesar de que, em um cada momento, uma diversidade significativa de produtividade e lucratividade costuma ser observada em uma dada indústria (DOSI; NELSON, 1994).

¹³⁵ “A turbulência [em um setor] tende a ser negativamente correlacionada com variáveis como taxa de inovação, publicidade e intensidade de capital e positivamente correlacionada com concentração e crescimento” (MALERBA; ORSENIGO, 1996, p. 57).

a forma com que o conhecimento se difunde parecem poder ser apropriadamente representadas pela TE.

Especialmente nos segmentos de equipamentos/sistemas e de conteúdo, parece inequívoca a dinâmica da geração de diversidade e do dispositivo de seleção evolucionária. Grandes firmas, menos aptas, foram, frequente e rapidamente, relegadas ao segundo plano, ao passo que entrantes criativas se tornaram gigantes globais, em intervalos curtos. Indústrias inteiras foram destruídas ou profundamente transformadas em poucos anos, fenômeno incompatível com – ou pelo menos incompreensível a partir de – uma perspectiva de equilíbrio, único ou múltiplo, não aberta à mudança contínua. Talvez com algum exagero, pode-se considerar o setor de internet como arquetípico da visão schumpeteriana sobre a inovação, a competição e o desenvolvimento econômico.

O setor de internet, como um todo, parece em primeira aproximação operar com base em um regime Schumpeter Mark I. Nesse regime tecnológico, o papel do empreendedorismo é essencial, pois, dadas as barreiras tecnológicas relativamente reduzidas, graças à ampla difusão da base de conhecimento setorial, a participação das firmas novas foi e continua sendo relevante para as atividades inovadoras, ocasionando a erosão contínua das vantagens competitivas das empresas maiores. Mesmo as firmas que não inovam têm, ainda, a oportunidade de imitar as inovações de sucesso e aprimorá-las através do *learning by doing*, em função dos significativos *spillovers* verificados no setor. Com uma demanda sistematicamente crescente, tanto em número de usuários como nos seus gastos, e a introdução constante de novos produtos e funcionalidades, o setor tem criado oportunidades continuamente, o que sistematicamente vem desencadeando forte turbulência (entradas e saídas) nos seus mercados.

O regime tecnológico do tipo Mark I parece dar conta de explicar a velocidade com que a mudança tecnológica do setor de internet se verifica, bem como o padrão convergência-divergência do processo inovador. As mudanças mais significativas do paradigma setorial foram, mais frequentemente, associadas às novas trajetórias tecnológicas exploradas coletivamente ou, com menor frequência, originadas a partir de desenvolvimentos de firmas particulares, mas que rapidamente “vazaram” para a esfera setorial. Por isso, a cada mudança significativa nas trajetórias tecnológicas, a tendência foi de rápida convergência

imitadora; nos intervalos entre as inovações mais disruptivas, as firmas gradualmente aprimoraram seus produtos e processos, preservando espaço para diferenciação em geral modesta, mas compatível com o estabelecimento de vantagens economicamente relevantes.

Entretanto, a caracterização do regime Mark I não parece se adequar completamente aos registros empíricos do segmento de acesso, em particular no que diz respeito à dinâmica competitiva, apesar dos principais elementos habilitadores da competição schumpeteriana estarem também presentes nessa parcela do setor de internet. As firmas provedoras de serviços de acesso enfrentam demanda em crescimento acelerado e participam de cadeias longas e complexas em conjunto com o restante do setor. Suas atividades dependem, vitalmente, de um grande número de outras firmas, que fornecem equipamentos e programas e, muitas vezes, constroem as próprias redes que habilitam as provedoras de acesso a operar. Nesse sentido, o segmento de acesso se caracteriza pelo baixo nível de desenvolvimento tecnológico endógeno, apropriando-se principalmente das inovações geradas em outros segmentos do setor. Isso, em princípio, deveria tornar o acesso à tecnologia ainda mais amplo do que nos demais segmentos, potencializando a desenvoltura dos entrantes. Contudo, esse não foi o desenvolvimento observado a partir da evidência empírica.

A restrita oportunidade de diferenciação, induzida pelo baixo nível de inovação endógena agregada aos seus produtos, não justificaria a raridade da entrada com êxito de firmas inovadoras, que naturalmente tentariam se aproveitar do cenário de homogeneidade entre competidores para se diferenciar e crescer de forma acelerada, sob uma perspectiva evolucionária. Tampouco ajuda a explicar a reduzida agressividade verificada entre as firmas incumbentes do segmento de acesso. Em especial se considerarmos a manutenção de preços relativamente elevados no segmento, com margens tipicamente superiores às daquelas dos segmentos mais competitivos do setor. Afinal, dentro da lógica usual da TE, empresas do próprio setor poderiam avançar “à jusante”, utilizando suas capacidades inovadoras mais apuradas para rapidamente conquistar parcelas significativas do mercado de acesso, oferecendo produtos e serviços diferenciados, mais rapidamente do que as firmas incumbentes seriam capazes de fazer. A mudança técnica frequente verificada no setor concreto, induzindo à substituição periódica das plataformas de rede, também acentuaria essa tendência, criando de tempos em tempos “janelas de oportunidade” para a entrada em “campos nive-

lados”, quando eventuais vantagens associadas à escala ou aos *sunk costs* são, na prática, virtualmente eliminadas.

Entretanto, a evidência empírica no segmento de acesso é clara: a despeito da presença dos incentivos descritos acima e de barreiras convencionais relativamente reduzidas, a entrada inovadora usualmente não aconteceu. Pelo contrário, o capítulo 1 mostrou que novos serviços de acesso são introduzidos de forma relativamente homogênea entre os poucos competidores, de modo quase sempre simultâneo e com preços e características técnicas semelhantes. Esse cenário aponta para a necessidade de se investigar outros mecanismos para explicar adequadamente a situação descrita.

Os tipos das capacidades acumuladas pelas firmas incumbentes, no segmento de acesso, não se restringiram àquelas do tipo tecnológico ou puramente organizacional; antes disso, concentraram-se em uma série mais complexa de habilidades de empreendedorismo institucional, conforme se depreende da pesquisa empírica. Apesar de sinalizar a importância das questões institucionais sobre o processo evolucionário, como já discutido, a TE frequentemente não considera o impacto cruzado da dinâmica coevolucionária – de tecnologias e instituições – que potencializa resultados não completamente esclarecidos a partir dessa perspectiva, isoladamente. Essa limitação parece ser relevante neste caso.

2.3. Abordagens institucionalistas

O estudo das instituições é recorrente na ciência econômica. Desde Smith e Marx, a consideração das questões de ordem institucional na análise dos fenômenos econômicos foi uma constante. No início do século XX, autores como Veblen e Commons, dentre outros, iniciaram a tradição hoje conhecida como “economia institucional original” (OIE, do inglês *original institutional economics*), trazendo a questão institucional para o centro da análise econômica. A partir dos anos 1960, em especial com as contribuições de Coase e Williamson, ganha impulso a “nova economia institucional” (NIE, do inglês *new institutional economics*). Já nos anos 1980, se desenvolve a economia das convenções francesa (EC), também centrada nas questões institucionais. Essas três escolas serão brevemente abordadas. Outras vertentes dentro da ciência econômica, como a escola austríaca, tam-

bém trataram de aspectos institucionais, ainda que de forma menos ampla, mas não serão tratadas aqui.

Fora da disciplina da economia, os autores da teoria organizacional também empreenderam esforços na compreensão do papel das instituições no comportamento econômico de indivíduos e organizações, desenvolvendo, a partir dos anos 1970, o novo institucionalismo organizacional (NIO). Ele ocupou espaço paralelo ao das vertentes institucionais contemporâneas na ciência econômica.

Diferentemente das seções anteriores, que trataram de corpos teóricos relativamente organizados e homogêneos, esta seção busca selecionar um “caminho” ao longo do vasto e disperso repertório das teorias institucionais. O roteiro proposto é o seguinte: (i) conceituar o termo “instituição”, conforme as várias abordagens, (ii) apresentar sumariamente algumas das principais vertentes teóricas institucionais, na tentativa de mapear os principais pontos relevantes para a análise empírica, (iii) propor um quadro teórico consolidado para a análise institucional, com foco particular no conceito de campo organizacional e nos processos de dinâmica e empreendedorismo institucional, (iv) sintetizar as contribuições pertinentes para a análise dos mercados como estruturas institucionais, inclusive os seus principais requisitos institucionais, em particular o estabelecimento de convenções de estabilização e o papel do estado.

2.3.1. Os diferentes conceitos e tipos de instituição

O termo “instituição” tem uso frequente na economia e em diversas outras disciplinas, como a história, a sociologia, a ciência política, a filosofia etc. Isso se deve à onipresença e à multiplicidade de sistemas institucionais que se sobrepõem, se complementam e competem entre si, presentes que estão virtualmente em qualquer estrutura social (SCOTT, 2001). Entretanto, não existe uma definição única para o termo (HODGSON, 2006); mesmo as vertentes institucionalistas, nas diversas disciplinas, utilizam definições distintas e muitas vezes incompatíveis entre si. Por isso, a noção de instituição, em si, não é um conceito coerente de forma global, devendo ser compreendido dentro do escopo empregado pelos vários autores e correntes teóricas, considerando o propósito da análise (NELSON; SAMPAT, 2001).

No domínio da economia, talvez a mais simples e conhecida dentre as definições seja a de North (1990, p. 3): as instituições são as “regras do jogo” ou (mais especificamente) “as restrições concebidas pela humanidade que conformam a interação humana”. A definição de Hodgson (2006, p. 2), por outro lado, trata as instituições como “sistemas de regras sociais, estabelecidas e dominantes, que estruturam as interações sociais”. Já na teoria organizacional, Scott (2008, p. 48) define as instituições como “estruturas sociais duráveis compostas por elementos simbólicos, atividades sociais e recursos materiais”.

Na linha sugerida por Dequech (2008, p. 527), este trabalho adota uma definição ao mesmo tempo simples e ampla: “instituições são padrões de comportamento ou de pensamento socialmente compartilhados”. Padrões aqui entendidos não apenas como aqueles efetivamente praticados, mas também os prescritos ou recomendados. Esta definição abrange as dimensões comportamental e cognitiva, e é em geral compatível, mas não equivalente, com a maioria das conceituações utilizadas pelas diversas vertentes teóricas.

Fligstein sugere uma definição alternativa mais detalhada, útil para a análise empírica, com a qual se alinha a perspectiva deste trabalho:

“Instituições são regras e significados compartilhados (implicando que as pessoas são cientes deles ou que eles podem ser conscientemente conhecidos) que definem relações sociais, ajudam a definir quem ocupa que posição nesses relacionamentos e guiam a interação ao fornecer para os atores quadros cognitivos¹³⁶ ou conjuntos de significados para interpretar o comportamento dos outros. [...] As instituições podem, é claro, afetar as situações dos atores com ou sem o seu conhecimento ou entendimento.” (2001b, p. 108)

As instituições podem ser classificadas conforme algumas tipologias. Elas podem ser formais ou informais. Dentre as instituições formais encontram-se, por exemplo, as leis e regulamentos, o estado e o sistema judiciário. No escopo das instituições informais estão as normas sociais, que são estabelecidas, e controladas, pelo grupo social ou comunidade, e também as convenções, instituições relativamente arbitrárias, nas quais a conformidade se deve à expectativa de cada agente de que os outros também se conformarão, inde-

¹³⁶ Quadros cognitivos são os esquemas mentais conscientes que os indivíduos constroem para compreenderem o mundo, sendo normalmente compartilhados entre grupos que estão expostos às mesmas instituições (DOBBIN, 2004), permitindo a organização mental do ambiente social (BECKERT, 2010).

pendentemente de aplicação de sanção externa (DEQUECH, 2009). Outras definições para convenção, nem sempre convergentes, são adotadas na literatura¹³⁷.

Um conceito diretamente relacionado com o de instituição é o de “organização”, do qual o estado e as firmas são caso particular. Na definição proposta por Hodgson (2006), as organizações são um tipo especial de instituição, que dispõem de algumas características peculiares: (i) critérios definidores para suas fronteiras (limites) e membros, (ii) princípios de soberania e de definição de liderança e (iii) cadeia de comando e distribuição de responsabilidades definidas. Organizações são formadas por indivíduos e/ou outras organizações, mas podem ser tratadas como atores sociais “unitários” desde que “elas tenham meios de chegar a decisões e de atuar sobre algumas delas”, apesar do potencial para conflitos internos (HINDESS, 1989, p. 89). As organizações apresentam, assim, uma característica dual, sendo simultaneamente instituições por si e atores participantes de outras instituições (GREIF, 2006), em um caso particular de instituições recursivamente aninhadas umas dentro das outras (ARTHUR; DURLAUF; LANE, 1997).

As instituições desempenham múltiplos papéis na vida social, através de diversos mecanismos de influência sobre o comportamento e o pensamento dos atores. Dequech (2006, 2011), elenca pelo menos três papéis distintos das instituições: (i) restritivo, (ii) cognitivo e (iii) motivacional. O papel restritivo, prescritivo dos comportamentos aceitáveis e das sanções aplicáveis em caso de desvio, é provavelmente o menos controverso entre todas as vertentes teóricas. Nesse sentido, as principais organizações da sociedade, como o estado, os mercados, as famílias e a religião representam instituições que restringem tanto os fins como os meios dos comportamentos dos agentes, sendo importantes tanto no nível dos indivíduos como no das organizações e da própria sociedade (SCOTT, 2001).

Ainda segundo Scott (2008), uma das principais atribuições das instituições é a de fornecer suporte informacional para os agentes, operando como “repertório de conhecimento coordenador interpessoal” (ibid., p. 69). O papel cognitivo, além de prover informa-

¹³⁷ Para Weber (1921), se trata de uma parcela dos costumes que é seguida dentro de um grupo social, sendo reconhecida como “obrigatória” e sua desobediência sujeira à sanção de desaprovação pelo grupo. Lewis (1969), utilizando a teoria dos jogos, define convenção como uma regularidade de comportamento, incluindo padrões de pensamento, à qual se espera que todos os membros da população sejam conformes, independentemente da aplicação de sanções. Young (1996) abranda estes requisitos, caracterizando a convenção por um padrão de comportamento habitual, esperado e autoaplicável, dentre outros possíveis, mas não adotados.

ções e conhecimento prático, é responsável, na sua forma mais profunda, por dotar os atores com modelos mentais a partir dos quais eles selecionam, organizam e interpretam as informações, exercendo influência sobre como formas institucionais e relacionais são legitimadas. Por fim, no papel motivacional, as instituições oferecem incentivos e influenciam os objetivos e obrigações que os indivíduos se atribuem (DEQUECH, 2011).

Ao estruturar as relações entre atores, as instituições operam para reduzir a incerteza (NORTH, 1990) e a difusão da ansiedade que ela causa. Segundo Giddens, a ansiedade seria “a origem motivacional mais generalizada da conduta humana” (apud DIMAGGIO; POWELL, 1991, p. 23); por isso os atores sujeitos à incerteza buscam formas de coordenação entre si, como estratégia para lidar com a situação de interdependência dentro do grupo social e viabilizar a ação coletiva coordenada.

2.3.2. As diversas correntes institucionalistas

Foram selecionadas importantes correntes teóricas institucionalistas para uma breve resenha. O critério de seleção foi a proximidade com o tratamento do tema adotado especificamente por este trabalho. As diferentes interpretações teóricas, frequentemente contraditórias, fornecem quadros conceituais sobre aspectos distintos do processo institucional, muitas vezes incompatíveis. Este esforço não pretende ser exaustivo ou abranger todas as possíveis vertentes de estudo das instituições; intencionalmente nos concentramos nas principais diretrizes teóricas, de forma a compor um quadro teórico razoavelmente abrangente para a análise proposta.

2.3.2.1. A economia neoclássica e a teoria evolucionária dos jogos

A economia neoclássica (EN), em particular através da teoria da escolha coletiva, utiliza a teoria dos jogos (TJ) para o tratamento das instituições. Isso inclui as convenções, na definição de Lewis (1969). A origem das convenções, nesta perspectiva, está relacionada com a necessidade de coordenação entre agentes, de forma a maximizar os resultados obtidos pela ação de indivíduos racionais. “Indivíduos e organizações se envolvem com a ação coletiva, o conflito e a barganha para tentar mudar regras [institucionais] para seu próprio benefício” (KINGSTON; CABALLERO, 2009, p. 155). O tratamento dominante na EN é o de considerar as convenções criadas nessas circunstâncias como autoaplicadas, em

um sentido fraco. Isso elimina a necessidade do sistema legal ou do estado, mas não prescinde da adoção de sanções pelos próprios atores (SUGDEN, 1986).

Conforme Greif (2006, p. 30), as instituições “geram uma regularidade do comportamento (social)”, permitindo o surgimento de padrões de equilíbrio dos comportamentos. Por isso, na perspectiva da TJ, o papel essencial das instituições, formais ou informais, é de criar as condições para que a coordenação entre os atores se dê em apenas um dos múltiplos pontos de equilíbrio possíveis, por meio do compartilhamento das expectativas a respeito do comportamento e reações dos outros. Assim, as instituições podem ser compreendidas como resultado endógeno do processo de convergência para o equilíbrio, refletindo uma realidade socialmente construída (KINGSTON; CABALLERO, 2009). Apenas mudanças exógenas, nas preferências ou na tecnologia, por exemplo, são capazes de reverter esse equilíbrio, ocasionando períodos curtos de turbulência, enquanto um novo ponto de equilíbrio não é atingido.

Segundo Axelrod (1984), a TJ tradicional, sob a premissa de escolhas racionais, considera as instituições como resultado das interações estratégicas dos atores, supondo que os conjuntos de regras e estratégias para decisão sejam mantidos fixos. Portanto, na perspectiva da TJ, a ação é uma adaptação dos agentes às condições materiais vigentes (SCOTT, 2008). Importante ressaltar que, sem essas premissas, as conclusões da TJ não se sustentariam (FLIGSTEIN, 2001b). Uma vez que regras e recursos são considerados como dados, as instituições decorrem como consequência lógica destes, não influenciando ou dependendo, portanto, da cognição dos atores.

As premissas da TJ são restritivas em um ambiente social complexo e dinâmico, onde os agentes frequentemente tentam inovar e alterar não apenas as “regras do jogo”, mas também a “forma como jogo é jogado”, em benefício próprio (SCOTT, 2008; DEQUECH, 2009). Além disso, conforme argumenta Orléan (2004), ao partir da conceitualização dos atores como indivíduos “atomizados”, a TJ desconsidera uma eventual dimensão coletiva. Dessa maneira, a influência das arenas sociais e da dinâmica de suas hierarquias, bem como a necessidade dos atores de estabelecer redes de relações – para obter cooperação e viabilizar seus objetivos – não são capturadas na análise teórica (FLIGSTEIN, 2001b).

A teoria evolucionária dos jogos (TEJ) relaxa algumas das restrições da TJ tradicional. Ao adotar a premissa de racionalidade limitada (*bounded rationality*) de Simon (1958), ela permite que as próprias estratégias para a decisão passem a fazer parte dos esforços de coordenação entre os atores. Em jogos com equilíbrios múltiplos, convenções de coordenação das estratégias efetivamente adotadas são necessárias para a obtenção de equilíbrio localmente estável. É a coordenação que permite a emergência do que é usualmente chamado de estratégia evolucionariamente estável (SUGDEN, 1986; YOUNG, 1996).

A TEJ é um passo na direção de modelos de sistemas complexos dinâmicos, mas representa um caso particular, preservando a perspectiva da TJ convencional de que o conjunto de estratégias possíveis é finito, restando a possibilidade de múltiplos equilíbrios a partir de combinações destas (NELSON, 1995). Os agentes desenvolvem as estratégias ao longo de jogos repetidos sobre trajetórias que não são únicas, ou seja, as estratégias evolucionariamente estáveis apresentam *path dependence*. Por isso, o número e a natureza dos pontos de equilíbrio possíveis frequentemente não podem ser especificados *ex ante* na TEJ. As instituições/convenções resolvem os problemas de coordenação e permitem manter a cooperação, no contexto de jogos repetidos.

A consideração da situação de equilíbrios múltiplos permite à TEJ explicar diferenças institucionais, por exemplo, entre países, utilizando-se o conceito de *path dependence*, o que não é possível com a TJ tradicional (NORTH, 1990; DOBBIN, 2004). Diferenças nas condições iniciais, nas escolhas ou mesmo o acaso, durante o processo evolucionário, podem gerar instituições persistentemente distintas – sem garantia de que serão (Pareto) eficientes. Entretanto, a convergência institucional continua sendo esperada no longo prazo, pelo menos a nível local, pois a TEJ não considera a possibilidade de “*lock-in*”¹³⁸ entre comunidades que interagem (YOUNG, 1996).

2.3.2.2. O institucionalismo econômico original

A tradição do institucionalismo econômico original (OIE, na sigla em inglês) trata as instituições como sistemas de regras socialmente determinadas que organizam as

¹³⁸ O conceito de *lock-in* é complementar ao de *path dependence*, no sentido de que as condições iniciais ou as escolhas durante o processo histórico podem levar certas trajetórias que se tornam muito persistentes, dificultando ou inviabilizando outras trajetórias potencialmente equivalentes ou mesmo superiores em termos de resultados esperados, restringindo as opções futuras (ARTHUR, 1989; DAVID, 1985).

interações dos atores na sociedade (HODGSON, 2006). Mas, indo além da economia neoclássica, a OIE enfatiza a importância dos hábitos na formação das instituições – e vice-versa – ao ressaltar o papel mental destas. Instituições “proveem [os atores com] um quadro cognitivo para interpretação das sensações imediatas e fornecem hábitos ou rotinas intelectuais para transformar informação em conhecimento útil” (HODGSON, 1998, p. 171).

Na OIE, a imbricação entre hábitos – de pensamento e comportamento – e instituições é o componente central para a compreensão da mecânica institucional (HODGSON, 2006). Hábito, consciente ou não, é definido como a disposição para reproduzir comportamentos ou pensamentos, adquiridos anteriormente no ambiente social, a partir do estímulo ou contexto adequado. Assim, os “hábitos são a matéria prima das instituições, provendo para elas durabilidade, poder e autoridade normativa reforçados” (DIMAGGIO; POWELL, 1991, p. 7). Mas, como proposto por Simon (1958), os hábitos não devem ser considerados apenas como elementos passivos, mas sim como formas de direcionar a atenção dos atores para aspectos selecionados das situações, em detrimento de outros (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Por isso, os hábitos são importantes, também, no processo de evolução institucional, na medida em que, sob informação limitada, eles operam como “guias” para a convergência para certas convenções, em detrimento de outras (HODGSON; KNUDSEN, 2004).

As instituições se perpetuam porque elas influenciam e delimitam as próprias aspirações dos indivíduos, ao criar as bases para sua existência enquanto seres sociais, ao proporcionarem uma ligação específica entre o mundo ideal e o mundo real. Enquanto subconjunto da estrutura social, elas têm a capacidade para modificar os atores, seus objetivos e preferências (HODGSON; KNUDSEN, 2004). Por isso, na perspectiva da OIE, as instituições são, simultaneamente, estruturas objetivas, exógenas ao indivíduo, e fontes subjetivas de oportunidades para a ação humana (HODGSON, 2006).

Os autores recentes da OIE reforçam a importância das interações sociais na construção das capacidades conceituais dos indivíduos. Estruturas sociais se formam justa-

mente pela interação das instituições com o conjunto das relações sociais¹³⁹, inclusive as episódicas e as não estruturadas ou reguladas. Isso porque a maioria dos quadros cognitivos, que os agentes utilizam para apreender o mundo social, é representada através de linguagens sociais. Portanto, “a ‘realidade’ que nós ‘vemos’ e ‘entendemos’ é parcialmente construída socialmente” (HODGSON, 1988, p. 120).

“Os agentes [têm] que estruturar cognitivamente os problemas que encontram – para ‘dar sentido’ aos seus problemas – tanto quanto resolvê-los [...] Para ‘dar sentido’, para aprender e para se adaptar, os agentes adotam uma variedade de processos cognitivos. As categorias particulares que eles empregam para converter informação sobre o mundo em ação emergem da experiência [...] Os agentes, portanto, habitam um mundo o qual eles precisam interpretar de forma cognitiva – um [mundo] que é complicado pela presença e pelas ações de outros agentes e que está em permanente mudança [...] E disso deriva que qualquer ‘conhecimento compartilhado’ que os agentes possam ter sobre os demais tenha que ser obtido a partir de processos cognitivos específicos e concretos, operando a partir das experiências adquiridas através de interações concretas.” (ARTHUR, 1997, p. 5)

2.3.2.3. O novo institucionalismo econômico

O novo institucionalismo econômico (NIE, em inglês) surgiu a partir dos trabalhos de Coase e Williamson, alterando o foco da análise das instituições informais (hábitos), característico da OIE, para aquelas do tipo formal (leis, contratos etc.). A famosa definição de North (1990) – as instituições são as “regras do jogo” – é emblemática dos novos institucionalistas, apesar da análise daquele autor não se inserir apenas dentro do escopo do NIE. Os autores desta vertente consideram as instituições formais preponderantes na vida econômica (WILLIAMSON, 2000), devido à sua ação reguladora sobre o comportamento social (GREIF, 2006). Uma das principais características do NIE é o tratamento das instituições centrado na sua dimensão comportamental. A dimensão cognitiva, por outro lado, é em geral tratada apenas em sua característica expectacional (GREIF, 2006; YOUNG, 1996).

O NIE considera as instituições como resultado da ação humana deliberada, uma tentativa de indivíduos limitadamente racionais para tratar a informação incompleta

¹³⁹ O conceito de “relação social” adotado é baseado na definição clássica de Weber (1921): o comportamento de um grupo de atores no qual o comportamento de cada um leva em conta os dos demais e é por elas orientada. A ação é social, portanto, na medida em que o ator associa significado a esses comportamentos.

que dispõem e reduzir seus riscos, em um ambiente complexo (KINGSTON; CABALLERO, 2009). Segundo Williamson (1996; 2000), as instituições são arranjos sociais, produtos da ação instrumental individual, destinadas à minimização dos custos associados à realização de transações econômicas entre os agentes. Na definição de North (1990), os custos de transação são justamente aqueles associados à manutenção do sistema formal de direitos de propriedade, sob as condições de especialização e divisão do trabalho.

As instituições, na perspectiva do NIE, estão hierarquicamente estruturadas em quatro níveis. Na posição mais elevada está o nível da imbricação social (*social embeddedness*), onde se localizam as instituições informais, os costumes e as tradições. Entretanto, este nível é menos relevante para a análise econômica, por sua característica quase estática, pois mudanças têm frequência muito baixa – entre 100 a 1000 anos – e ocorrem de forma majoritariamente espontânea, sem espaço significativo para ação empreendedora (WILLIAMSON, 2000). Abaixo do nível da imbricação social, encontram-se os níveis que são mais relevantes em termos econômicos: (i) o ambiente institucional, no qual se encontram as regras formais, em particular aquelas definidoras dos direitos de propriedade, e (ii) as instituições de governança, onde os contratos são especialmente importantes.

Para efeitos práticos, como o período de mudança do ambiente institucional é relativamente longo (10 a 100 anos), os atores concentram seus esforços no ajuste das instituições de governança (WILLIAMSON, 2000). As instituições de governança são avaliadas, selecionadas e modificadas a partir dos custos diferenciais de transação, em relação às alternativas factíveis, a partir de fatores históricos e do ambiente institucional, que limitam as opções dos tomadores de decisão (NORTH, 1990). Como a origem dos custos de transação está associada às diversas formas de risco contratual entre os atores, as instituições de governança se desenvolvem em torno da necessidade de reduzir estes riscos. Elas persistem enquanto seus benefícios superam os custos de transação (DIMAGGIO; POWELL, 1991). As instituições reduzem a incerteza ao fornecer ambientes eficientes para as transações econômicas (NORTH, 1990).

O ambiente institucional essencialmente define as restrições que se aplicam às instâncias de governança (WILLIAMSON, 1996). Estas, por sua vez, operam no nível das transações individuais dos atores, balizando-as para que ocorram da forma mais eficiente,

pela minimização dos custos de transação envolvidos. As instituições de governança são o meio pelo qual a ordem social se torna possível, ao criar a perspectiva de ganhos mútuos para os agentes, apesar da ameaça permanente de conflito, devido à incompletude intrínseca da informação disponível. A NIE pressupõe a contínua seleção das melhores instituições de governança ao longo de um processo evolutivo “natural”, como contrapartida da inevitável incompletude das informações disponíveis (KINGSTON; CABALLERO, 2009). Sob essa perspectiva, a organização social por meio de firmas ou mercados representa tão somente instituições de governança alternativas sujeitas à evolução, no processo de minimização dos custos de transação (COASE, 1937 apud WILLIAMSON, 1996).

Com o foco da análise centrado nos custos de transação como determinante do processo de seleção das alternativas institucionais, questões sobre poder e hierarquia entre os atores – dentro e fora da firma – “dão lugar para ou são subsumidas pelo cálculo ‘economizador’ [de custos de transação]” (WILLIAMSON, 1996, p. 8). Segundo Williamson (2000), os argumentos econômicos de eficiência prevalecem sobre as interpretações que consideram as relações de poder, porque estas seriam essencialmente tautológicas. Autores como Greif (2006) são, entretanto, mais cautelosos ao abordar a questão das relações de poder e da hierarquia social, admitindo que, como a identidade social e a diversidade do comportamento dos atores são definidas a partir das posições sociais distintas, existiria papel para a estrutura de relações sociais na análise. Nesse contexto, poder-se-ia identificar, ainda, uma hierarquia institucional, pela qual as instituições em posição mais elevada detêm poder sobre aquelas em posições inferiores, gerando oportunidades para a mudança institucional intencional (GREIF, 2006).

Vale notar que a NIE não requer a premissa de racionalidade substantiva assumida pela TJ, apesar de vários de seus proponentes – mas não todos – também considerarem que o processo econômico conduz, inexoravelmente, para formas institucionais eficientes (KINGSTON; CABALLERO, 2009). Como argumenta Williamson (1996), a perspectiva da racionalidade limitada de Simon (1958) é mais adequada para definir o comportamento dos agentes econômicos. Esta limitação, inclusive, seria a causa dos contratos serem inevitavelmente incompletos, abrindo espaço para o comportamento oportunista. Isso, por sua vez, requer a existência de instituições de governança e um ambiente institucional ade-

quado para a mitigação dos riscos associados e a garantia do cumprimento dos contratos – especialmente leis e tribunais apropriados (DIMAGGIO; POWELL, 1991). A adoção da racionalidade limitada no NIE, entretanto, não resolve o problema da diversidade institucional, pois ao centrar a análise no conceito de comportamento oportunista, segue insatisfatório o tratamento das diferenças entre os comportamentos dos atores, em situações semelhantes, verificadas a nível local e global (DOBBIN, 2004).

2.3.2.4. A economia das convenções francesa

A economia das convenções francesa (EC) estuda as questões institucionais da ação e da coordenação entre os agentes, compreendidas de uma forma interdisciplinar, envolvendo a economia, a sociologia e a filosofia (ORLÉAN, 2004). A ênfase da EC é sobre o conceito de convenção, enquanto regra de comportamento interindividual (“regra convencional”) e também como modelo de avaliação baseado em “lógicas de justificação” compartilhadas.

As convenções, ao mesmo tempo em que são originadas na ação social, balizam os comportamentos dos atores, em um processo de realimentação. As convenções são interpretadas pelos atores enquanto representações de um “mundo” social comum, justificado a partir de princípios compartilhados (BATIFOULIER; LARQUIER, 2001). As regras convencionais necessitam de interpretação pelos agentes antes da sua aplicação: a justificação é a construção mental que suporta e dá legitimidade a este processo (STORPER; SALAIS, 1997). A justificação é especialmente importante em situações de conflito, quando as partes envolvidas – quem critica e quem é criticado – precisam justificar mutuamente suas ações. “A ênfase [da EC] nas disputas é baseada na premissa que estas tornam particularmente visível os recursos e competências mobilizados pelos atores” (JAGD, 2007, p. 78).

O conceito de lógica de justificação, na expressão de Favereau (2001 apud DEQUECH, 2008), é baseado no trabalho de Boltanski e Thévenot (1991). Segundo esse conceito, os atores orientam sua ação a partir de princípios de justificação mais gerais, de forma a se coordenarem com os demais atores que compartilham um mesmo mundo social, na presença de incerteza gerada por essa interação (JAGD, 2007). O esforço dos atores para a coordenação significa abrir mão da autonomia individual em benefício do processo social, pois envolve a construção coletiva de estruturas cognitivas e de relacionamento dinâmicas e

complexas (STORPER; SALAIS, 1997). A coordenação é, portanto, necessariamente resultado da ação social e não apenas de preferências individuais ou mesmo da estrutura social prévia.

Boltanski e Thévenot propuseram uma tipologia, não exaustiva, das “ordens de valor¹⁴⁰” que ordenam mundos sociais distintos: inspiração, opinião/renome, cívico, mercado, industrial e doméstico (DEQUECH, 2008). O conceito particular de valor utilizado pela EC diz respeito a um ordenamento qualitativo, particular ao mundo em questão, a partir do qual os agentes valoram pessoas e objetos. Uma ordem de valor é, portanto, uma construção cognitiva e ao mesmo tempo social e política, que permite aos atores “medirem-se dentro de suas ações quotidianas” (BOLTANSKI; THÉVENOT, 1991, p. 161). Diferentes ordens de valor podem ser utilizadas por cada ator, combinada e simultaneamente, conforme a visão de mundo aplicável em cada situação. Conforme os mundos dos quais cada um faça parte, os modos de justificação serão distintos; a falta de acordo e a disputa envolvem diferenças entre os valores relativos (*la grandeur*) atribuídos, pelas partes, para pessoas ou objetos (DEQUECH, 2008).

A seleção de uma convenção é um acordo não formal e arbitrário entre os atores, uma vez que existem alternativas de coordenação possíveis, não necessitando de ameaças de sanções explícitas – mas apenas implícitas – para sua adoção (BATIFOULIER; LARQUIER, 2001). A importância da convenção está associada à possibilidade de coordenação temporária dos comportamentos e das representações cognitivas dos atores: sem ela, eles não teriam como dar sentido comum à suas ações, ou mesmo estabelecerem vínculos coletivos. A convenção se autorreforça na medida do sucesso repetido do esforço de coordenação (LATSIS; LARQUIER; BESSIS, 2010). A convenção, por meio do compartilhamento de um mundo comum, permite a coordenação dos atores e a resolução do conflito, a partir de uma crença generalizada sobre o comportamento coletivo – uma certa ordem de valor compartilhada – aceitando como central a tensão entre ação individual e estrutura (STORPER; SALAIS, 1997). “A convenção constitui uma *exterioridade* cuja presença transforma os indivíduos e suas relações. [...] Ela introduz um elemento novo, de natureza

¹⁴⁰ A ordem de valor representa um conjunto específico de “relações sociais, concepções do que é correto, métricas de valor e noções de qualidade” (LATSIS; LARQUIER; BESSIS, 2010, p. 552).

coletiva ou social, que escapa à pura lógica da racionalidade estratégica” (ORLÉAN, 2004, p. 13, grifo no original).

2.3.2.5. O novo institucionalismo organizacional

O novo institucionalismo na teoria organizacional (NIO) tem como uma de suas características centrais a rejeição da racionalidade “atomista”, baseada na dimensão do indivíduo, como explicação para a organização das estruturas sociais. Ao invés disso, o NIO tem um enfoque “organicista” (SCOTT, 2008), a partir da análise de padrões de relações sociais dentro de campos espaciais (BECKERT, 2010). Esta vertente teórica coloca ênfase no papel da cultura e da cognição¹⁴¹ no processo social e na natureza de imbricação (“*taken-for-granted*”) das instituições na vida econômica (THORNTON; OCASIO, 2008), pois os processos sociais formatam o comportamento econômico em seu núcleo e não apenas de forma periférica (DOBBIN, 2004). As instituições decorrentes dos processos sociais estruturam a ação e restringem a capacidade dos atores de agirem de forma puramente instrumental, além de privilegiarem grupos cujos interesses estejam alinhados com elas (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Nesse ambiente, o comportamento dos indivíduos é orientado fundamentalmente por uma “lógica de adequação” (“*appropriateness*”) e não pela “lógica de consequências”, usualmente pressuposta no comportamento estritamente racional (MARCH, 1994). O papel das instituições, assim, é o de formatar o comportamento dos atores (SCOTT, 2008), estabelecendo uma relação direta entre instituições e ação, mas sem excluir a possibilidade da ação dos agentes sobre – e além da – estrutura institucional.

A premissa teórica crucial do NIO é que a parcela relevante das relações sociais não é baseada em instituições formais ou em características individuais dos atores (BECKERT, 2010). O NIO dá ênfase na natureza informal e *taken-for-granted* de boa parte do quadro institucional, normalmente subestimada pelos teóricos utilitaristas, como aqueles do NIE (DIMAGGIO, 1988). Isso significa que, sob uma perspectiva “cultural-cognitiva”, as

¹⁴¹ Cognição é o processo psicológico pelo qual os atores dão sentido ao mundo ao seu redor e bem como às suas convenções sociais (DOBBIN, 2004), por meio de representações simbólicas internalizadas da mediação entre os estímulos externos e a resposta do indivíduo, formatadas pelo quadro cultural no qual o ator está imerso (SCOTT, 2008).

instituições precisam ser analisadas além de seus aspectos normativos¹⁴² e regulatórios¹⁴³, obrigando o analista a penetrar em um universo consideravelmente mais “intratável” e opaco do que aquele apresentado pelas abordagens que se atêm primordialmente nestes aspectos (DIMAGGIO, 1988; POWELL, 1991; SCOTT, 2001). Autores como DiMaggio e Powell (1983) propõem que os atores dentro de um mesmo domínio adotam modelos mentais compartilhados para estruturar sua interação, tendo em vista seus objetivos, confiando para isso em arranjos institucionais *taken-for-granted* adquiridos socialmente. Esses aspectos cultural-cognitivos representam o elemento central da análise do NIO.

Os três elementos – cultural-cognitivo, normativo e regulatório – são “blocos” que formam um contínuo – do inconsciente para o consciente – que é o substrato das instituições (SCOTT, 2008). Nas instituições reais o que se verifica é uma combinação variada entre esses elementos constitutivos (TOLBERT; ZUCKER, 1996; SCOTT, 2001, 2008). A persistência institucional está diretamente associada ao alinhamento entre eles. O desalinhamento entre os elementos representa recurso que os agentes podem utilizar para seus propósitos particulares, frequentemente conduzindo à mudança institucional (SCOTT, 2008).

Por se basearem em premissas pré-conscientes, ou *taken-for-granted*, os elementos cultural-cognitivos se encontram no nível mais profundo das instituições (BECKERT, 1999; SCOTT, 2008). “Cultura, instituições e relações sociais não são apenas ferramentas para os atores; elas influenciam a cognição e a ação dos atores de forma importante e frequentemente inconsciente” (BATTILANA; LECA; BOXENBAUM, 2009, p. 73), “controlando a conduta humana [...] antes ou à parte de quaisquer mecanismos ou sanções criados para suportar [as instituições]” (BERGER; LUCKMAN, 1967 apud DIMAGGIO; POWELL, 1991, p. 21). A conformidade institucional não é, portanto, oriunda apenas de sanções ou outras formas de reação do grupo social, mas principalmente porque outros ti-

¹⁴² Scott (2008) define as regras normativas como aquelas baseadas em valores e normas e atuam em uma dimensão prescritiva, avaliativa e obrigatória da vida social. Os valores representam uma concepção do que é desejável ou preferível, tornando-se padrões a partir dos quais as estruturas e comportamentos são comparados. Já as normas especificam os comportamentos adequados às diversas circunstâncias, definindo quais são os meios legítimos para se perseguirem os fins compatíveis com os valores.

¹⁴³ Restrições ou estímulos explícitos, formais ou informais, geradas a partir do processo de regulação: leis, regulamentos, órgãos de supervisão, atividades de sanção etc. A coerção é o principal mecanismo de controle nesse caso (SCOTT, 2008).

pos de comportamento são frequentemente inconcebíveis para o ator (SCOTT, 2008). “Rotinas [institucionalizadas] são seguidas porque elas estão assumidas implicitamente [*taken-for-granted*] como ‘o jeito que nós fazemos essas coisas’” (ibid., p. 58).

2.3.3. Uma proposta de quadro teórico para a análise institucional

Como se depreende da breve resenha das principais vertentes institucionalistas, podemos, em primeiro plano, classificá-las segundo a ênfase sobre elementos normativos e regulatórios (novo institucionalismo econômico) ou cultural-cognitivos (institucionalismo econômico original, economia das convenções e novo institucionalismo organizacional). Esta clivagem é crucial para a análise: mesmo sem ignorar a importância dos três elementos na apreensão de um arranjo institucional particular, a bibliografia de estudos empíricos parece mostrar que não existe uma combinação única ou ideal para a análise das situações concretas. Portanto, é uma das tarefas da análise empírica determinar a relevância intrínseca de cada elemento em cada realidade específica.

No caso particular deste trabalho, conforme as hipóteses já apresentadas no capítulo 1, os elementos cultural-cognitivos parecem ser centrais para a conformação institucional do setor de internet, sem negar a importância de outros elementos. Portanto, na construção da proposta para o quadro teórico de análise, parece indicado privilegiar as vertentes que enfatizam este elemento, em particular a abordagem do NIO.

Como esperamos ter restado claro, a perspectiva do novo institucionalismo organizacional (NIO) é distinta daquela do novo institucionalismo econômico (NIE), apesar de ambos convergirem no papel normativo das instituições na restrição da racionalidade instrumental pura (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Enquanto o NIE considera a questão das relações sociais e de poder como dominadas pela racionalidade econômica – ainda que limitada – os autores do NIO procuram abordar a questão institucional de modo mais abrangente (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Ao considerar que o comportamento econômico dos atores é delineado, de forma significativa, por questões cultural-cognitivas, e não apenas por processos de mobilização instrumental de interesses, o modo como os significados simbólicos são adquiridos e aplicados pelos atores ganha relevância, assim como o ambiente social onde este processo ocorre (DIMAGGIO, 1988). Conforme Dobbin (2004,

p.3), os “estudos empíricos tipicamente mostraram que a economia não era um domínio distinto – [...] ela estava emaranhada na vida social”.

Uma crítica frequente ao institucionalismo original é o papel excessivamente amplo da estrutura social, incluindo as instituições, sobre os atores. Em um contexto de “sobressocialização”, os atores passam a ter seu comportamento incondicional e automaticamente guiado por instituições poderosas e estáveis, onde a inovação institucional endógena não seria possível (JAGD, 2007) e a exógena, improvável. “A teoria institucional [original] não tem uma teoria, explícita ou formal, do papel que os interesses operam na institucionalização” (DIMAGGIO, 1988, p. 4). Outro ponto questionado do institucionalismo original, apontado por autores como Beckert (1999), é sua incapacidade de considerar as diferenças individuais entre agentes, uma vez que ele desconsidera o papel da ação estratégica nos processos de construção e transformação institucional.

Para superar essas críticas, autores do NIO propuseram tratar o modelo do ator racional da TJ e o modelo do institucionalismo original como extremos de um contínuo teórico, sobre o qual operam também os processos de decisão e de agência¹⁴⁴ (TOLBERT; ZUCKER, 1996; BATTILANA; LECA; BOXENBAUM, 2009). Como lembra DiMaggio (1988), os interesses e conflitos entre grupos são essenciais para a compreensão da dinâmica institucional; portanto a integração da perspectiva da agência ao quadro teórico institucional é essencial para prover uma visão integral do processo. Segundo Emirbayer e Mische:

“Toda ação social é uma síntese concreta, formatada e condicionada, por um lado, pelos contextos temporal-relacionais da ação e, por outro, pelos próprios elementos dinâmicos da agência. Isto garante que a ação social empírica nunca será completamente determinada ou estruturada. Por outro lado, não existe momento hipotético no qual a agência efetivamente fica ‘livre’ da estrutura.” (apud SCOTT, 2001, p. 194)

Esta tensão, contraditória e permanente, entre agência estratégica e estrutura social, permeia a proposta de quadro teórico que será detalhada a seguir.

2.3.3.1. O conceito de campo organizacional e as redes sociais

O conceito de campo organizacional (*organizational field*) é proveniente do trabalho de Bourdieu (1972) e de sua teoria dos campos. O campo representa o lócus da

¹⁴⁴ O termo “agência se refere à habilidade de um ator em ter algum efeito sobre o mundo social – alterando as regras, os laços relacionais ou a distribuição de recursos” (SCOTT, 2008, p. 77).

ação social de um determinado conjunto de grupos organizados, onde atores coletivos tentam criar um sistema de relações, através da produção de uma cultura local, que defina e dê significado às relações sociais entre eles. A cultura fornece os elementos cognitivos simbólicos para os atores, ajudando-os a interpretar sua posição na estrutura e sua identidade social. Isso os habilita a compreender a ação dos outros, com quem se relacionam, consequentemente “enquadrando” as ações de cada ator em relação ao grupo (DIMAGGIO; POWELL, 1983; FLIGSTEIN, 2001b; SCOTT, 2008), além de fornecer os esquemas mentais que permitem a percepção, e eventualmente a mudança, das instituições (DENZAU; NORTH, 1994; DOBBIN, 2004). “Campos organizacionais altamente estruturados proveem um contexto no qual os esforços individuais para lidar racionalmente com a incerteza e as restrições frequentemente levam, no agregado, à homogeneidade de estrutura, cultura e resultados” (DIMAGGIO; POWELL, 1983, p. 147). A noção de campo organizacional permite a avaliação simultânea das estruturas sociais relevantes para a dinâmica da vida econômica, conciliando as potenciais contradições analíticas entre estrutura e agência (BECKERT, 2010).

A teoria dos campos organizacionais privilegia a análise de como os significados compartilhados do campo – suas instituições – se tornam internalizados (*taken-for-granted*) pelos atores (BECKERT, 1999; FLIGSTEIN, 1997). Essas instituições passam, então, a operar como restrições à ação, limitando e determinando o comportamento dos atores ao longo do tempo. Por outro lado, elas também funcionam como habilitadoras para a aquisição do conhecimento necessário para que os agentes possam tomar suas próprias decisões e, em certas ocasiões, iniciarem o processo de transformação do campo (DIMAGGIO; POWELL, 1991; HODGSON, 1988; SCOTT, 2008). As instituições formatam o comportamento humano nos campos, não apenas ao fornecer para os atores representações compreensíveis dos relacionamentos sociais, mas também ao provê-los com “*scripts*” (rotinas) que orientam sua ação (DOBBIN, 2004). Nesse contexto, a institucionalização é o processo pelo qual formas de pensar ou de agir se tornam compartilhadas pelos atores e, portanto, constitutivas dos padrões de interação dentro dos campos (JEPPERSON, 1991).

Conforme DiMaggio e Powell (1983), o processo de institucionalização do campo organizacional não pode ser pré-determinado, pela sua própria natureza, apesar dele

tampouco ocorrer de forma espontânea ou aleatória¹⁴⁵. A institucionalização dos campos, e a conseqüente redução da incerteza que ela traz, é pré-requisito da ação estratégica (BECKERT, 1999). Conforme mostrou Simon (1958), escolhas minimamente racionais são possíveis apenas em condições moderadas de incerteza, que permitam, pelo menos, a formação de expectativas pelos atores. Ao induzir expectativas sobre o comportamento e o pensamento dos outros, as instituições reduzem a incerteza e viabilizam a ação estratégica. Por outro lado, “agência estratégica que [inclusive] viole as regras institucionais existentes pode ser esperada [mesmo] em situações caracterizadas por níveis de certeza relativamente altos dentro de um campo institucional” (BECKERT, 1999, p. 783). Quanto maior o grau de institucionalização, então, potencialmente maiores serão os benefícios associados à agência e ao desvio. Ao criar as condições para a ação estratégica, as instituições fomentam os mecanismos que ensejam a desestabilização e mudança nos campos, em um processo permanente e contraditório (BECKERT, 1999).

As relações de poder entre atores fazem parte e estão imbricadas (*embedded*) com a estrutura do campo, inclusive no que diz respeito aos recursos disponíveis para cada ator (HARDY; MAGUIRE, 2008). “Os campos organizacionais são compostos por estruturas específicas de redes sociais¹⁴⁶ que criam diferenças de poder entre [os atores] e hierarquias de posições” (BECKERT, 2010, p. 609). São as posições dos agentes na hierarquia que determinam o poder que disporão e as oportunidades que terão acesso; nesse sentido, o poder não é um atributo dos atores, mas das posições que ocupam na estrutura do campo.

O poder relativo dos agentes é, dessa forma, definido a partir do arranjo institucional e das redes sociais, que estimulam certos comportamentos ou interpretações enquanto desincentiva outros. “As instituições em cada campo organizacional são únicas e estão imbricadas com as relações de poder entre grupos” (FLIGSTEIN, 2001b, p. 109). Note-se que poder, nesta perspectiva, vai além da simples capacidade de coerção: envolve também

¹⁴⁵ Em termos genéricos as etapas do processo de institucionalização são: (i) o rápido crescimento das interações entre os atores do campo, (ii) a emergência de estruturas de dominação interorganizacional e padrões de coalizão, (iii) o aumento do volume de informação sobre a qual os agentes decidem e (iv) o desenvolvimento de padrões específicos e estáveis de interação (DIMAGGIO; POWELL, 1983).

¹⁴⁶ As redes sociais são compostas por grupos de indivíduos ou organizações interconectadas por alguma forma de interdependência. O conceito de rede está associado à ideia durkheimiana de que a identidade e o comportamento são moldados pela posição social.

a capacidade de definir as percepções e os interesses dos outros, inclusive sobre o que é considerado “racional” (DOBBIN, 2004). Nas interações dentro de um campo organizacional, os grupos que ocupam as posições que dispõem de mais poder – os incumbentes¹⁴⁷ – “se valem das regras culturais aceitáveis para reproduzir o seu poder [...] este processo torna a ação nos campos [organizacionais] continuamente conflituosa e inerentemente política” (FLIGSTEIN, 2001a, p. 15). Apesar da proeminência dos interesses dos atores mais poderosos, os campos oferecem benefícios também para os menos poderosos – os desafiantes – na medida em que estes consigam garantir sua sobrevivência, ainda que com um nível restrito de recursos (FLIGSTEIN, 2001b). A teoria dos campos organizacionais tem como um de seus objetivos justamente compreender como, a partir da ação estratégica dos atores, em um sentido fraco, estes espaços sociais podem se tornar e se manter estáveis, apesar da persistência dos conflitos e da heterogeneidade (FLIGSTEIN, 1997; POWELL, 1991).

Todas as ações dentro do campo organizacional envolvem interação entre agentes, portanto o processo econômico é, simultaneamente, “restrito e suportado por redes definidas a partir de padrões recorrentes de interação [social] entre os agentes” (ARTHUR; DURLAUF; LANE, 1997, p. 6). Ao “absorverem” os indivíduos de forma integral, as “redes sociais [se tornam] as portadoras das novas práticas econômicas e das novas ideias [inclusive] sobre o que significa ser racional e eficiente” (DOBBIN, 2004, p. 5), relativizando o papel da agência em sua forma mais forte (como na teoria dos jogos).

2.3.3.2. A dinâmica institucional

A dinâmica do processo institucional é um fenômeno complexo, dependente de um conjunto amplo de mecanismos, dentre os quais se sobressaem necessidades universais como a sobrevivência dos atores (DIMAGGIO, 1988) e a preferência pela estabilidade e previsibilidade em suas vidas, pela redução da incerteza no ambiente social (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Entretanto, os processos pelos quais as instituições emergem, se reproduzem ou desaparecem não podem ser explicados apenas a partir desses mecanismos mais gerais, sob o risco de subestimar o papel e a importância dos interesses particulares e da

¹⁴⁷ Incumbentes, na perspectiva institucional, são os atores que mais se beneficiam do arranjo do institucional vigente e detêm poder suficiente para sua reprodução nesse papel (FLIGSTEIN, 2001a). Os atores que, por oposição, menos se beneficiam do *status quo* são denominados desafiantes. Esta é a forma mais elementar de representação do conflito imanente às estruturas sociais.

agência humana. O comportamento intencional, orientado pelo interesse próprio e, portanto, inerentemente conflituoso, é outro importante mecanismo da dinâmica institucional.

Apesar do papel profundo das instituições sobre o comportamento individual, desvios em relação aos comportamentos esperados não apenas são possíveis como, em certa medida, esperados. “As instituições e as relações sociais [...] restringem e habilitam [os comportamentos], mas não determinam as escolhas dos atores” (BATTILANA; LECA; BOXENBAUM, 2009, p. 70). Como apresenta Beckert (1999), as orientações fornecidas por diferentes instituições não são obrigatoriamente coerentes entre si, podendo ser contraditórias entre as diversas esferas institucionais. Além disso, instituições frequentemente não fornecem orientações únicas sobre como os atores devem se comportar ou pensar. O eventual caráter conflituoso das instituições estimula o comportamento discricionário do agente e, portanto, mais propenso para a não conformidade.

A conformidade dos atores com os padrões de comportamento ou pensamento prescritos pelas instituições pode ou não depender de sanções externas, formais (lei, regulamentos) ou informais (grupo social)¹⁴⁸. Quando existe a dependência, mesmo que parcial, da aplicação de sanções, as instituições em questão representam “normas sociais” (DEQUECH, 2009). Normas sociais podem estar, e frequentemente estão, em conflito com “normas de decisão”, entendidas aqui como os padrões de comportamento e pensamento que privilegiam os interesses próprios do agente. Trata-se da possibilidade de substituição, ainda que localizada, da lógica de adequação pela de consequências (comportamento instrumental), no sentido de March (1994), sem que isto represente comportamento irracional dos atores, pelo menos dentro da perspectiva de racionalidade limitada (SIMON, 1958).

A incompatibilidade entre normas sociais e normas de decisão pode refletir diferenças nas representações cognitivas entre os atores, representando um estímulo ao com-

¹⁴⁸ Segundo Dequech (2003) e Scott (2008), os motivos para a conformidade institucional consciente são múltiplos e não mutuamente exclusivos: (i) retornos crescentes de adoção das instituições e *lock-in*, devido ao interesse de se coordenar com os outros; (ii) comprometimento com as instituições existentes, conforme estas são interiorizadas e legitimadas pelos atores; (iii) objetificação, quando outras alternativas institucionais são sequer cogitadas, por naturalidade ou inevitabilidade; (iv) incentivos sociais, positivos ou negativos (sanções), aos quais os atores se adéquam oportunisticamente, (v) diferenças informacionais, quando os agentes conscientemente imitam os outros na expectativa que estes estejam melhor informados, (vi) percepção de incerteza, pela busca da redução da incerteza por meio da coordenação fornecida pela instituição, e (vii) poder ou recursos insuficientes para desviar, quando mesmo não desejando se conformar, o agente não dispõe das condições materiais para isso.

portamento inovador. Segundo Dequech (2009), diferenças nas representações cognitivas podem resultar de (i) criatividade ou *animal spirits* distintos, (ii) não percepção de alternativas ou (iii) diferenças de conhecimento. Além disso, nem todas as instituições são normas sociais, na medida em que podem não existir sanções associadas com a não conformidade, ou ainda, o benefício esperado com o comportamento desviante pode superar o ônus das sanções previstas pelas normas sociais. Nesses casos, normas de decisão tornam-se motivo importante para a não conformidade.

Instituições são resultado da ação social dos indivíduos, seja na sua construção, reprodução ou transformação (DEQUECH, 2006), apesar desta ação não ser inteiramente consciente, intencional ou instrumental (SCOTT, 2008). Criar novas instituições é um projeto dispendioso, que demanda interesse e recursos adequados para ser viabilizado (DIMAGGIO, 1988). Segundo Suchman (1995 apud SCOTT, 2008) o ímpeto para a criação de instituições está no surgimento de algum problema social recorrente, para o qual o quadro institucional existente não forneça um repertório adequado de soluções. Esta é uma perspectiva, na visão de Scott (2008), pelo “lado da demanda”, que oferece uma visão até certo ponto “naturalizada” do processo de institucionalização, sem iluminar o papel sempre relevante dos agentes mais poderosos no processo de formação institucional (POWELL, 1991). Por isso, ela seria menos conveniente para o processo analítico.

Outra perspectiva é abordar o processo institucional pelo “lado da oferta”. Nessa linha, a institucionalização, enquanto processo de construção de instituições, “é um produto dos esforços políticos dos atores para alcançar seus fins, [...] o sucesso de um projeto de institucionalização e a forma que a instituição resultante toma depende do poder relativo dos atores que apoiam, se opõem ou de alguma forma se empenham para influenciá-lo” (DIMAGGIO, 1988, p. 13). Política, aqui, diz respeito à disputa sobre qual lógica institucional deve regular as diferentes atividades e sobre quais grupos sociais ela deve se aplicar (FRIEDLAND; ALFORD, 1991). “Certos tipos de atores ocupam papéis institucionalizados que os habilitam e encorajam a legar e promover novos esquemas, regras, modelos, rotinas e artefatos” (MEYER, 1994 apud SCOTT, 2008, p. 104). Nesse enfoque, a construção das instituições se dá a partir dos esforços de atores que detém poder suficiente para

produzir regras de interação que permitam estabilizar sua situação em relação à de outros atores, bem como trazer significado para a estrutura social (FLIGSTEIN, 2001b).

A construção de novas instituições depende da ação de atores com habilidades sociais (*social skills*) específicas. São eles que introduzem novas ideias e significados, compartilhando-os em suas redes de influência, conduzindo sua cooperação e encontrando formas de acomodação com outros grupos (FLIGSTEIN, 2001b). As ideias, sejam elas crenças, esquemas mentais ou premissas, são poderosas alavancas do processo institucional, fornecendo os quadros cognitivos que justificam a ação dos atores (SCOTT, 2008), nos moldes propostos pela economia das convenções francesa, permitindo a legitimação¹⁴⁹ das instituições.

As instituições podem ser criadas pelo acordo em torno de uma nova forma institucional (inovação) ou, mais frequentemente, a partir da imitação de outras já existentes, dentro ou fora do campo em questão. Muitas das “novas” instituições são, na verdade, construídas a partir de combinações de estruturas institucionais já existentes, reaproveitadas e reorganizadas dentro de um novo arranjo (SCOTT, 2001). Nesse processo, recursos materiais ou sociais disponíveis para os agentes em um campo organizacional podem ser por eles utilizados para alterar sua condição em outros. “As áreas de superposição e confluência entre esferas institucionais geram possibilidades ricas para novas formas [institucionais]” (ibid., p. 188). A diferença entre os processos de inovação e de imitação institucional é relativamente arbitrária, dado que eles não se desenvolvem no “vácuo”, mas sim a partir de instituições pré-existentes (SCOTT, 2008). Nessa perspectiva, as instituições já presentes são um importante habilitador, “na medida em que elas fornecem um repertório de princípios institucionais existentes [...] que os atores usam para criar novas soluções de forma que conduzem à mudança evolucionária” (CAMPBELL, 1977 apud SCOTT, 2001, p. 192). Esse processo, de reutilizar fragmentos de outras instituições, é também conhecido na teoria dos campos por “bricolagem”. Apesar de importante, a “importação” de modelos institucionais não acontece de forma integral, sendo que sua adaptação ao ambiente específico dá

¹⁴⁹ A “legitimidade é uma percepção ou premissa generalizada de que as ações de uma entidade são desejadas, oportunas ou apropriadas dentro de algum sistema de normas, valores, crenças e definições socialmente construído” (SUCHMAN, 1995 apud SCOTT, 2008, p. 59).

frequentemente origem a instituições bastante diversas das originais, sobre as quais se deu a bricolagem (DIMAGGIO; POWELL, 1991).

A institucionalização e a legitimação são etapas críticas da construção institucional, permitindo a crescente habituação dos comportamentos. Após a etapa da habituação, a gradual objetificação¹⁵⁰ das instituições se torna o principal mecanismo para a sua estabilidade, na medida em que o grau de consenso social sobre o valor da estrutura institucional se difunde (SCOTT, 2008; TOLBERT; ZUCKER, 1996). A etapa final do processo é a sedimentação, a partir do momento em que a instituição “é perpetuada através de diversas gerações e se espalha para virtualmente toda a população relevante de adotantes potenciais” (TOLBERT; ZUCKER, 1996, p. 184). Contudo, esse não é um caminho sem problemas: frequentemente o processo institucional falha em alguma dessas etapas, devido à impossibilidade de conciliação de interesses e identidades¹⁵¹ dos atores envolvidos (FLIGSTEIN, 2001b), dada sua natureza repleta de conflito, contradição e ambiguidade do próprio processo (DIMAGGIO; POWELL, 1991).

“Comportamentos e estruturas que são institucionalizados são normalmente mais lentos para mudar do que aqueles que não o são” (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Weber (1921) sugeriu que “as instituições persistem não apenas porque elas desenvolvem inércia estrutural, mas porque elas fazem sentido para as pessoas, e que entender que tipo de sentido elas fazem é a chave para entender por que elas persistem” (DOBBIN, 2004, p. 10). Assim, a conformidade dos atores com as instituições, sua legitimação, habituação, objetificação e sedimentação ajudam a explicar a estabilidade, reprodução ou persistência institucional. Isso cria resistência intrínseca à mudança institucional, em um processo crescente, suportada ainda pela ação dos atores que se beneficiam diretamente do arranjo dominante (POWELL, 1991).

¹⁵⁰ Conforme a definição de Berger e Luckman a objetificação representa “os processos pelos quais os significados produzidos na interação social ‘vêm para confrontar [o ator] como uma verdade exterior a ele’” (1967 apud SCOTT, 2008, p. 125).

¹⁵¹ As identidades dos atores estão associadas aos papéis, de natureza *taken-for-granted*, associados aos indivíduos ou grupos pelos outros, no contexto do campo organizacional, agregando os atores (STORPER; SALLAIS, 1997). Este mecanismo opera, frequentemente, por meio de um processo autorreforçante de habituação, ou seja, da transformação do comportamento em hábito (SCOTT, 2008; TOLBERT; ZUCKER, 1996).

A persistência não representa um atributo automático ou permanente das instituições; ela requer dos atores “o monitoramento das atividades sociais em andamento e a observação contínua da manutenção de suas conexões com o ambiente sociocultural mais amplo” (SCOTT, 2008, p. 128), uma vez que não existe garantia estrutural de sua permanência (STORPER; SALAIS, 1997). É por isso que a ação dos atores poderosos será sempre no sentido de estabilizar as instituições vigentes, na tentativa de reproduzir o seu poder (DIMAGGIO, 1988; THORNTON; OCASIO, 2008). Os incumbentes precisam, constantemente, reforçar suas relações com os demais atores poderosos do campo, ao mesmo tempo em que tentam minimizar o impacto da ação dos desafiantes (FLIGSTEIN, 1997; HARDY; MAGUIRE, 2008). A negociação, ou simples sinalização de intenções, entre incumbentes hábeis é a forma coletiva de interação que permite a imposição de uma ordem sob seu controle; a estabilização e a reprodução dos campos dependem crucialmente da habilidade desses atores dominantes (GIDDENS, 1984; POWELL, 1991).

Além do exercício do poder, a persistência institucional também se apoia em outras bases, como a não consideração de outras instituições alternativas pelos agentes, por conta das características de imbricação (*taken-for-grantedness*), *path dependence* e interdependência institucional complexa (POWELL, 1991). Este último mecanismo de inércia institucional está associado à complementaridade entre as diversas instituições, que conduz ao autorreforço mútuo e tem origem nos padrões de coordenação que envolvem modos complexos de divisão social do trabalho, seja em relações produtivas diretas ou em interações não comerciais (STORPER; SALAIS, 1997).

2.3.3.3. O empreendedorismo institucional

O processo de mudança institucional é abordado de forma razoavelmente divergente na literatura, em especial no que diz respeito ao papel e à autonomia da agência humana. “A perspectiva da agência analisa as instituições como que refletindo os objetivos dos indivíduos que as criam” (GREIF, 2006, p. 40). Esta é uma perspectiva utilitarista, como aquela adotada pela teoria dos jogos tradicional, enfocando o papel dominante da agência na dinâmica institucional. Já “a perspectiva estrutural enfatiza que as instituições formam, ao invés de refletir, as necessidades e possibilidades daqueles cujo comportamento elas influenciam” (ibid., p. 41). No enfoque estruturalista, a preponderância da estrutura institu-

cional sobre os atores limita e condiciona sua capacidade de agência instrumental. Entretanto, ambas as perspectivas precisam ser consideradas na análise do processo de mudança institucional, pois capturam características diferentes da realidade. Elas representam extremos de um contínuo, sobre o qual podem ser localizadas as instituições concretas.

DiMaggio (1988) introduziu o conceito de empreendedor institucional como ator-chave do processo de mudança institucional, de modo a compatibilizar a agência estratégica com a influência cultural-cognitiva das instituições, dentro de um arcabouço teórico unificado. Os empreendedores institucionais são, nessa perspectiva, os agentes que criam ou modificam as estruturas institucionais, dentro dos campos organizacionais, a partir de interesses organizados e poderosos, porque têm acesso aos recursos, inclusive habilidades sociais, que suportam seus objetivos¹⁵² (DIMAGGIO, 1988; DIMAGGIO; POWELL, 1991).

A agência sobre as instituições, portanto, requer uma teoria de ação “individual” e, portanto, não determinada (SCOTT, 2008), mas que, para seu sucesso, depende criticamente da capacidade do empreendedor em definir e elaborar novas “regras do jogo” que sejam aceitas socialmente (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Esse perfil de agência pode ser caracterizado como uma habilidade social específica (FLIGSTEIN, 2001b), indispensável na competição pelo estabelecimento de um quadro cognitivo dominante, que depende da capacidade dos atores em obter apoio suficiente para suas ideias (BECKER, 2010; HARDY; MAGUIRE, 2008). A forma da ação empregada no empreendedorismo institucional se baseia nos esforços de um conjunto de atores para obter a cooperação com outros grupos; a capacidade dos atores para avaliar o contexto e obter a interação necessária determina o grau de habilidade social. Nesse processo, a capacidade de definição de interesses e identidades coletivos, bem como sua difusão entre os atores do campo organizacional, tem um papel importante na configuração das competências requeridas dos empreendedores institucionais. “Projetos de institucionalização são movidos por um núcleo de apoio (empreendedores institucionais e seus patrocinadores) e grupos de apoio externos, com quem o núcleo de apoio usualmente tem que negociar por suporte” (DIMAGGIO, 1988, p. 15). A

¹⁵² Dentre eles destacam-se: meios materiais, conhecimento, habilidades políticas, recursos posicionais, meios financeiros, capacidades organizacionais, recursos culturais e habilidades discursivas (HARDY; MAGUIRE, 2008).

semelhança com os “regimes de justificação” de Boltanski e Thévenot (1991) não é casual: trata-se de situações de litígio, nas quais é crítica a competência cognitiva de que os atores dispõem – ou não – para justificar suas reivindicações para os outros, na tentativa de obter sua cooperação (SCOTT, 2008).

A introdução da figura do empreendedor, como alerta Beckert (1999), significa um movimento analítico importante da teoria organizacional¹⁵³, uma vez que o caráter *taken-for-granted* das instituições passa a ser objeto de considerações estratégicas, enquanto a falta de recursos dos agentes interessados na mudança se transforma em uma das razões de sua estabilidade. “O processo de institucionalização mais frequentemente permanece sendo político, [por isso] certas práticas não podem se tornar institucionalizadas sem a intervenção de atores agindo estrategicamente” (BATTILANA; LECA; BOXENBAUM, 2009, p. 89). Trata-se aqui de uma agência ancorada no contexto social, sob a premissa de limitação da capacidade preditiva do empreendedor sobre a direção da mudança institucional, eliminando a possibilidade da agência estratégica hiper-racional da TJ tradicional (BECKERT, 2010).

A possibilidade de mudança das instituições, de forma genérica, tem origem na percepção dos empreendedores institucionais de que podem obter vantagens ao alterar o quadro institucional (BECKERT, 1999; NORTH, 1990). O empreendimento de mudança institucional se torna mais provável conforme a disfuncionalidade do arranjo institucional vigente supera suas contribuições (TOLBERT; ZUCKER, 1996), momentos nos quais os arranjos sociais que viabilizam o regime institucional se enfraquecem (DIMAGGIO; POWELL, 1991). Mas, mesmo na situação de crise, o empreendedor tipicamente não desafia o arranjo institucional como um todo, antes disso, ele concentra sua ação em elementos específicos do arranjo. A quebra simultânea de todas as convenções institucionalizadas representaria resistência insuperável para a inovação (GARUD; KARNØE, 2001). Até porque a mudança institucional depende de outras instituições como pré-requisito – formas de co-

¹⁵³ A forma de “narrativa” do empreendedorismo institucional é variada entre os autores do NIO. Enquanto a maioria adota foco centrado nos atores, privilegiando as estratégias deliberadas, alguns privilegiam a dimensão processual, concentrando a análise nos conflitos deflagrados pelo empreendedorismo institucional (HARDY; MAGUIRE, 2008).

municação e leis, por exemplo – dentro das quais as instituições sob a intervenção do empreendedor estão recursivamente “aninhadas” (HARDY; MAGUIRE, 2008).

Conforme Garud e Karnøe (2001), os empreendedores, em sentido amplo, são os atores que conseguem escapar do *lock-in* imposto pelas instituições e propõem novas perspectivas, apesar dos riscos, da apatia ou da resistência iniciais com que são em geral recebidos. Dessa forma, a inovação consiste três etapas essenciais: (i) a desimbricação¹⁵⁴ (*disembedding*) pelo menos parcial do quadro institucional, incluindo a capacidade de visão crítica e prospectiva sobre as instituições vigentes bem como sobre as suas possíveis alternativas (HARDY; MAGUIRE, 2008), (ii) a superação da apatia ou resistência dos demais atores e (iii) a mobilização de uma rede mínima de adotantes. Battilana, Leca e Boxenbaum (2009) acrescentam, ainda, a importância de o empreendedor conseguir mobilizar os recursos necessários para superar cada uma das etapas do processo inovador. De todo modo, o conceito de empreendedorismo institucional não pressupõe o sucesso na mudança.

Os potenciais empreendedores estão continuamente reavaliando e reinterpretando o contexto institucional, antes mesmo da decisão de não conformar com a estrutura vigente (STORPER; SALAIS, 1997). Entretanto, sua capacidade em fazê-lo é restrita e moldada, em algum nível, pelo quadro cognitivo adquirido a partir do arranjo institucional que lhe é prévio. Portanto, de forma distinta do agente “hiper-racional”, o empreendedor tipicamente não é capaz de avaliar as instituições totalmente fora de seu contexto particular e, nesse processo, sequer consegue perceber todas as alternativas disponíveis. “A dependência da trajetória [*path dependence*] do processo de desenvolvimento institucional pode ser derivada da rota pela qual a cognição e as instituições evoluem nas sociedades. [...] Modelos mentais exibem dependência do caminho de tal forma que a história importa, e [...] desempenho não ótimo pode persistir por períodos substanciais de tempo” (NORTH; DENZAU, 1994, p. 12, 15). Aliás, como mostram Garud e Karnøe (2001), os empreendedores sabem que, ao intencionalmente se desviarem das estruturas institucionais, “podem estar criando ineficiências no presente, mas estão também cientes que tais etapas são necessárias para a criação de novos futuros. [...] Empreendedores criando novas trajetórias não são necessariamente motivados pela busca do ótimo” (ibid., p. 7).

¹⁵⁴ No sentido de deixar de ser cognitivamente internalizado, ou *taken-for-granted*, pelo empreendedor.

O principal desafio para os empreendedores institucionais é a criação de um ambiente propício para o estabelecimento de uma nova lógica de ação legítima dentro do seu domínio de atuação (THORNTON; OCASIO, 2008). Em diversas situações, entretanto, instituições e recursos disponíveis aos atores mais poderosos podem ser barreiras suficientemente poderosas para deter o processo de mudança, reduzindo a importância das habilidades sociais dos empreendedores (FLIGSTEIN, 2001b). Os incumbentes tendem a proteger o *status quo* inclusive durante os períodos de crise do campo organizacional, dados a dependência que o poder que eles concentram tem do arranjo institucional (FLIGSTEIN, 1997) e os custos da mudança em si, originados das restrições políticas, financeiras e cognitivas a que estão submetidos (POWELL, 1991). Apenas quando sua sobrevivência se torna diretamente afetada, formas de ação empreendedora costumam emergir desses atores, abrindo maior espaço para a mudança institucional efetiva. Isso não significa uma postura passiva ou reativa dos incumbentes em outros momentos, entretanto. Os atores mais hábeis dentro desses grupos dominantes são permanentemente estimulados para testar os limites das instituições, sem, no entanto, ameaçá-las, pois de outra forma arriscariam a desestabilização do campo e a eventual alteração de sua posição hierárquica.

Os novos arranjos institucionais são, mais frequentemente, gerados por invasores ou desafiantes habilidosos, que criam uma nova ordem sustentada por uma coalizão de forças e um quadro cognitivo novos, de forma a reorganizar a hierarquia do campo. Nesse caso, instituições e cultura podem se tornar, em certas condições, habilitadoras do empreendedorismo (DIMAGGIO, 1988; HWANG; POWELL, 2005; SCOTT, 2008; THORNTON; OCASIO, 2008). As oportunidades para o empreendedorismo institucional são normalmente desencadeadas a partir das redes sociais que sustentam o arranjo vigente (BECKERT, 2010). Os atores com menos recursos usualmente são constrangidos pelas instituições vigentes, mas em diversas situações eles podem se valer delas, de forma inovadora, para criar ou modificar instituições, eventualmente alterando a hierarquia vigente no campo em seu benefício (FLIGSTEIN, 2001b). Nesse cenário, antigos incumbentes e desafiantes podem ser levados a aceitar novas posições na ordem instituída, com a consequente redefinição de identidades e interesses (ibid.).

A criação de padrões, que definem atividades, práticas, modelos e comportamentos dentro do campo onde se inserem, é outra área onde o empreendedorismo institucional é determinante (HWANG; POWELL, 2005). A importância da padronização é uma característica das sociedades modernas, frequentemente associada com o desenvolvimento tecnológico, e está intimamente associada com os princípios de legitimidade que regem os setores envolvidos. Isso porque várias das etapas do processo de padronização são, também, processos de institucionalização, portanto abertos¹⁵⁵ (*open-ended*) e dependentes da ação dos empreendedores institucionais, dotados das adequadas capacidades técnicas. Entretanto, a categoria do empreendedor institucional não se resume ou equivale diretamente ao empreendedor schumpeteriano¹⁵⁶, foco habitual da literatura econômica. Isso não significa que o empreendedor schumpeteriano não pode atuar como empreendedor institucional, nem que fatores tecnológicos e institucionais sejam dicotômicos (POWELL, 1991). Ao promover tecnologias ou novas formas organizacionais que revolucionam indústrias e mercados, o empreendedor schumpeteriano efetivamente está criando as condições para a mudança institucional dos campos afetados (GARUD; KARNØE, 2001, 2003). No entanto, o empreendedorismo institucional vai além desse escopo e requer alguma forma de divergência com o modelo institucional dominante para caracterizar-se, o que não é estritamente necessário para o empreendedorismo schumpeteriano.

2.3.4. Os mercados enquanto estruturas institucionais

Conforme lembra Powell (1991), é frequente na literatura empírica a oposição entre setores baseados em mercados e setores institucionalizados, no sentido de que os últimos seriam menos propícios aos processos competitivos. Mas, como reforça o autor, os processos de competição e institucionalização não são necessariamente excludentes.

É comum, ainda, a percepção que o espaço dos processos institucionais esteja no âmbito da sociedade – regional, nacional ou mesmo global. Porém, segundo DiMaggio e

¹⁵⁵ Processos de padronização não são determinísticos. Normalmente existem várias tecnologias que são candidatas ao processo de padronização, sem que, a partir de suas características técnicas e econômicas, seja possível determinar, *a priori*, qual irá predominar. Parte do processo será, inevitavelmente, governado por “acidentes históricos” que geram *path dependence* (DAVID, 1985).

¹⁵⁶ SCHUMPETER, 1912, cap. 2.

Powell (1991), cada setor industrial é um campo privilegiado para a ocorrência dos processos de institucionalização nas sociedades contemporâneas.

2.3.4.1. Os mercados contemporâneos como campos organizacionais

Os mercados são os elementos constitutivos da modernidade capitalista, segundo diversos autores (POLANYI, 1944; TORDJMAN, 2004; HODGSON, 2008). Os mercados contemporâneos podem ser definidos como arenas sociais¹⁵⁷ criadas para a produção e a venda de bens e serviços – os produtos – em volumes significativos, por múltiplos atores heterogêneos e com interesses particulares, na forma de transações voluntárias, repetidas, competitivas e estruturadas (CORIAT; WEINSTEIN, 2005; BECKERT, 2010). Por estruturadas compreende-se que essas transações ocorrem dentro de arranjos institucionais particulares, formais e informais, que as organizam (FLIGSTEIN; DAUSTER, 2007). Os mercados são, portanto, instituições em si, no sentido de representarem regras e práticas mentais e comportamentais compartilhadas, que viabilizam e organizam as transações recorrentes¹⁵⁸ (HODGSON, 2008).

Segundo Coriat e Weinstein (2005), a teoria dos campos organizacionais fornece uma alternativa analítica interessante para o estudo dos mercados. A contribuição essencial desse enfoque, no caso dos mercados, é a incorporação das estruturas institucionais, em adição ao mecanismo de preços, na determinação da organização dos mercados, dentro de um quadro teórico integrado. Segundo Gibbons (1992), a análise do mercado enquanto campo organizacional é consistente com o conceito de mercado de produtores normalmente adotado pela economia industrial tradicional, aproximando as perspectivas econômica e organizacional. O campo organizacional de um mercado particular é composto pelas organizações que dele fazem parte, como as firmas que produzem produtos ou serviços similares, seus fornecedores mais importantes, os usuários e as agências reguladoras governamentais (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Essa perspectiva se aproxima daquela adotada pela metodologia analítica do sistema setorial de inovação e produção (MALERBA, 2002), empregada no capítulo 1.

¹⁵⁷ Domínio ou espaço de ação social cuja estrutura de relações é organizada por um arranjo social e institucional específico.

¹⁵⁸ Outras formas de mercado, talvez menos estruturadas ou institucionalizadas, existiram e continuarão a existir, em circunstâncias históricas específicas e periféricas ao modelo capitalista contemporâneo.

Na abordagem usual da economia neoclássica (EN), o funcionamento dos mercados se daria de modo “natural” e desinstitucionalizado, operando de forma autorregulada e autoequilibrada (CORIAT; WEINSTEIN, 2005; HODGSON, 2008). A admissão de imperfeições, por outro lado, frequentemente conduziria à necessidade de soluções institucionais para mitigar seus efeitos. A EN usualmente aponta a competição e a inovação tecnológica como os *drivers* das economias de mercado, por meio da incessante busca da maximização dos lucros pelas firmas e da coordenação geral dos atores através do sistema de preços. Nessa perspectiva, os papéis da estrutura social e da cultura se tornariam, em essência, pouco relevantes, uma vez que se desdobrariam como consequência meramente instrumental da ação estratégica dos agentes (POLANYI, 1944).

Mas, nas palavras de DiMaggio e Powell (1983, p. 150), “as firmas não competem apenas por recursos e clientes, mas por poder político e legitimidade institucional, por aptidão social bem como econômica”. A competição, em mercados estabilizados ou não, tem reflexos importantes sobre a organização interna e externa das firmas¹⁵⁹. Logo, a posição de uma firma em relação às outras dentro da estrutura social do campo tem influência marcante nos seus resultados econômicos. Por isso, a infraestrutura institucional requerida para a operação dos mercados não pode ser simplificada, como frequentemente faz a EN, a uma soma de relações bilaterais (CORIAT; WEINSTEIN, 2005). Uma perspectiva mais fiel dos mercados, argumentam Hodgson (1998, 2008) e Orléan (2004), necessita trazer para a discussão o reconhecimento de outros mecanismos, além do sistema de preços. Não se trata simplesmente de substituir o foco na otimização econômica pelo das forças sociais em ação; mais especificamente, é necessário reformular o modo de análise, por meio da consideração simultânea tanto da ação estratégica individual como da estrutura institucional (BECKERT, 1999; STORPER; SALAIS, 1997).

Um arranjo institucional razoavelmente complexo é necessário para o desenvolvimento dos mercados capitalistas, ou seja, os agentes dependem de relações sociais minimamente estruturadas, baseadas em confiança e poder, para transacionar. Por isso, “os atores do mercado desenvolvem estruturas sociais para mediar os problemas que eles en-

¹⁵⁹ Os dois elementos centrais da organização das firmas são: (i) suas estratégias, ou os meios que utiliza para alcançar seus objetivos, e (ii) sua estrutura, ou a forma com que se organiza internamente (divisões, hierarquias etc.).

contram na troca, competição e produção” (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007, p. 114). Além das instituições, as redes sociais que os atores criam durante esse processo tem um papel essencial na geração da confiança necessária entre os principais atores envolvidos – empreendedores, administradores, trabalhadores, consumidores, firmas e governos (GRANOVETTER, 1985).

Na perspectiva do NIO, tampouco cabe a oposição conceitual entre firma e mercado, enquanto espaços de otimização de custos de transação, ao contrário do que propõe o NIE, dadas as intrincadas interdependências e complementaridades entre um e outro (CORIAT; WEINSTEIN, 2005). Nessa perspectiva, firmas podem sobreviver mesmo sob ineficiência evidente, situação que, da perspectiva estritamente técnica, deveria causar sua extinção. Isto não significa, entretanto, que considerações sobre desempenho e eficiência sejam irrelevantes, mas apenas que são somente algumas das variáveis que determinam a reprodução das organizações (POWELL, 1991). Na ordem produzida pela estrutura social dos mercados, a definição sobre o que é “eficiente”, ou não, é gerada endógena e localmente em cada mercado. A estrutura social torna disponível para os atores que participam do mercado mais informação do que simplesmente preços, como, por exemplo, conhecimento sobre o que os outros estão fazendo e porque, além de fornecer instrumentos cognitivos para selecionar, organizar e interpretar essas informações. A informação adicional, entre outras coisas, permite a construção de redes de relacionamento e a redução da dependência dos atores menos poderosos. Por outro lado, a estrutura social pode ser utilizada para mitigar os efeitos da competição, ao facilitar para as firmas poderosas a hierarquização das relações e a mobilização dos recursos diferenciados de que dispõem (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007).

Granovetter (1985) argumenta que a interação econômica no mercado está baseada nas estruturas das relações sociais subjacentes a ele, o que denominou de “*embeddedness of markets*” – ou a imbricação dos mercados com as relações sociais. Os mercados, apesar de não fazerem parte da esfera cultural, são diretamente influenciados pela cultura e a estrutura das redes de relações sociais. A estabilidade dessa estrutura de relações ao longo do tempo aumenta a confiança dos atores de que os compromissos assumidos durante as transações mercantis serão cumpridas, permitindo que os mercados se desenvolvam. A

questão da confiança, nesse caso, não se limita às ponderações sobre a duração das relações; é determinada também pelas questões de poder e dependência mútua (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007).

Apesar de importante, a dimensão da competição não é a única que estrutura o campo mercado. Os relacionamentos das firmas à montante, com fornecedores, e à jusante, com consumidores, também fazem parte da hierarquia desse campo. As relações sociais no mercado são influenciadas pelo poder relativo entre os atores e as dependências mútuas¹⁶⁰ que estes estabelecem entre si. Ao assumir a premissa de que, em qualquer troca mercantil, uma das partes pode depender mais da outra do que o contrário – por exemplo, na relação entre muitos fornecedores e poucos consumidores – criam-se as condições para que o ator dependente seja obrigado a se conformar às determinações do agente dominante na relação, ou correr o risco de não sobreviver nesse mercado. Esse tipo de dominação é conhecido como “*resource dependence*”. As redes de relacionamento entre fornecedores e consumidores¹⁶¹ surgem justamente para controlar a *resource dependence* e aumentar a chance de sobrevivência dos elementos mais fracos, sem, no entanto, neutralizarem totalmente o poder dos incumbentes (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007).

A inovação tecnológica, tampouco, é independente dos arranjos sociais e institucionais: para que ela aja como dinamizadora dos mercados é necessário, antes, que a organização social a torne relevante (FLIGSTEIN, 2001a). A percepção sobre o impacto da inovação não é inequívoca, dada a influência de entendimentos compartilhados socialmente na avaliação sobre “o que é mais eficiente”. Por outro lado, a simples eficiência produtiva pode ser pouco relevante para a sobrevivência das firmas competidoras; questões nas esferas política e institucional frequentemente podem ser mais importantes (POWELL, 1991), como a influência de leis, regras e outros entendimentos compartilhados, sem subestimar a importância do estado enquanto agente (FLIGSTEIN, 2001a).

¹⁶⁰ A relação produtor-consumidor é mediada pela cultura na qual está imersa: significados compartilhados sobre os produtos, seus usos, sua legitimidade. “Produtos são objetos culturais imbuídos com significado baseado em conhecimento compartilhado e são eles mesmos símbolos ou representações desses significados” (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007, p. 116).

¹⁶¹ O problema de enquadrar cognitivamente os produtos é essencial para os produtores, para que suas mercadorias não sejam apenas “úteis”, mas também alinhadas com os valores dos consumidores, pois o sucesso dos produtos no mercado está, frequentemente, associado ao alinhamento cognitivo entre produtores e consumidores (BECKERT, 2010).

2.3.4.2. A estabilização institucional dos mercados

A evidência empírica é rica em exemplos que indicam que o desenvolvimento econômico, em particular dos mercados industriais, é produto particular da cultura e das estruturas institucionais e políticas (NORTH, 1990; STORPER; SALAIS, 1997). “Mesmo a mais competitiva das atividades somente é possível a partir de arranjos institucionais nos níveis micro e macro que garantem a reprodução da transação econômica” (POWELL, 1991, p. 185). A existência de arranjos institucionais locais mínimos, como a divisão social do trabalho, os direitos de propriedade e as estruturas de governança, é um problema histórico que teve que ser resolvido por cada sociedade capitalista antes que seus mercados pudessem se desenvolver de forma generalizada.

As estruturas de governança englobam as regras sociais que regulam as relações de competição e cooperação, além de definirem as formas apropriadas de organização interna das firmas e sua interação com o estado. Elas incluem, ainda, as leis e normas que limitam como as firmas se estruturam, em si e na relação com seus competidores, fornecedores e consumidores. Por isso sua definição é parte do processo empreendedor durante a emergência ou a transformação dos mercados (CORIAT; WEINSTEIN, 2005).

Em um ambiente social complexo como os mercados, muitas são as ameaças à sobrevivência das firmas: redução de preços pelos competidores, obsolescência tecnológica, controle dos fornecedores, falta de harmonia organizacional interna etc. É durante a fase inicial, ou de crise, dos mercados, na ausência de uma lógica de coordenação estabelecida, que o mecanismo de competição por preços costuma atuar de forma mais poderosa e eficiente (FLIGSTEIN, 2001a; POWELL, 1991). Sem o controle das formas mais predatórias da competição, a turbulência resultante da entrada e saída constante de firmas é normalmente grande. Algum nível de estabilidade social nesta etapa provém principalmente do exercício do poder (BECKERT, 1999), em especial pelo estado.

A incerteza associada às ameaças impede o cálculo puramente objetivo das firmas. Nesse cenário, a alocação eficiente dos recursos disponíveis internamente é apenas um dos modos da firma sobreviver, mas que talvez não seja suficiente. A competição coloca os competidores frente a problemas que podem ou não ser resolvidos e que frequentemente

dependem do estabelecimento de estratégias compartilhadas de cooperação¹⁶² (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007). Defender-se da competição ou adquirir poder nas redes relacionais são táticas adotadas pelas firmas, além da alocação eficiente, e que devem ser consideradas no processo competitivo.

A institucionalização de uma lógica de coordenação competitiva¹⁶³, ou “concepção de controle” na definição de Fligstein (2001a) ou ainda “regulação da competição” segundo Tordjman (2004), permite a estabilização do mercado. Ela define a forma das relações sociais entre incumbentes e desafiantes, de modo a viabilizar a sobrevivência dos primeiros, e criar um quadro cognitivo de “como as coisas funcionam” para todos os participantes do mercado, permitindo que eles interpretem o significado dos movimentos estratégicos da competição. A lógica de coordenação define regras, prêmios e sanções no contexto do mercado em questão, de forma que os comportamentos e perspectivas podem ser, em certa medida, antecipados por todos (THORNTON; OCASIO, 2008). Diferentemente de outras instituições fundamentais do mercado, a lógica de coordenação competitiva é uma convenção essencialmente informal e, em boa medida, imbricada e implícita na forma de agir e de pensar dos atores do campo – ou *taken-for-granted*. Ela é um produto histórico e cultural, que reflete tanto os acordos e as redes hierárquicas das firmas como as estratégias mais apropriadas naquele campo específico. Nesse sentido, ela é também uma lógica de justificação, no sentido da economia das convenções francesa (DEQUECH, 2008).

“Os ganhos competitivos proporcionados pela consolidação de redes de empresas extrapolam uma dimensão estritamente técnico-produtiva, envolvendo também a capacidade de enfrentar, de forma coordenada, a instabilidade ambiental. Este aspecto diz respeito à estrutura de poder e à conformação hierárquico-funcional da rede, ressaltando os mecanismos internos de resolução de conflitos e a especificidade da concorrência existente entre os membros da rede.” (BRITTO, 2002, p. 360-361)

¹⁶² As táticas para o controle da competição não estão limitadas à manutenção dos preços; outros jogos estratégicos costumam estar disponíveis para os atores, como por exemplo, a diferenciação dos produtos. A visão institucional, nesse ponto, se aproxima da Organização Industrial clássica, na tentativa de explicar o impacto das estruturas do mercado no comportamento dos atores e no resultado do processo competitivo. Entretanto, a perspectiva institucional não busca avaliar a “eficiência” relativa das diversas configurações possíveis de um dado mercado, mas sim explicar a dinâmica dos processos sociais que estabelecem e reproduzem o arranjo institucional que o suporta.

¹⁶³ Composta tanto pelos esquemas simbólicos, que permitem aos atores interpretarem a estrutura do mercado, como pelo conjunto de práticas materiais estabelecidas, que são compartilhados entre os atores do campo organizacional (DIMAGGIO; POWELL, 1991).

A estabilização institucional do mercado, por meio da lógica de coordenação competitiva, se dá quando as firmas competidoras passam a restringir seu comportamento, face às alternativas disponíveis: as incumbentes, ao não se desafiarem mutuamente, e as desafiantes, ao não competirem diretamente através de preços. A estrutura social, nesse cenário, opera de forma hierárquica, na qual as incumbentes adotam estratégias para se estabilizarem e reproduzirem sua posição frente às firmas desafiantes, enquanto os desafiantes tentam aproveitar oportunidades disponíveis dentro da lógica institucional, em especial durante as crises do campo (HARDY; MAGUIRE, 2008; SCOTT, 2008). Os desafiantes mais habilidosos podem, ainda, criar nichos para evitar o confronto com os incumbentes, como modo de aumentar sua expectativa de sobrevivência (FLIGSTEIN, 2001b).

A presença de firmas maiores e mais poderosas pode acelerar o processo de adoção de uma lógica de coordenação competitiva. Em geral, “no início de um novo mercado, as firmas maiores são as mais provavelmente aptas para criar uma concepção de controle [lógica de coordenação competitiva] e uma coalizão política para controlar a competição” (FLIGSTEIN, 2001a, p. 77). Redes de atores menores também podem ser formadas com o mesmo propósito, ou ainda, o estado pode intervir, sustentando os interesses de algumas firmas em detrimento de outras. O resultado final desse processo, potencialmente conflituoso, é incerto, mas o benefício coletivo da estabilização do mercado é um importante aliado da convergência (HARDY; MAGUIRE, 2008). O mercado, afinal, é o resultado de um projeto de institucionalização (DIMAGGIO, 1988), cujo resultado usual é a dominação de uma lógica de coordenação competitiva específica.

Os mercados novos frequentemente adotam lógicas de coordenação consolidadas em mercados próximos, inclusive por meio das firmas maiores que participam simultaneamente de mais de um deles (BATTILANA; LECA; BOXENBAUM, 2009). Essa escolha não é, entretanto, aleatória, tendendo antes a reproduzir hierarquias pré-existentes nesses outros mercados, em um considerável impulso para a homogeneização dos campos (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Por outro lado, o processo de interação e negociação de interesses locais representa força contrária à homogeneidade, no sentido de que as formas existentes em outros mercados estão sempre sujeitas a modificações locais (DIMAGGIO, 1988; POWELL, 1991).

Durante a formação do mercado, ou nas suas crises, as firmas disputam entre si pela escolha de uma lógica de coordenação competitiva, inclusive sobre o conjunto de táticas que poderá ser adotado para a estabilização do campo (FLIGSTEIN, 2001a; SCOTT, 2008). Essas táticas são parcela importante da lógica de coordenação competitiva, conceito mais amplo dentro do qual estão inseridas. Diversas táticas fazem parte do conjunto de recursos que podem ser mobilizados pelas firmas: cartéis, preços públicos, barreiras à entrada, controle do volume de produção, patentes, acordos de licenciamento, *joint ventures*, redes com fornecedores e clientes etc. (FLIGSTEIN, 2001a). Inclusive a intervenção do estado, através da restrição da competição, é instrumento frequente a que recorrem os atores como tática de estabilização. No nível interno às firmas, ações de integração – vertical e horizontal – nos mercados onde atua e de diversificação para novos mercados, são também táticas comuns empregadas.

O sucesso, ou não, das táticas de coordenação para a estabilização do mercado, e a consequente hegemonia de uma lógica de coordenação competitiva específica, se dá através de processo de seleção entre as alternativas oferecidas pelas firmas. O processo de seleção entre lógicas de coordenação competidoras se dá não apenas no interior do mercado original, mas frequentemente também pela propagação de lógicas exitosas entre mercados próximos. Esse processo de seleção entre lógicas de coordenação concorrentes não é neutro: cada projeto de lógica visa colocar a firma proponente na condição mais vantajosa possível dentro da hierarquia em formação ou transformação no mercado. Mas, no momento em que uma lógica de coordenação a se torna dominante, é normalmente vantajoso para todas as firmas adotá-la, em um fenômeno convencional do tipo *lock-in*. Definida uma lógica de coordenação comum, o perfil das táticas aplicáveis e seu impacto sobre a competição – inclusive os preços – dependem fundamentalmente da conformação das identidades dos atores dentro da hierarquia do campo (TORDJMAN, 2004).

Nos mercados estáveis, mesmo quando a ação das desafiantes efetivamente ameaça as incumbentes, estas normalmente continuam a se valer da lógica de coordenação competitiva vigente (SCOTT, 2008), tentando utilizar seu poder como fator de estabilização do mercado (BECKERT, 1999). O risco de reiniciar o processo de escolha da lógica de coordenação, quando a situação pode sair de seu controle, faz com que as incumbentes pre-

firam se unir em torno do consenso existente para combaterem as ameaças à estabilidade do mercado (GARUD; KARNØE, 2001). “A mudança institucional criará, pelo menos inicialmente, altos níveis de incerteza, dado que a emergência de novas expectativas recíprocas é um processo [que ocorre] no tempo” (BECKERT, 1999, p. 787). A defesa do *status quo* é, portanto, o jogo estratégico mais adequado para as incumbentes; é apenas quando elas começam a sucumbir que a crise da lógica competitiva do mercado efetivamente se estabelece (POWELL, 1991).

Todavia, a tentativa das firmas de estabilizar o mercado e reduzir as incertezas não tem garantias de sucesso: enquanto frequentemente este objetivo é alcançado, existem diversas situações onde a turbulência se mantém como característica permanente do mercado específico. Regras institucionais e ação estratégica dos atores “são mecanismos de coordenação que se desestabilizam mutuamente” (BECKERT, 1999, p. 779), mas que sempre atuam nos mercados, daí a incerteza dos resultados do empreendedorismo institucional para a estabilização. Nesse caso, os mercados podem permanecer “sempre fluídos, com produtos, processos e vantagens em constante mudança” (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007, p. 109). As relações sociais se tornam efêmeras e buscam resolver os problemas de mediação que surgem conforme o processo produtivo e competitivo se desenvolve, por exemplo, na obtenção de informações ou tecnologias relevantes. Como a mudança é ubíqua, as relações entre atores se tornam essencialmente oportunistas, estimulando a competição por preços, no caso de mercados tecnologicamente maduros, ou por inovação e diferenciação, nos demais casos (ibid.). Enquanto o primeiro caso representa o cenário típico da análise da Organização Industrial moderna, o último representa o ambiente propício ao desenvolvimento da competição schumpeteriana¹⁶⁴.

2.3.4.3. O papel do estado

Os mercados hodiernos, com a produção de mercadorias e serviços cada vez mais complexos, em escalas cada vez maiores e com custos decrescentes, são baseados em uma infraestrutura abrangente. Eles não dependem apenas de infraestruturas físicas – logís-

¹⁶⁴ Em um ambiente de competição schumpeteriana, as firmas incessantemente buscam a diferenciação através da inovação e, assim, modificam constante e endogenamente as condições estruturais do próprio mercado, dificultando a estabilização (NELSON; WINTER, 1982).

tica e financeira – mas também institucionais, como legislação, regulação, justiça e sistema educacional (NELSON, 2005a; GREIF, 2006). O fornecimento da infraestrutura requerida por meios privados tem se mostrado, na melhor das hipóteses, limitado. É, portanto, crítico o papel do estado no provimento de infraestruturas habilitadoras, inclusive institucionais, sem as quais os mercados contemporâneos não seriam possíveis (FLIGSTEIN, 2001a).

O espaço para a ação institucional do estado nos mercados é distinto nas diversas tendências teóricas institucionalistas. Na perspectiva do novo institucionalismo econômico e da teoria dos jogos, este espaço é restrito ao fornecimento de um ambiente institucional normativo e regulatório mínimo. Conforme resume Williamson (2000, p. 598), de forma irônica, “uma vez que os direitos de propriedade tenham sido definidos e a sua aplicação garantida [pelo sistema judiciário], o governo sai de cena. Os recursos são alocados para seu máximo valor conforme o prodígio do mercado opera seus milagres”. Em direção oposta, Polanyi (1944) argumenta que a criação dos mercados pressupõe a existência do estado; sem ele a tentativa de introdução de um mercado capitalista produziria tão somente o caos social, pois a intervenção estatal é essencial para a operação dos mercados, através da definição de regras para guiar o comportamento de capitalistas e trabalhadores. O NIO reconhece que o papel do estado se tornou cada vez mais relevante, em particular no período que se inicia no pós-guerra (DIMAGGIO; POWELL, 1983; SCOTT, 2008). A capacidade de o estado utilizar a “coerção legítima” o transforma em ator especial nesse processo (SCOTT, 2008), em particular pela sua capacidade única na definição de características particulares de mercados.

O desenvolvimento capitalista tem sido historicamente acompanhado pela ação dos estados nacionais, no desenvolvimento e implantação de leis, regulamentos e agências governamentais, criando instituições essenciais aos mercados. A construção dessas ordens únicas, seja através da invenção pura e simples ou da adaptação de instituições já existentes, interna ou externamente, requereu a interação do estado com os outros atores sociais – firmas, trabalhadores, partidos etc. “O estudo comparado dos capitalismo [nacionais] revelou que as relações entre esses grupos mostraram diversidade notável e refletiu intensamente em uma trajetória histórica, cultural e nacional” (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007, p. 111). Esse não foi, tampouco, um processo pacífico: muitas instituições foram resultado de con-

flitos políticos, nos quais grupos particulares com frequência “capturaram” as decisões do estado e definiram regras em proveito próprio (FLIGSTEIN, 2001a; HWANG; POWELL, 2005). A captura é importante para esses grupos devido à capacidade do estado para interferir nas posições e nos poderes detidos pelos demais atores, inclusive os coletivos (SCOTT, 2008).

A dinâmica dos mercados – sua emergência, estabilidade e crise/mudança – está intimamente ligada às redes de relacionamentos entre os atores e aos conflitos permanentes para manutenção ou transformação das estruturas dos campos (BECKERT, 2010). Mesmo quando as mudanças estão associadas aos movimentos empresariais – firmas entrantes ou que se reorganizam – o papel do estado é relevante, seja apoiando o desenvolvimento tecnológico, regulando a competição ou mediando os conflitos entre as firmas. A história mostra que, conforme a complexidade das interações entre os atores aumenta, se torna cada vez menos provável que eles, por si só, consigam definir e manter suas próprias regras, transferindo para as mãos do estado os poderes para definir indústrias e mercados (SCOTT, 2008). Frequentemente, quando as firmas não conseguem eliminar ou cooptar suas competidoras relevantes, elas demandam “o estado para legislar para promover a competição ‘justa’” (FLIGSTEIN, 2001a, p. 28), uma vez que, de modo mais ou menos direto, a posição dos competidores no mercado é sempre influenciada pela lei e pela ação do estado (TORDJMAN, 2004).

A partir do balanço de poder relativo, entre governo, capitalistas e trabalhadores, são criadas leis e regulamentos que definem o espaço de possibilidades para a criação de novos mercados e a manutenção dos existentes. Portanto, dentro da lógica dos mercados enquanto campos organizacionais, não é apenas o poder dos incumbentes que permite a estabilização do campo, mas também outras instituições capazes de estabilizar o poder dos incumbentes, em uma esfera mais elevada, são relevantes (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007; POWELL, 1991). É por isso que, com importantes distinções nacionais, o estado desenvolveu um conjunto de capacidades que permitiram sua intervenção sobre os mercados a partir dos interesses que predominam em cada sociedade, e não apenas aqueles dos próprios mercados, em um processo de negociação e compromisso (POWELL, 1991). Segundo Fligstein (2001a), o desenvolvimento dessas capacidades foi elemento-chave da construção do pró-

prio estado e não apenas dos mercados. Para esse autor, o estado moderno é composto, em si, por diversos campos organizacionais ou “domínios de regulação”. Os domínios são arenas de ação política onde os representantes do estado, firmas e indivíduos discutem, definem e programam a ação governamental. A construção dos domínios de regulação representa, portanto, a cristalização da relação de forças sociais vigentes em um dado momento, inscrita na lei e nos regulamentos, formatando de modo relativamente perene as oportunidades de desenvolvimento dos mercados. Dentro dos domínios de regulação encontra-se também o sistema judiciário, espaço de ação política privilegiado dos desafiantes em seus conflitos com os incumbentes na maioria dos países.

Outra importante dimensão que caracteriza os domínios de regulação é o grau da intervenção estatal nos mercados. Diversas formas organizacionais de governança – públicas, privadas, parcerias – precisam ser socialmente constituídas, nas perspectivas política e legal, para que os mercados modernos operem (POWELL, 1991). Como aponta Nelson (2005a), os mercados modernos são muito diferentes entre si: enquanto para alguns a própria organização do mercado pode ser suficiente para sua governança, para outros a complexidade das situações pode demandar a ação intensa do estado para que estruturas mínimas de governança possam ser construídas. A ação do estado pode ir desde a simples mediação dos conflitos entre as firmas (judiciário) até a intervenção direta (empresas estatais), passando frequentemente por soluções intermediárias, por meio de regulamentação seletiva dos mercados. Neste caso, é frequente a criação de agências governamentais setoriais para garantir a aplicação das regras particulares em mercados individuais. De qualquer forma, “uma única [estrutura de] governança setorial não é capaz de lidar com a grande variedade de atividades humanas” (NELSON, 2005a, p. 4), a variedade na ação governamental é necessária para lidar com os arranjos institucionais vigentes em cada mercado específico e isso dá origem à considerável divergência entre os padrões de intervenção estatal nas indústrias (POWELL, 1991).

Em princípio, a ação das agências setoriais deveria ser independente da hierarquia vigente em cada mercado. Não são raros, entretanto, os casos de captura pelos interesses dos incumbentes. A captura não se dá necessariamente por meios ilícitos, sendo mais frequentes situações onde os agentes governamentais acabam simplesmente por internalizar

(*taken-for-granted*) a cultura local e a lógica de coordenação competitiva vigente. Inclusive porque, como os demais atores, eles necessitam ter capacidade para apreender os movimentos do mercado em que se inserem. Por isso mesmo, frequentemente o grau de discricionariedade concedido às agências é intencionalmente restrito pelo governo, inclusive através de regras e procedimentos detalhados, exatamente para reduzir o problema da incerteza sobre o controle político (SCOTT, 2008). Por outro lado, lembra Fligstein (2001a), comportamentos extremamente predatórios podem se disseminar nos mercados caso existam agentes do estado que efetivamente utilizem sua posição para proveito próprio.

2.3.5. Limitações da abordagem institucional e a complementaridade com a TE

“Campos tecnológicos representam padrões contínuos de relacionamentos entre entidades heterogêneas que incluem *objetos e atores*” (GARUD; KARNØE, 2001, p. 9, grifo nosso). Apesar de pouco exploradas na bibliografia institucionalista, as instituições tecnológicas, e sua evolução, representam importante vetor de dinâmica nos mercados, conforme aponta a vasta bibliografia sobre o tema (DOSI; NELSON, 1994; NELSON, 1995, STORPER; SALAIS, 1997; DOSI; ORSENIGO; LABINI, 2005). Como aponta Benner (2007, p. 110), “descontinuidades tecnológicas frequentemente causam disrupção nas formas *taken-for-granted* de realizar lucros em uma indústria e introduzem novos competidores vindos de outras indústrias”.

O campo organizacional é, afinal, o resultado da inter-relação dos processos sociais e técnicos. Por isso, os autores da vertente performático-institucional criticam a usual negligência da interação entre a atividade econômica e os processos de desenvolvimento científico e tecnológico. Essa interação introduz uma nova fonte de dinamismo cultural nos processos institucionais dos mercados e privilegiam o papel da inovação tecnológica (FLIGSTEIN; DAUTER, 2007).

“A vinculação entre os processos de busca e exploração da tecnologia em mercados novos e os problemas de *resource dependence*, competição, troca mercantil e legitimidade será provavelmente uma direção de pesquisa frutífera.” (p. 119)

Portanto, a integração entre as perspectivas institucional e evolucionária na análise da estrutura de mercados e setores específicos parece um esforço analítico relevante. Como argumenta a escola neoschumpeteriana, o desenvolvimento tecnológico é o fator

crítico de diferenciação entre os atores do campo mercado, o que por sua vez acarreta em importantes desdobramentos sobre os comportamentos e as redes de relacionamento que são estabelecidas (ROSENKOPF; TUSHMAN, 1998).

Segundo Powell, “as organizações diferem na medida na qual seu sucesso depende da solução de problemas técnicos ou do enfrentamento de demandas institucionais” (1991, p. 184). Por outro lado, argumentam Nelson e Winter (2007, p. 6), “entre as instituições, as [mais] relevantes são aquelas que afetam a capacidade das empresas para capturar os resultados das suas inovações”. Esta dupla perspectiva é definidora de como as firmas se articulam interna e externamente: na perspectiva tecnoeconômica, quando os resultados são a questão central, e na ótica institucional, onde a adequação na forma de agir e de se organizar é o quesito crítico. Mas, como ressalta esse autor, as organizações do mundo real não são dicotômicas, técnicas ou institucionais, mas sim uma composição de ambas. A separação entre os processos, entretanto, não é trivial, mas sua análise conjunta é essencial para a apreensão do movimento complexo dos atores dentro dos mercados.

A estratégia dos atores, em campos tecnológicos, frequentemente toma a forma de bricolagem, no sentido dado por Giddens (1984 apud GARUD; KARNØE, 2001) de “mundos” criados pelos seus próprios atores, através de processos de negociação local sob estrutura institucional e conexões sociais fracas, onde são constantemente testados novos arranjos, mesmo quando sua existência é justificada para atender a demandas globais. O conceito de bricolagem parte do princípio de certo nível de improvisação e experimentação dos arranjos sociais e dos recursos disponíveis (SCOTT, 2001), em acordo com o significado original empregado por Levi-Strauss para o termo. Por meio do processo de bricolagem, a evolução do campo tecnológico¹⁶⁵ pode ser compreendida como um processo emergente, baseado na interação entre atores, mas apreendido apenas de forma global dentro do campo (KARNØE, 1996 apud GARUD; KARNØE, 2001), conduzindo ao estabelecimento de um paradigma tecnológico compartilhado entre eles, por meio de um processo do tipo *downward causation*.

¹⁶⁵ Na literatura evolucionária neoschumpeteriana, o campo organizacional formado pelo complexo das firmas, sociedades profissionais, universidades e estruturas legais e regulatórias, que suportam e restringem o seu desenvolvimento, é também conhecido como *regime tecnológico* (DOSI, 1982; DOSI; NELSON, 1994).

Assim como o empreendedorismo institucional, o empreendedorismo tecnológico é um processo coletivo baseado em múltiplos atores (agência distribuída) e não em agentes individuais (GARUD; KARNØE, 2003). Historicamente, a participação dos agentes em processos de padronização, por exemplo, tem sido relevante no processo de criação de novas trajetórias (KINDLEBERGER, 1983). Conforme as trajetórias tecnológicas emergentes desse processo se desenvolvem, elas habilitam e restringem os empreendedores (DOSI, 1982). Os atores, ao se tornarem imbricados (*embedded*) com as mesmas trajetórias que eles procuram ativamente transformar, passam a ser por elas influenciados, em um processo de duplo sentido (GARUD; KARNØE, 2003). “O empreendedorismo tecnológico não se restringe à descoberta de opções pré-existentes por indivíduos alertas ou especulação sobre o futuro” (ibid., p. 278), mas envolve também os desdobramentos dos relacionamentos sociais constituídos dentro do campo na orientação do processo inovador.

“Mudanças nas tecnologias físicas utilizadas [...] se tornam disponíveis e consideradas promissoras se as tecnologias sociais puderem ser ajustadas para explorá-las efetivamente. Mas por sua vez, as tecnologias sociais predominantes influenciam fortemente o modo que as tecnologias físicas evoluem.” (NELSON; SAMPAT, 2001, p. 51)

Ambos os processos, tecnológicos e sociais, têm natureza evolucionária, no sentido de que a mudança envolve tentativas, erros e aprendizado, ao longo de trajetórias *path dependent* dentro do tempo histórico (NELSON; WINTER, 1982; HODGSON, 1988; STORPER; SALAIS, 1997). O mercado, nessa perspectiva, representa “tecnologias sociais” específicas que, simultaneamente, habilitam e restringem a inovação (POWELL, 1991). É nele que, constantemente, a qualidade dos produtos é avaliada e sua sobrevivência definida, através de uma série de processos econômicos e sociais, irredutíveis à simples coordenação entre quantidades e preços (JAGD, 2007), conforme já discutido. Esses processos, por sua vez, conformam o modo pelo qual as tecnologias físicas contribuem para a dinâmica dos próprios mercados.

“Na realidade, grandes sistemas técnicos que parecem ser autônomos adquiriram um elevado nível de momento. O conceito de momento não apenas apoia a ideia de que a tecnologia é moldada pelas — e formata as — instituições sociais; ele captura os fatores estruturais e eventos contingentes que influenciam o desenvolvimento dos sistemas.” (DAVIES, 1996, p. 1149)

Entretanto, “no mundo de hoje, as tecnologias que estão provando serem as mais difíceis de avançar muito frequentemente possuem um grande componente social e um papel limitado de [componente tecnológico] físico” (NELSON, 2005a, p. 207). Devido aos diferentes processos de busca, invenção e desenvolvimento da tecnologia social, seu avanço costuma se dar em ritmo menor que o da inovação da tecnologia física. Isso tem consequências importantes sobre o desenvolvimento das próprias tecnologias físicas, uma vez que estas são cada vez mais dependentes das tecnologias sociais. Todavia, o problema de avaliar tecnologias sociais – como aquelas que suportam os mercados – envolve a questão da ideologia, sobre o que é apropriado ou efetivo, especialmente quando as decisões são coletivas e políticas (ibid.).

2.3.6. O setor de internet na perspectiva institucional

As principais dimensões institucionais do setor da internet já foram apontadas ao longo da análise empírica. Resta, entretanto, aprofundar a compreensão dos mecanismos de atuação da infraestrutura institucional sobre a organização e a dinâmica setorial, em particular nas situações, já apontadas, onde as outras interpretações teóricas não foram completamente satisfatórias.

Como indicado no capítulo 1, uma das construções institucionais críticas para a trajetória histórica da internet foram as redes sociais e as organizações estabelecidas para a padronização e a regulação da internet. Ao estruturar as relações entre os agentes setoriais, essas instituições reduziram as incertezas e permitiram o desenvolvimento, tecnológico e comercial, em velocidade e em trajetórias provavelmente distintas daquelas que se dariam apenas pela ação dos mecanismos tradicionais de mercado.

Em uma primeira aproximação, a construção das organizações de governança da internet se aproximou do jogo clássico de coordenação entre agentes maximizadores, que barganham para definir regras institucionais normativas em seu próprio benefício. Isso aconteceria por meio da escolha de um ponto de equilíbrio, entre as inúmeras soluções técnicas e de governança que seriam possíveis para o novo setor, como resultado endógeno do processo social de convergência para o equilíbrio, uma adaptação às condições materiais vigentes. Essa leitura, no entanto, não é imune a críticas. Como visto, não existia, *ex ante*,

uma definição clara sobre quais eram as possíveis “regras do jogo” – ou mesmo as “formas como o jogo é jogado” – dentre as quais os atores pudessem selecionar aquelas que “maximizassem” seus resultados. Até porque o arranjo institucional inovador que emergiu não refletiu, *ex post*, disposições vigentes em nenhum dos setores econômicos da época. Nem, tampouco, esse processo aconteceu apenas por meio da interação das firmas interessadas. A participação dos usuários e do governo foi decisiva para as instituições que foram gradualmente criadas pelo intenso processo de interação social que se verificou.

“Muitas atividades e setores que geralmente são concebidos como regulados pelo mercado apresentam na verdade uma estrutura de governança mista. [...] A internet [por exemplo] foi criada através de uma combinação de esforços privados e públicos.” (NELSON, 2005a, p. 4)

O papel das instituições, no nível motivacional, foi importante para a orientação que o setor da internet tomou desde seu princípio. A partir da combinação de aspirações extramercado dos principais atores, nesse momento as universidades – que necessitavam compartilhar os poucos computadores existentes de forma econômica – e o governo americano – que desejava construir redes de comunicação que suportassem cataclismos como a guerra nuclear – foram produzidos e legitimados objetivos e incentivos que conduziram o setor durante seus 20 primeiros anos. Isso foi especialmente importante no momento de formação de um campo tecnicamente complexo, quando ainda não existiam paradigmas estabelecidos ou tecnologias que pudessem ser adquiridas nos mercados. A coordenação entre os atores foi a forma encontrada por eles, nesse ambiente simultaneamente incerto e tecnologicamente estimulante, para perseguir esses objetivos.

Instituições foram também essenciais, em seu papel cultural e cognitivo, no processo de criação e desenvolvimento das organizações de governança da internet. Lembre-se que a sua construção, na ausência de controle centralizado, dependeu de consensos complexos entre atores heterogêneos, com diferentes motivações e origens – universidades, pequenas firmas inovadoras, agências governamentais etc. A construção de modelos mentais compartilhados, condição prévia para qualquer atividade normativa consensual, representou importante ação de empreendedorismo institucional, especialmente se considerarmos a novidade do arranjo proposto e a ausência de referências diretas. Tanto as representações cognitivas sobre quais eram os problemas a serem superados como de quais eram as

soluções aceitáveis, que seriam definidoras do regime tecnológico particular da internet, tiveram que ser socialmente construídas de modo inovador e divergente do arranjo institucional predominante nos setores que haviam fornecido parte importante da base de conhecimento inicial do setor (telecomunicações e informática). Desse processo emergiram poderosas instituições de padronização e regulação – inicialmente informais, mas depois formalizadas – que organizam o setor até hoje. As organizações de governança, quando institucionalizadas, passaram a atuar também no nível puramente restritivo e normativo, selecionando as soluções técnicas dominantes do setor e regulando os princípios de operação da grande rede, reduzindo a incerteza e estimulando o desenvolvimento setorial.

Parte majoritária da inovação setorial é gerada de forma distribuída, a partir de firmas dispersas em cadeias produtivas longas e complexas, utilizando uma base de conhecimento que é, em grande medida, compartilhada dentro do setor. Esse compartilhamento da informação tecnológica é estimulado pelo modo relativamente aberto pelo qual a pesquisa tecnológica se verifica. Ao concentrar o desenvolvimento das etapas conceituais e de padronização das tecnologias em organizações profissionais abertas aos membros do setor, a ação individual foi desestimulada, em favor da coletiva, para parcela significativa do processo de P&D¹⁶⁶. Essa é uma constatação algo surpreendente, especialmente quando contrastada com a realidade de diversos outros setores, onde a base de conhecimento e o processo de P&D são considerados como questões estritamente confidenciais de cada firma, em particular das maiores, enquanto importante elemento de diferenciação competitiva. Esse comportamento pode parecer incompatível com as grandes firmas, que contam com capacidade de P&D própria e que poderiam se beneficiar da maior apropriação dos resultados dos seus investimentos, especialmente no período após a superação da etapa de maiores incertezas do setor¹⁶⁷.

Novamente a dimensão institucional parece ser determinante aqui. Parece razoável supor que esse modo institucionalizado de tratar o desenvolvimento tecnológico tenha

¹⁶⁶ Apenas as etapas finais – e menos arriscadas – do processo tecnológico setorial, como as técnicas de fabricação, teste e empacotamento, costumam ser desenvolvidas de forma mais individualizada.

¹⁶⁷ Esse é o comportamento usual do setor de informática, por exemplo, onde as firmas líderes, quando as tecnologias começam a amadurecer, frequentemente abandonam os fóruns de cooperação técnica e passam a promover suas próprias soluções tecnológicas fechadas, na tentativa de estabelecerem vantagens competitivas importantes.

sido fortemente influenciado pelas características do campo organizacional durante a origem do setor. Convenções naturais de um ambiente em princípio menos competitivo, a universidade, foram em parte recepcionadas pelo setor como um todo, mesmo depois que a participação de firmas privadas – intensamente competitivas – se tornou majoritária no processo de P&D. A justificação da manutenção desse tipo de arranjo convencional, no ambiente hodierno, certamente não pode ser derivada apenas da ação racional das firmas ou dos mecanismos de mercado. Construções mentais compartilhadas entre os membros do setor – uma certa “ordem de valor” – que justificam as convenções vigentes, parecem ser melhores candidatas para essa finalidade. Aparentemente alguma forma de consideração *taken-for-granted* entre os participantes, de que essa é a forma mais adequada para o avanço técnico, parece presente. Os mesmos processos sociais que permitiram o acelerado desenvolvimento tecnológico cooperativo podem estar restringindo a capacidade das firmas de atuarem de forma puramente instrumental, ainda que sem descaracterizá-las enquanto entidades que buscam o lucro e a superação de seus concorrentes.

A organização do segmento de serviço de acesso à internet no Brasil também parece ter sido significativamente influenciada por processos institucionais. A premissa aqui é de que estruturas institucionais específicas, historicamente determinadas, sustentaram esse segmento de modo relativamente “isolado” da dinâmica competitiva do restante do setor. Mais especificamente, estruturas cognitivas e relacionais teriam sido “importadas” do campo organizacional da telefonia – a base humana e material do segmento – para um novo campo. Apesar da profunda mudança organizacional e tecnológica, características culturais e cognitivas distintivas dos grupos sociais que migraram para o novo setor parecem ter sido preservadas.

O setor de telecomunicações se desenvolveu por mais de um século dentro de uma lógica de coordenação monopolista, onde a competição era cerceada por meio de mecanismos normativos estritamente institucionais – leis, regulamentos e práticas. As principais firmas do setor de acesso são provenientes dos antigos monopólios estatais e compostas, até hoje, por parcela significativa de indivíduos oriundos daquele período. A “cultura” setorial, frequentemente internalizada por indivíduos e organizações, pode não ter sofrido alterações drásticas durante a migração para o novo campo organizacional, apesar da

mudança ostensiva das formas de organização. Nossa hipótese é, portanto, de que “a antiga forma de fazer negócios”, especialmente no que diz respeito à estrutura hierárquica de poder “herdada”, de alguma forma foi reproduzida na lógica de coordenação competitiva que se instalou no segmento de acesso.

Mas por que a eventual “herança” de parte da estrutura do campo das telecomunicações, no caso do segmento de acesso, seria relevante na configuração de um setor novo e dinâmico como a internet? Durante o centenário domínio dos monopólios de telefonia, redes sociais complexas e estáveis foram construídas, com tempo suficiente para que os papéis dos atores pudessem ser bem definidos, estabelecidos e internalizados. As relações de provedores de acesso com fornecedores de equipamentos e sistemas, por exemplo, eram estritamente hierarquizadas, dada a situação monopsonista *de facto*, e aparentemente permaneceram em parte assim na era da internet. Por outro lado, a interpenetração dessas firmas com diversas instâncias governamentais era comum – e ainda o é em diversos países, inclusive o Brasil – proporcionando grande capacidade de influência para os incumbentes.

“[U]ma estrutura integrada como aquela existente no setor de telecomunicações pode gerar assimetrias de poder e pode não ser a solução adequada para o provimento da melhor combinação de serviços para os usuários finais.” (CORROCHER, 2001, p. 14)

Em resumo, a visão de mundo dominante no setor de telecomunicações, historicamente, colocava as firmas “provedoras de acesso” no topo de sua hierarquia; com o surgimento da internet parece razoável supor que parte importante dessa configuração institucionalizada pudesse ser transferida para o novo setor. As estratégias do passado provavelmente continuam fazendo parte do repertório daquelas convenções consideradas como adequadas no cenário da internet – e não apenas pelos incumbentes. Os quadros cognitivos de “como as coisas funcionam”, por suposto, não se alteraram imediatamente, apenas com a mudança acelerada da tecnologia. Isso ajudaria a explicar porque, até hoje, os incumbentes comandam áreas importantes das redes de relacionamento do setor como um todo, apesar de não mais deterem vantagens comparativas radicalmente diferenciadas ou outras capacidades – técnicas ou organizacionais – superiores. A ascendência dos antigos incumbentes, a relativa falta de agressividade dos desafiantes e a estabilidade verificada provavelmente só

podem ser integralmente compreendidas se as questões sobre a lógica de coordenação competitiva, dentro do campo organizacional, forem consideradas.

“Para realizar seu modelo preferido de evolução da rede, os interesses inovadores novos [das firmas entrantes] terão que quebrar o *momentum* técnico, econômico e político do sistema existente. Caso contrário, alguma versão do sistema hierárquico e centralizado vai prevalecer, projetando para o futuro características técnicas e organizacionais adquiridas a partir dos anos 1880, quando as redes telefônicas nacionais foram criadas. Isso é o que Hughes chama de ‘a persistência de características adquiridas em um ambiente em mudança’ (1987, p. 77).” (DAVIES, 1996, p. 1174)

Exemplos de como o arranjo institucional específico do setor apoiou a estabilização do mercado de acesso são abundantes na evidência empírica. Restrições injustificadas na alocação de recursos públicos (licenças, espectro etc.) foram frequentes, proporcionando prioridade – na prática ou formalmente – para os incumbentes. Processos administrativos complexos e morosos exigiram dos participantes no mercado elevado nível de conhecimento específico – não técnico e de difícil reprodução – e aumentaram a percepção de impotência dos entrantes. A coordenação tácita de preços e a retaliação sobre o comportamento divergente foram de difícil caracterização e punição pelo regime antitruste estabelecido – pouco eficaz para serviços de prestação continuada. Lentidão e requisitos discriminatórios para acesso a financiamento de longo prazo – em particular junto aos bancos públicos – foram incompatíveis com a dinâmica das firmas entrantes. Esse arranjo institucional, majoritariamente informal, pode proporcionar o surgimento e a manutenção de assimetrias importantes, que não são diretamente calcadas no processo econômico si, mas que determinam seu desempenho. Em particular, a compreensão do papel do estado parece crucial para o deslinde do conjunto de evidências que emerge da análise empírica.

2.4. Conclusão

O capítulo buscou avaliar as contribuições de diversas vertentes do pensamento econômico, que pudessem ser utilizadas na construção de um quadro de referência teórico para suportar a análise do setor de internet.

A avaliação das propostas da Organização Industrial *mainstream* para o caso em tela mostrou resultados apenas parcialmente satisfatórios. Em particular no segmento de acesso, foi difícil articular alguns dos conceitos da Organização Industrial para um mercado

de prestação de serviços com intensa inovação técnica. Entretanto, a *correlação positiva entre a existência de economias de escala e a concentração do mercado* aparentemente é pertinente no caso concreto. Outro *insight* importante é a influência da interação estratégica entre entrantes e incumbentes no reforço das vantagens destes últimos, dada a provável *presença de first-mover advantages*. Apesar de não dar conta, completamente, das intrincadas questões competitivas setoriais, a perspectiva da OI foi útil para a avaliação desses dois mecanismos específicos.

A abordagem da teoria evolucionária neoschumpeteriana, por outro lado, se mostrou adequada para caracterizar uma série de processos que são definidores de um setor que é, por natureza, inclinado para a elevada dinâmica tecnológica. Os mecanismos de geração de diversidade e seleção aparentemente atuaram de forma decisiva desde o surgimento do setor e foram determinantes da trajetória histórica verificada pela análise empírica. Portanto, a hipótese de que a *evolução do setor se deu pelos mecanismos de busca inovadora e de seleção sobre a variedade* parece bastante adequada para o quadro analítico. Além disso, conforme argumentam os autores evolucionários, as firmas do setor aparentemente não se guiaram apenas por critérios de maximização convencionais, pelos quais a dinâmica e a organização setorial dificilmente teriam a configuração experimentada na realidade. Essa observação permite reconhecer uma segunda hipótese, de que *processos de interação local e não linear entre os agentes conduziram a trajetórias open-ended*, repletas de *path dependencies* e *lock-ins*, reforçando a característica, *ex ante*, intrinsecamente incognoscível do processo evolucionário.

Todavia, alguns traços da dinâmica competitiva do setor de internet não restaram totalmente esclarecidos enquanto fenômenos de natureza evolucionária. A convivência, dentro do setor, de mercados como o acesso, com baixa intensidade competitiva, a despeito do intenso ritmo de inovação tecnológica, se mostrou problemática para essa abordagem. A aplicação dos conceitos provenientes de algumas vertentes institucionais, particularmente daquela oriunda dos estudos organizacionais, entretanto, permitiu o estabelecimento de outras hipóteses para esclarecer os pontos não endereçados pela teoria evolucionária.

Nesse sentido, a hipótese de que *estruturas cognitivas compartilhadas entre os atores condicionaram as alternativas de comportamento*, a partir de mecanismos instituci-

onais setoriais não formais, se mostrou importante para a compreensão dessas situações. Por outro lado, a consideração da hipótese complementar, de que as *redes hierárquicas de relacionamento reduziram a agressividade das firmas*, colocou luz sobre a questão da importância das relações de poder no estabelecimento dessas estruturas cognitivas, que permitem conceber a estabilização de mercados como o de acesso à internet. Por fim, a perspectiva institucional permitiu compreender melhor o papel do estado nos processos setoriais, em particular quando se considera a hipótese de que, em determinadas condições, o *arranjo institucional estatal limitou inadvertidamente a competição*, mesmo quando o objetivo formal da ação governamental foi em direção contrária.

Em resumo, o quadro proposto para a análise setorial parte da premissa da organização setorial por meio de uma dinâmica dual. Assim, o segmento de acesso seria institucionalmente dominado por uma lógica de estabilização da competição, operada pelas firmas incumbentes com o suporte involuntário do estado, no qual parte importante da ênfase explanatória estaria no uso do poder estabelecido pela hierarquia construída anteriormente – durante a etapa monopolista – para a articulação de redes relacionais e instituições que suportassem uma dinâmica competitiva restritiva no novo setor, associada às vantagens já apontadas pela Organização Industrial. A estrutura de mercado se reproduziria à medida que as antigas incumbentes de telefonia utilizassem esse poder para preservar tanto suas vantagens no novo mercado como as relações de dependência das firmas dos outros segmentos, reduzindo eficazmente a pressão competitiva.

Já nos demais segmentos do setor, a competição mais turbulenta seria dominante e explicaria o predomínio das forças que conduzem ao cenário da competição schumpeteriana, baseada na inovação. Mas, mesmo nesse caso, as estruturas de mercado também foram sistematicamente moldadas pela evolução institucional. Poderosas instituições de governança privadas foram – e ainda são – críticas para o desenvolvimento do setor como um todo. A organização dos mercados setoriais dependeu, portanto, além da capacidade heterogênea de inovação tecnológica das firmas, essencial para configuração dos processos competitivos de diferenciação e seleção, também da capacidade de empreendedorismo institucional dos agentes. Ela foi fundamental para o desenvolvimento dos processos estabilizadores de padronização tecnológica e de regulação.

Por meio da abordagem institucional espera-se articular e mediar as relações inter e intrassegmentos setoriais, aportando o papel dos fatores sociais para a análise: cultura, quadros cognitivos compartilhados, redes sociais, poder e hierarquias, ação do estado etc. Essa conjugação permite que a tarefa analítica seja realizada de forma estruturada, comportando a agregação da dinâmica de segmentos setoriais distintos sem a necessidade de adoção de modelos “representativos” uniformes. Por isso, uma perspectiva institucional, no recorte proposto, se articula bem com a teoria evolucionária, dada a potencial complementaridade entre ambas. Mas, como lembram Dosi, Orsenigo e Labini (2005), essa articulação não é isenta de riscos. Se por um lado ela permite superar uma perspectiva inocente de determinismo tecnológico, frequentemente atribuída ao pensamento schumpeteriano, por outro, abre espaço para o risco de uma forma radical de construtivismo social.

“[O] processo de acumulação de conhecimentos tecnológicos implica em uma lógica e restrições internas [para seu desenvolvimento], as quais os estímulos sociais ou econômicos dificilmente podem superar, pelo menos no curto prazo. Uma perspectiva coevolucionária, de fato, implica em uma identificação meticulosa do entrelaçamento sutil entre ‘janelas de oportunidade’ para a ação social, por um lado, e restrições vinculantes herdadas da história e/ou de tecnologias disponíveis, por outro.” (ibid., p. 34)

A abordagem teórica a partir de múltiplas perspectivas, como proposto nesta dissertação, recebe algumas vezes a denominação de “ecletica”, nem sempre com uma conotação positiva. A crítica mais frequente ao “ecletismo” costuma estar associada à tentativa de explicação de um mesmo fenômeno a partir de múltiplas abordagens, para posterior “consolidação” analítica dos resultados. Pelo menos nessa perspectiva, esperamos que tenha restado claro que não é esse o objetivo do presente trabalho. Em particular, a articulação proposta entre vertentes teóricas visou tão somente dar conta de diferentes aspectos do fenômeno em estudo, e que não são adequadamente explicados por um único corpo teórico. Trata-se, portanto, da organização do processo analítico de modo a que diferentes questões da realidade concreta, mesmo que compondo uma estrutura “meso” única, possam ser estudados com os instrumentos mais apropriados em cada caso particular.

A combinação proposta, de adotar uma perspectiva institucionalista integrada com a teoria evolucionária neoschumpeteriana, é sugerida por diversos autores de ambas as tradições teóricas (LOASBY, 1999; NELSON; SAMPAT, 2001; FLIGSTEIN; DAUTER,

2007; SCOTT, 2008). A hipótese crítica por trás dessa combinação é que existem setores industriais nos quais uma perspectiva de “coevolução endógena”, de tecnologias e instituições, dada a configuração do ambiente institucional específico, é mais apropriada para a compreensão de sua dinâmica (DOSI; MARENGO, 2007). Nesses casos, as premissas de ambiente institucional e/ou dinâmica tecnológica exógenos – e relativamente estáticos – não seriam convenientes para a análise, requerendo-se do pesquisador, portanto, a conjugação simultânea de ambas as vertentes teóricas.

“A análise conjunta de capacidades, regimes tecnológicos, demanda e instituições permitem uma análise sistemática dos efeitos dinâmicos dos principais fatores que afetam a inovação, a estrutura de mercado e a evolução das indústrias.” (MALERBA, 2010, p. 25)

A adoção do ferramental analítico institucional na análise econômica setorial apresenta, entretanto, algumas dificuldades. Existem divergências e incompatibilidades entre as várias abordagens teóricas institucionalistas, o que dificulta um tratamento mais homogêneo. Apesar disso, a TI vem sendo aplicada com êxito em estudos empíricos sobre setores específicos. Entretanto, a utilização da teoria institucional no quadro de referência da análise empírica, continua representando um desafio, que esperamos tenha sido superado, pelo menos parcialmente, por meio da construção de um “recorte” analítico particular, mais homogêneo, tentando agrupar alguns dos principais elementos compatíveis das vertentes institucionalistas selecionadas.

Capítulo 3: Especificação e desenvolvimento do modelo

“Acreditamos que um dos papéis mais importantes da teorização formal na economia é se engajar no diálogo com os argumentos que apresentam explicações causais de padrões observados nos fenômenos econômicos apontados pelos pesquisadores empíricos de um assunto. Chamamos essas explicações orientadas empiricamente de teoria ‘apreciativa’ [...] e na maioria dos casos reflete o que o analista acredita que está realmente acontecendo. Entretanto, como convencionalmente apresentada, a teoria apreciativa não é geralmente bem adaptada para a exploração lógica sobre se os argumentos causais apontados são consistentes (e se forem, se são suficientes para fornecer uma explicação) ou se eles precisam de alguma forma ser aprofundados.” (MALERBA et al., 1999, p. 4)

Os dois primeiros capítulos da dissertação apresentaram um conjunto de hipóteses sobre a operação do setor de internet, em particular da dinâmica no segmento de serviço de acesso. No capítulo 1 foram apresentados os principais fatos estilizados do setor, enquanto o capítulo 2 selecionou algumas hipóteses teóricas que os justificariam. O próximo objetivo, portanto, é testar se essas hipóteses são logicamente compatíveis com os fatos estilizados e adequadas para explicá-los. Para tanto, a abordagem proposta é realizar o teste das hipóteses por meio de um modelo formal do mercado de acesso do setor de internet.

O objetivo do modelo, entretanto, vai além do teste de hipóteses. Ele pretende, em termos mais gerais, selecionar, apresentar e combinar ideias e hipóteses teóricas – inclusive relações causais entre variáveis – ao mesmo tempo em que tenta permanecer compatível com os fatos estilizados provenientes da análise empírica. Ademais, o modelo pode gerar resultados que não são imediata ou facilmente derivados das hipóteses, permitindo o aprofundamento da compreensão dos mecanismos causais fundamentais de sistemas complexos. Ressalte-se, por outro lado, que o modelo é tão somente um artefato auxiliar do processo analítico, não sendo por si capaz de propor hipóteses explicativas ou, em linhas gerais, avançar para além do escopo do quadro teórico que lhe dá suporte.

As características das hipóteses teóricas propostas no capítulo 2 tornam problemática a utilização do instrumental matemático convencional para modelagem. Apenas em um nível bastante abstrato é possível reproduzir analiticamente os processos que caracterizam a dinâmica competitiva, sob uma óptica evolucionária (METCALFE, 1998). É um desafio metodológico significativo a modelagem de agentes heterogêneos que tomam parte

em um processo de busca cujo final está em aberto, inseridos em um ambiente incerto e que se altera continuamente (NELSON, 1995). A introdução dos processos institucionais complexos torna ainda mais intratável uma abordagem de modelagem puramente matemática¹⁶⁸ (ARTHUR; DURLAUF; LANE, 1997).

Entretanto, um modelo formal continua sendo desejável neste caso: não apenas como complemento à análise empírica apreciativa, proposta no capítulo 1, mas principalmente como forma de articular mais consistentemente os principais processos setoriais, identificados empiricamente, a partir do quadro teórico desenvolvido no capítulo 2. Além disso, o modelo pode, eventualmente, conduzir a novas conclusões, não exercitadas ou identificadas a partir dos fatos estilizados empíricos.

Como forma de superar a questão da tratabilidade, comum a toda uma classe de sistemas dinâmicos complexos, empregaremos técnicas de simulação computacional para a modelagem. A simulação é um método distinto¹⁶⁹ da dedução ou da indução convencionais, seja na forma como é implementada ou nos seus objetivos¹⁷⁰. Como no método dedutivo, a simulação parte de um conjunto de premissas explícitas, mas, ao contrário dele, não fornece provas gerais sobre os fenômenos que investiga. Por outro lado, a simulação fornece riqueza de dados adequada para a análise pelo método indutivo, mas, diferentemente deste, as informações são geradas rigorosamente a partir das premissas, e não dos dados empíricos (AXELROD; TESHATSION, 2006).

“Este método explanatório [a simulação] busca os mecanismos causais no nível da ação humana que formam a base da associação entre fatores sociais” (MACY; WIL-

¹⁶⁸ Abordagens de modelagem puramente matemáticas, por questões de tratabilidade, em geral adotam premissas simplificadoras restritivas quanto à diversidade dos agentes. Esse enfoque é problemático em diversas situações, uma vez que a restrição da heterogeneidade, dentre outras consequências, tende a relegar a questão da interação entre os agentes para o segundo plano, prejudicando a compreensão da dinâmica social inerente aos sistemas econômicos. (KIRMAN, 1992; METCALFE; FOSTER, 2004; PYKA; EBERSBERGER; HANUSCH, 2004; PYKA; FAGIOLO, 2005).

¹⁶⁹ A metodologia de simulação é frequentemente classificada como abdução, ao categorizar eventos particulares como padrões gerais (LAWSON, 1997) a partir da dialética entre teoria e empiria. A abdução permite a identificação dos elementos estruturais que explicam a observação empírica investigada (BRENNER; WERKER, 2007; PRADO, 2009).

¹⁷⁰ Segundo Axelrod e Tesfatsion (2006), os objetivos dos modelos de simulação são: (i) compreensão empírica – explicação de regularidades sistêmicas globais observadas, (ii) compreensão normativa – descoberta dos arranjos sistêmicos mais adequados, (iii) heurística – compreensão dos mecanismos sistêmicos causais fundamentais, e (iv) avanço metodológico – melhoria dos artefatos computacionais disponíveis para pesquisa.

LARD, 2002, p. 147). O objetivo da modelagem é, portanto, compreender a relação entre variáveis e parâmetros do sistema simulado, examinando os nexos causais de forma a obter maior conhecimento sobre o setor econômico real descrito pelo modelo. No entanto, “a obtenção de conhecimento válido depende crucialmente da adequação do modelo de simulação” (BRENNER; WERKER, 2007, p. 240) e esse é o principal desafio deste capítulo.

Neste capítulo o modelo proposto será defendido em linhas gerais, bem como detalhado o processo de modelagem. A configuração e a análise dos resultados do modelo serão apresentadas no capítulo 4. O capítulo será organizado em três seções. Na primeira será apresentada e justificada a proposta metodológica adotada para a modelagem, incluindo suas principais limitações. Na seção 3.2 será apresentada a especificação do modelo, com foco especial nas regras de comportamento dos agentes. A seção 3.3 descreverá as principais características do sistema de simulação que suporta o modelo desenvolvido. Uma conclusão parcial encerra o capítulo.

3.1. Metodologia de modelagem

Um objetivo chave da tarefa de modelagem é preservar a quantidade mínima de detalhes que ainda permitam uma adequada compreensão dos fenômenos em estudo. Por outro lado, certo nível de abstração é indispensável para que um modelo seja, simultaneamente, compreensível e útil (ANDERSEN; VALENTE, 2002). Portanto, a definição de um compromisso entre generalidade e especificidade é o primeiro passo para a definição da estratégia de modelagem mais conveniente.

“[U]m modelo simples pode ser melhor para explicar fenômenos simples nos quais as premissas necessárias, para se obter uma solução analítica, não sejam demasiadamente irrealistas. Em um ambiente econômico simples e estável, a premissa de hiper-racionalidade [necessária para o tratamento analítico convencional] não parece ser tão irrealista como uma aproximação dos comportamentos humanos. Com certeza, seria melhor se impuséssemos rotinas comportamentais mais sofisticadas, mas às vezes a vantagem da simplicidade ultrapassa a perda provocada pela ausência de realidade. Entretanto, se estamos preocupados com a dinâmica complexa, repleta de incerteza knightiana e as mudanças estruturais, a hiper-racionalidade e o conceito de equilíbrio são demasiado irrealistas. Nesse caso, como disse [Kenneth] Arrow (2000), ‘o mar da verdade se encontra na complexidade’. Então, pode ser melhor empregar um modelo complexo, mesmo sacrificando a tratabilidade analítica.” (YOON; LEE, 2009, p. 57)

A metodologia mais frequentemente utilizada para o estudo de sistemas econômicos complexos é a simulação computacional (TESFATSION, 2006). Entretanto, a utilização de modelos de simulação como ferramenta analítica ainda não está inteiramente estabelecida dentro da ciência econômica. Apesar de seu uso cada vez mais frequente, a simulação de sistemas econômicos apresenta questões metodológicas não completamente resolvidas (AXELROD; TEFATSION, 2006; WINDRUM, 2007). Para mitigar essa limitação, nossa proposta de trabalho é partir de algumas das melhores práticas disponíveis, em particular de duas vertentes: a teoria evolucionária neoschumpeteriana e a teoria dos sistemas complexos. A escolha se deu tanto devido ao período relativamente longo que essas tradições se utilizam desse instrumental como pela compatibilidade com o quadro de referência teórica proposto no capítulo 2.

Para a tarefa de modelagem proposta neste capítulo será adotada a metodologia dos modelos de simulação computacional *agent-based* do tipo *History-friendly*, comprovadamente adequada para o teste de hipóteses evolucionárias no estudo de setores industriais (MALERBA et al., 1999). Complementarmente, o modelo também será configurado para o teste das principais hipóteses institucionais, utilizando a abordagem dos sistemas complexos (ARTHUR, 2000). Para tanto, esta seção apresenta um breve sumário das abordagens metodológicas da teoria evolucionária e da teoria da complexidade, com foco na convergência de ambas para a utilização de modelos *agent-based* como método preferencial de investigação. Concluímos a seção com a apresentação da metodologia *History-friendly*, enquanto princípio norteador para a construção de modelos *agent-based*, e das principais críticas da proposta metodológica adotada.

3.1.1. Modelagem na teoria evolucionária neoschumpeteriana

Desde suas origens nos anos 1980, a teoria evolucionária neoschumpeteriana (TE) tem sido utilizada com sucesso como suporte teórico para o estudo empírico de diversos setores industriais (GARAVAGLIA, 2010). Em particular, importantes avanços foram obtidos na compreensão dos processos subjacentes à dinâmica industrial por meio da metodologia de simulação computacional (DOSI; NELSON, 1994, 2010). Algumas características distintivas forneceram coerência coletiva ao conjunto de modelos criados no seio da

TE, desde os modelos seminais de Nelson e Winter (1982). Neles existe uma “visão de mundo” claramente compartilhada sobre como atuam os agentes reais no espaço econômico¹⁷¹, além de um conjunto identificável de algoritmos comuns, a partir do qual os modelos neoschumpeterianos foram construídos (WINDRUM, 2007).

Os primeiros exercícios teóricos baseados em métodos de simulação, na ciência econômica, se deram no âmbito da TE, ainda nos anos 1970 (PYKA; EBERSBERGER; HANUSCH, 2004; YOON; LEE, 2009). Isso porque, ao contrário das técnicas matemáticas convencionais, esse tipo de ferramenta não coloca limitações às formas funcionais dos modelos, característica essencial para a representação da dinâmica schumpeteriana (NELSON, 1995; VALENTE, 2002; PYKA; FAGIOLO, 2005).

Em um modelo econômico evolucionário, o foco da análise está sobre as ações que os agentes efetivamente empreendem, em um ambiente inerentemente imprevisível, e não sobre as suas propriedades estáticas, abrindo espaço para a heterogeneidade dos comportamentos (DOSI; NELSON, 2010). A impossibilidade de avaliação *ex ante* das alternativas de ação complica sobremaneira a representação analítica formal dos fenômenos evolucionários (PYKA; FAGIOLO, 2005). Por exemplo, a competição interfirma é naturalmente representada, na TE, por um sistema adaptativo complexo, composto por um grande número de agentes, com comportamentos que se ajustam dinamicamente às circunstâncias do ambiente, envolvidos em múltiplas interações locais paralelas. “O resultado é um sistema dinâmico complicado, com cadeias de causalidade recorrente conectando comportamentos individuais, redes de interação e impactos no bem estar social” (TESFATSION, 2003, p. 262).

Entretanto, “os modelos de simulação de primeira geração [como o de Nelson e Winter (1982)] eram bastante estilizados e não focavam em fenômenos empíricos.” (PYKA; EBERSBERGER; HANUSCH, 2004, p. 193). Em geral, os modelos de primeira geração eram projetados para explorar a dinâmica evolucionária dos processos econômicos

¹⁷¹ Segundo Windrum (2007), cinco aspectos, comuns e significativos, são identificados nos modelos neoschumpeterianos: (i) envolvimento dos agentes com a inovação (busca em aberto pela novidade), (ii) a inovação se dá em um ambiente que se altera dinamicamente, (iii) a interação entre os agentes é não linear e sujeita a emergência de *path dependencies* e *lock-ins*, (iv) a operação do sistema econômico se dá por meio de mecanismos de seleção sobre a variedade dos agentes, e (v) a interação contínua entre variedade e seleção mantém o sistema longe do equilíbrio.

e não para compreender fenômenos empíricos específicos (MALERBA et al., 1999). Mais recentemente, uma nova família de modelos – de segunda geração – se desenvolveu “com o objetivo explícito de alcançar predições empíricas mais satisfatórias” (GARAVAGLIA, 2010, p. 259), mesmo que ao custo de menor generalidade (PYKA; FAGIOLO, 2005). Em particular na sua variante *History-friendly*, os novos modelos da TE tem sido empregados com sucesso no estudo da evolução de diversos setores industriais (MALERBA, 2010).

Entretanto, mesmo os modelos evolucionários de segunda geração tratam de forma ainda bastante esquematizada algumas questões relevantes para o nosso tema de pesquisa. Características importantes para o modelo proposto, como a heterogeneidade cognitiva dos agentes e os efeitos da interação social (além do processo de seleção) e da adaptação dos agentes à dinâmica do ambiente, são tratadas geralmente de forma estilizada. Isso faz com que muitos atributos institucionais sejam essencialmente eliminados – ou supostos exógenos e estáticos (NELSON, 2001) – apesar de serem elementos importantes para a representação de sistemas sociais complexos e, portanto, precisarem ser resgatados nos modelos (ARTHUR; DURLAUF; LANE, 1997; ARTHUR, 2000; PRADO, 2006a).

3.1.2. Modelagem na teoria dos sistemas complexos

Diversos autores têm enfatizado a importância da abordagem dos sistemas complexos para a modelagem de sistemas econômicos dinâmicos (ARTHUR, 1994, 2005, 2006; TEFATSION, 2003, 2006; METCALFE; FOSTER, 2004; COLANDER, 2005, 2008; PRADO, 2009). Um sistema é considerado complexo¹⁷² na medida em que apresente duas propriedades essenciais: (i) seja composto por unidades que interagem entre si e (ii) exiba propriedades emergentes, a partir dessa interação, que não sejam propriedades das unidades individuais (TEFATSION, 2006).

A utilização dos conceitos da teoria da complexidade (TC) no âmbito da ciência econômica teve origem no final dos anos 1980, dentro do programa de pesquisa do Santa Fe Institute (ANDERSON; ARROW; PINES, 1988). De forma extremamente sucinta, a TC surgiu nas ciências naturais para explicar fenômenos envolvendo sistemas com múltiplos

¹⁷² A definição sobre o que caracteriza um sistema complexo é, em si, “complexa”. Segundo Potts (2000), existem dezenas de definições distintas, parcialmente compatíveis e incompatíveis entre si. Adotamos a caracterização funcional proposta por Tesfatsion (2006).

elementos (unidades) e cujos comportamentos não podem ser previstos a partir da análise do comportamento ou das características individuais dos seus elementos. A hipótese central da TC é de que o “todo” complexo contém mais informação do que a simples soma de suas partes individuais, e não pode, portanto, ser adequadamente representado por elas (HOLLAND, 1998; ARTHUR, 2006). “[A] nova [abordagem da] complexidade admite a falácia da composição, em contraste com a abordagem dos modelos com agente representativo nos quais o indivíduo se equipara ao agregado” (ROSSER, 1999, p. 184).

A abordagem dos sistemas complexos vem sendo crescentemente utilizada nas ciências sociais, em particular na economia (AXELROD; TESFATSION, 2006). Em termos gerais, nesse domínio, os fenômenos complexos são caracterizados por sistemas que apresentam uma dualidade “micro-macro”¹⁷³. Por mais detalhada, a análise do nível micro – composto por entidades heterogêneas – não permite a compreensão ou a previsão dos fenômenos que se desenvolvem no nível macro¹⁷⁴ (METCALFE; FOSTER, 2004; COLANDER, 2005; PYKA; FAGIOLO, 2005).

O nível macro – ou “meso”, conforme o caso – é o espaço privilegiado de fenômenos sociais como as redes relacionais e hierárquicas. Do ponto de vista representacional, redes sociais são estruturas¹⁷⁵ formadas por elementos, simbolizando os agentes (indivíduos ou organizações), e suas conexões, na forma de conhecimentos e entendimentos compartilhados entre os elementos (POTTS, 2000). Ou, respectivamente, como os vértices e as arestas de um grafo¹⁷⁶ (FRENKEN, 2005). Diferentemente dos sistemas simples, o papel das conexões usualmente se sobrepõe ao dos elementos nas redes complexas. A compreensão dos processos dinâmicos que determinam essas conexões, dentro do escopo tanto

¹⁷³ Alguns autores sugerem tratar essa relação como “micro-meso-macro”, dado que os fenômenos emergentes complexos são verificados em diversos níveis, a partir do “micro” (DOPFER; FOSTER; POTTS, 2004).

¹⁷⁴ Em contrapartida, sistemas simples podem ser analisados considerando-se tão somente seus “microfundamentos”. Isso não significa que os sistemas complexos não tenham microfundamentos. Neste caso eles são essencialmente contextuais e somente podem ser compreendidos em conjunto com todo o sistema (COLANDER, 2005).

¹⁷⁵ Adotamos a definição de Bertalanffy (apud PRADO, 2006a, p. 308) de que, “*grosso modo*, o termo estrutura designa o modo de organização próprio dos elementos de um sistema”.

¹⁷⁶ O grafo é uma representação matemática das relações entre objetos de um determinado conjunto. Um grafo é uma estrutura composta por um conjunto não vazio de vértices e um conjunto de arestas (pares não ordenados de vértices).

da interação estratégica dos agentes como do ambiente institucional onde eles se inserem, é essencial para o estudo dos fenômenos emergentes (HOLLAND, 1988).

A complexidade de um sistema costuma ser expressa como função do número N de elementos e o número de interações entre os elementos. Assumindo que as interações são mútuas, o seu número máximo seria de $\frac{N(N-1)}{2}$, caracterizando uma rede totalmente conectada, como aquelas que resultam da aplicação das soluções analíticas adotadas pela teoria neoclássica (POTTS, 2000). Entretanto, os sistemas de interesse para a abordagem da complexidade são aqueles representados por grafos não triviais, ou seja, cuja topologia não é nem totalmente conectada¹⁷⁷ (todos os elementos interagem com todos os demais) nem um conjunto vazio (nenhuma interação). Além disso, as interações entre elementos podem ter “intensidades” distintas, conforme a geometria do grafo (FRENKEN, 2005).

“[D]e uma perspectiva de complexidade, a estrutura importa. Primeiro, estruturas baseadas em rede se tornam importantes. Toda ação econômica envolve interações entre agentes, logo a funcionalidade econômica é, simultaneamente, restrita e suportada por redes definidas pelos padrões recorrentes de interação entre os agentes. Essas estruturas em rede são caracterizadas por conexões relativamente esparsas. Segundo, a ação econômica é estruturada por papéis sociais emergentes e por procedimentos suportados socialmente – ou seja, pelas instituições. Terceiro, as entidades econômicas têm uma estrutura recursiva: elas mesmas consistem de entidades. [...] O princípio organizador fundamental é a ideia de que as unidades em um nível se combinam para produzir [novas entidades] no próximo nível mais elevado.” (ARTHUR; DURLAUF; LANE, 1997, p. 6)

Ao adotar uma perspectiva simultaneamente *bottom-up* e *top-down* – das interações entre agentes heterogêneos e as estruturas emergentes resultantes das próprias interações – a TC representa uma mudança importante do paradigma metodológico da ciência econômica (TESFATSION, 2003; PYKA; FAGIOLO, 2005; ARTHUR, 2006; SAVIOTTI, 2009). Sua hipótese crítica é que a interação e as relações entre os agentes produzem fenômenos agregados que, por sua vez, influenciam os comportamentos dos próprios agentes, em um processo de retroalimentações ou *feedbacks* – positivos e negativos – contínuo e dinâmico (HODGSON; KNUDSEN, 2004; ARTHUR, 2005). Segundo Pyka e Fagiolo

¹⁷⁷ Apesar de grafos totalmente conectados “parecerem complexos”, eles permitem representação matemática simples, uma vez que todos os elementos tem a mesma “posição” em relação a todos os outros ou, usando linguagem matemática mais precisa, todos os elementos podem ser representados em um campo no \mathbb{R}^n (POTTS, 2000).

(2005, p. 11), “as decisões tomadas hoje por qualquer agente dependem diretamente – através de expectativas adaptativas – das escolhas passadas feitas por subgrupos de outros agentes na população”. Esses subgrupos, mais frequentemente, são aqueles mais “próximos” no espaço socioeconômico do agente, implicando na importância das interações locais em detrimento daquelas do tipo global. Por isso, no estudo dos fenômenos complexos, a aplicação das abordagens convencionais, puramente *top-down* ou *bottom-up*¹⁷⁸, se torna inadequada (MACY; WILLER, 2002). Segundo Brock (1988), existe um número importante de situações relevantes onde isso se verifica.

A aplicação empírica da TC se baseia na observação de padrões que emergem quando processos não lineares se repetem por períodos prolongados. Por isso, sua modelagem demanda análise dinâmica não linear (COLANDER, 2008) e, por conta da questão da tratabilidade, técnicas de simulação computacional são privilegiadas (RASMUSSEN; BARRETT, 1995; ARTHUR, 2006). Nesse quesito, as demandas da TC são ainda maiores do que as da TE¹⁷⁹ no que diz respeito à modelagem dos elementos e das conexões que compõe o sistema. Por isso, a TC frequentemente utiliza técnicas computacionais sofisticadas, como, por exemplo, as redes neurais e os algoritmos genéticos (HOLLAND, 1992). A possibilidade de modelagem de agentes dotados de capacidade cognitiva e comportamento adaptativo¹⁸⁰ adequados é crítica para a simulação de propriedades sociais emergentes, inclusive as propriedades institucionais (ARTHUR; DURLAUF; LANE, 1997; MACY; WILLER, 2002; COLANDER, 2005; BRENNER, 2006; PRADO, 2006b).

Por sua natureza, adequada ao estudo de fenômenos dinâmicos de ordem social, a abordagem de sistemas complexos é particularmente interessante para a caracterização de processos do tipo institucional (DOPFER; POTTS, 2004; ORMEROD; ROSEWELL, 2004; SAVIOTTI, 2009). Os agentes – e suas estratégias e expectativas – estão continuamente

¹⁷⁸ A abordagem *top-down* convencional procura explicar os mecanismos causais do sistema econômico a partir da observação e abstração das características generalizadas dos seus elementos (“agente representativo”) e pressupondo a completa conexão entre todos eles, inviabilizando a possibilidade de interações locais (POTTS, 2000). Já uma perspectiva *bottom-up* pura não considera a realimentação do sistema agregado sobre seus elementos constitutivos (HODGSON; KNUDSEN, 2004).

¹⁷⁹ Sistemas complexos são naturalmente evolucionários e sua modelagem, por meio de simulação, se baseia no conceito de “tradução” do problema da seleção em um processo dinâmico com eventos aleatórios (ARTHUR, 2006).

¹⁸⁰ Sistemas adaptativos são aqueles nos quais os agentes são reativos, ou seja, são capazes de exibir atributos sistematicamente distintos em reação a mudanças nas condições ambientais (TESFATSION, 2006).

respondendo ao ambiente – local e global – que eles próprios engendram. Nesse processo dinâmico de realimentação é que se verifica a evolução adaptativa tanto dos agentes como do ambiente institucional que eles criam conjunta e simultaneamente, em um processo simultâneo de causação “a montante” e “a jusante” – ou *upward* e *downward causation* (ARTHUR, 2000, 2006). “A estrutura institucional é central para a compreensão dos sistemas complexos” (COLANDER, 2005, p. 932) e vice-versa.

“Com o quadro teórico aqui proposto, se torna possível superar o dilema entre individualismo metodológico e coletivismo metodológico. Ao não atuar diretamente sobre as decisões individuais, mas sobre as disposições habituais [dos indivíduos], as instituições exercem *downward causation* reconstitutivo sem reduzir o papel da agência individual. *Upward causation*, dos indivíduos para as instituições, é ainda possível, sem assumir que o indivíduo é dado ou imanentemente concebido. Explicações dos fenômenos socioeconômicos não são reduzidas, apenas, nem para os indivíduos nem para as instituições.” (HODGSON; KNUDSEN, 2004, p. 41)

3.1.3. Modelos de simulação *agent-based*

A utilização de recursos computacionais para o estudo de processos econômicos, modelados como sistemas dinâmicos de agentes que interagem entre si, é frequentemente denominada de ACE – *agent-based computational economics*¹⁸¹, na definição proposta por Tesfatsion (2006). A simulação, nessa perspectiva, é um sistema interativo artificial que modela um sistema – o sistema simulado – e permite o cálculo aproximativo de sua dinâmica. Apesar de não existir exigência formal para que modelos de simulação sejam operacionalizados através de sistemas informatizados, é apenas através destes que eles se tornam viáveis na prática, dado o enorme volume de operações e de dados requeridos para o seu processamento (ANDERSEN; VALENTE, 2002). Devido a essas demandas, e à limitação dos recursos computacionais disponíveis, apenas nos últimos 15 anos os MAB puderam se desenvolver de forma significativa (ORMEROD; ROSEWELL, 2009).

Os modelos de simulação *agent-based* (MAB), ou modelos baseados em agentes, são a forma mais usual de simulação computacional da ACE (TESFATSION, 2003). Eles são uma abordagem metodológica destinada ao teste, refinamento e extensão de teori-

¹⁸¹ A ACE parte da premissa de que os modelos matemáticos convencionais não são capazes de capturar os detalhes necessários para a análise de diversos fenômenos econômicos do mundo concreto, em particular na sua dimensão dinâmica, indo além da questão de tratabilidade usualmente citada (HOLLAND, 1988; VALENTE, 2002).

as que não são adequadamente formuladas ou avaliadas utilizando-se as ferramentas estatísticas e matemáticas convencionais, permitindo a compreensão aprofundada dos mecanismos causais fundamentais de sistemas complexos (AXELROD; TEFATSION, 2006). Os MAB viabilizam, nas ciências sociais, instrumentos próximos aos laboratórios das ciências naturais, permitindo a exploração experimental de fenômenos como, por exemplo, a mudança institucional, as trajetórias de desenvolvimento econômico e o desenvolvimento de políticas públicas (PYKA; FAGIOLO, 2005).

“Em nossa opinião, a tentativa para modelar a agregação dinâmica de economias descentralizadas com base em uma microfundamentação mais detalhada (e mais realista), como aquela postulada pelos MAB, é o principal requisito para perseguir um dos mais importantes desafios das ciências sociais hoje, nomeadamente a análise da mudança qualitativa. [...] De certa forma, os modelos *agent-based* podem ser considerados uma abordagem sistêmica, permitindo a consideração e integração de diferentes ‘realidades’ sociais, o que o torna uma ferramenta extremamente valiosa para a análise dos processos sociais, que podem ser considerado como fenômenos multifacetados.” (p. 20)

Os MAB são construções lógicas abstratas, à semelhança dos modelos matemáticos analíticos convencionais¹⁸², especificados com precisão e estruturados formalmente por meio de conjuntos de operações lógicas e matemáticas realizadas ao longo do tempo (GARAVAGLIA, 2004; PRADO, 2009). “Modelos de simulação *grosso modo* contêm dois componentes, implicações e premissas [...] Executar a simulação significa obter conhecimento sobre as implicações dessas premissas, de modo similar à análise de equações matemáticas” (BRENNER; WERKER, 2007, p. 228). Os MAB inicialmente modelam o funcionamento de sistemas a partir da agregação de agentes heterogêneos, tanto no nível dos atributos como no dos comportamentos, em uma perspectiva *bottom-up*. Nos MAB, enquanto representações de sistemas complexos, as propriedades sistêmicas agregadas emergem a partir da interação entre os agentes individuais¹⁸³, em sistemas que evoluem no tempo

¹⁸² Mas, diferentemente dos modelos convencionais, nos modelos de simulação a matemática, em si, não é a base teórica (dedutiva), mas tão somente um instrumento utilizado no processo de modelagem (COLANDER, 2005).

¹⁸³ Nesse tipo de modelo costumam emergir estruturas no nível “meso”, não diretamente associadas às características dos agentes “micro” (DOPFER; POTTS, 2004). Estas estruturas podem tomar diversas formas, como redes de relacionamento ou estruturas hierárquicas, e não são determinadas *a priori*, uma vez que não existe premissa de equilíbrio estático nos MAB. Equilíbrio, único ou múltiplo, pode eventualmente ser uma

(RASMUSSEN; BARRETT, 1995; TEFATSION, 2003, 2006; PYKA; FAGIOLO, 2005; PRADO, 2009).

“O interesse da análise e os objetivos de estudos, então, não são direta e explicitamente modelados nos quadros analíticos [do modelo de simulação]. Ao contrário, eles emergem da programação de interações repetidas dos componentes do modelo. [...] A estrutura agregada emerge da organização dos agentes interagindo” (GARAVAGLIA, 2010, p. 259)

Rasmussen e Barrett (1995) propuseram uma possível formalização para representar o processo de emergência, com base na simulação computacional da interação entre os subsistemas do modelo – ou objetos¹⁸⁴ – cujas linhas gerais são adotadas a seguir. Partindo da premissa de que o modelo opera em tempo discreto, regras de transição determinam completamente a transformação do sistema do instante t para $t + \Delta t$, mesmo que não seja possível definir formalmente expressões analíticas para essa dinâmica. Cada objeto A_i^l do nível l do modelo representa a trajetória temporal de um elemento i do modelo e pode ser definido formalmente como em (13).

$$A_i^l = A_i^l(d_i, I_{i,j}^l, s_i, t_i), \quad i, j = 1, \dots, n, \quad l = 1, 2, \dots \quad (13)$$

A_i^l : i -ésimo objeto observável no l -ésimo nível de descrição; d_i : vetor de regras que representam a dinâmica do i -ésimo objeto; $I_{i,j}^l$: matriz que representa a de interação do i -ésimo objeto com o j -ésimo objeto; s_i : vetor de variáveis que definem o estado do i -ésimo objeto; t_i : coordenada temporal do i -ésimo objeto; n : número de objetos do modelo, em todos os níveis de descrição.

O sobrescrito l representa o nível de agregação onde se encontra o elemento representado pelo objeto, sendo que $l = 1$ representa o nível mais baixo, onde estão localizados os agentes individuais. O modelo M é o conjunto de todos os objetos $A_i^l \in M$, sendo que os objetos A_i^l são subsistemas de M . s_i é o vetor de microestados, que caracteriza o elemento A_i^l em cada ponto da trajetória temporal t_i , que é endogenamente modificado pelas regras d_i , dada a matriz multidimensional de interação $I_{i,j}^l$. A matriz $I_{i,j}^l$ pode ser considerada, ainda, como representação da(s) estrutura(s) social(is) de M , nos diversos níveis l .

característica específica de alguns sistemas complexos, assim como a completa instabilidade, ciclos etc. (ARTHUR, 2006).

¹⁸⁴ Objetos são representações computacionais versáteis, que no caso dos MAB podem representar tanto os agentes “micro”, diretamente programados e configurados pelo modelo, como agregações de outros objetos, representando entidades em “níveis” superiores (“meso”, “macro” etc.) (ANDERSEN; VALENTE, 2002).

Isso representa relacionamentos acontecendo usualmente dentro de redes e não em uma relação do tipo “todos com todos” (KÖNIG; BATTISTON; SCHWEITZER, 2009).

No caso dos agentes ($l = 1$) d_i representa as microrregras de decisão. A matriz¹⁸⁵ $I_{i,j}^l$ define a estrutura da interação de cada elemento com todos os demais elementos de M , inclusive em outros níveis l . A dinâmica de $I_{i,j}^l$ também é endogenamente gerada pelas regras d_i , a partir do conjunto de vetores de microestado s_i . O conjunto de algoritmos d_i implementa a dinâmica temporal tanto do microestado s_i e como das conexões $I_{i,j}^l$ de cada elemento A_i^l de M . Os algoritmos d_i são explicitamente definidos apenas no primeiro nível de organização ($l = 1$)¹⁸⁶. De certo modo, d_i encerra parcela importante da caracterização do ambiente institucional de M ao qual os elementos A_i^l estão submetidos. Note-se que, pelo menos em seu estado inicial ($t = 0$), d_i é obrigatoriamente anterior tanto ao estado s_i como às conexões $I_{i,j}^l$ dos elementos A_i^l de M . Entretanto, os microparâmetros que especificam os algoritmos d_i podem, em princípio, ser endogenamente alterados pelos próprios algoritmos de d_i , a partir da informação contida em s_i e $I_{i,j}^l$, representando a capacidade de aprendizado ou adaptação dos elementos A_i^l , a partir do seu estado inicial ($t = 0$).

Entre cada intervalo de tempo Δt , a função de atualização sistêmica U realiza a transição interativa do estado s_i e da estrutura de interação $I_{i,j}^l$ de cada objeto $A_i^l \in M$, como indicado em (14). Ela é também responsável pelo alinhamento temporal dos objetos – a sincronização de cada trajetória $A_i^l(t)$. Dessa forma, a simulação do sistema (15) é realizada pela interação da atualização de cada objeto sobre o conjunto de objetos de M . Portanto, as propriedades dinâmicas do modelo M são implicitamente definidas por d_i , $I_{i,j}^l$, s_i e U (RASMUSSEN; BARRETT, 1995).

$$A_i^l(t + \Delta t) = U[A_i^l(t), \Delta t], \quad i = 1, \dots, n \quad (14)$$

¹⁸⁵ Uma representação alternativa para a estrutura de interação, mais conveniente sob a perspectiva teórica, é a topologia de um grafo (POTTS, 2000; FRANKEN, 2006). A representação matricial, entretanto, costuma ser mais conveniente para a configuração de sistemas computacionais.

¹⁸⁶ Nos níveis agregados ($l > 1$), os “algoritmos” de transição são definidos implícita e endogenamente a partir da interação dos elementos dos níveis inferiores. Esses algoritmos não são programados e frequentemente não podem sequer ser determinados de forma explícita (RASMUSSEN; BARRETT, 1995; PYKA; FAGIOLO, 2005).

$$\{A_i^l(t + 1)\} = U[\{A_i^l(t)\}], \quad i = 1, \dots, n \quad (15)$$

A_i^l : i -ésimo objeto observável no l -ésimo nível de descrição; U : função de atualização sistêmica que define, organiza e executa o procedimento interativo que realiza a transição de estado dos objetos; t : período de referência; $t + \Delta t$: próximo período de referência; $\{\cdot\}$: conjunto de todos os elementos.

Uma das etapas críticas para a implementação dos MAB é a configuração dos comportamentos e modos de interação dos agentes no primeiro nível de modelagem do sistema ($l = 1$). A modelagem define o estado de partida do sistema, ao especificar os atributos iniciais (d_i , $I_{i,j}^l$ e s_i) dos elementos A_i^1 que representam os agentes. Mas, a partir daí, o sistema econômico “virtual” evolui ao longo do tempo sem a intervenção do modelista, dentro de um processo histórico simulado a partir das interações entre agentes. Essas interações, organizadas por U , dão origem aos fenômenos emergentes, ou seja, aos desdobramentos sistêmicos em um nível estrutural ($l > 1$) acima daquele explícita e detalhadamente modelado (TESFATSION, 2003).

Importante notar, ainda, que na modelagem da racionalidade dos agentes (representada em d_i e $I_{i,j}^l$), não pode ser adotada a premissa da hiper-racionalidade, pelo simples fato do “futuro” da simulação estar, por construção, em aberto. Por isso, ao privilegiarem uma perspectiva de racionalidade limitada, os MAB não necessitam de premissas como a perfeita e recíproca antecipação do futuro (SIMON, 1979). Assim, diversos tipos de algoritmos podem ser selecionados para modelar as “mentes” dos agentes computacionais, permitindo desde a calibração da tomada de decisão por dados empíricos (TESFATSION, 2003) até o uso de algoritmos que simulam o aprendizado (HOLLAND, 1992). Além disso, comportamento e interação podem ser modelados a partir de estilizações, provenientes tanto do quadro teórico de referência como da evidência empírica disponível. Isso permite mesclar a análise qualitativa com técnicas formais de modelagem no processo de representar os agentes econômicos e suas relações (PYKA; EBERSBERGER; HANUSCH, 2004).

A identificação dos fenômenos emergentes P do processo de simulação requer a existência de uma função de observação O^n adequada ao nível de análise em questão. Para o primeiro nível ($l = 1$), por exemplo, a função de observação O^1 é necessária para a inspeção dos objetos A_i^1 nesse nível. Novos objetos A_i^2 , no próximo nível da estrutura ($l = 2$),

podem então ser produzidos, a partir da interação de U e da inspeção dos objetos do primeiro nível por O^1 , conforme representado em (16). Obviamente esse processo de emergência pode prosseguir para ordens mais elevadas, como apresentado em (17).

$$A_k^2 \leftarrow U[\{A_i^1(d_i, I_{i,j}^l, s_i, t_i)\}, O^1], \quad i, j = 1, \dots, n, \quad l = 1, 2 \quad (16)$$

$$A_k^N \leftarrow U[\{A_i^{N-1}\}, O^{N-1}, \dots, \{A_j^1\}, O^1], \quad i, j = 1, \dots, n \quad (17)$$

$$P \in O^2(\{A_i^2\}) \quad \text{mas} \quad P \notin O^1(\{A_j^1\}), \quad i, j = 1, \dots, n \quad (18)$$

A_k^2 : k -ésimo objeto observável no segundo nível de descrição; A_i^1 : i -ésimo objeto observável no primeiro nível de descrição; P : propriedade emergente; O^l : função de observação no l -ésimo nível estrutural; $\{\cdot\}$: conjunto de todos os elementos.

Propriedades P que sejam observadas exclusivamente em níveis estruturais superiores ($l > 1$), são definidas como propriedades emergentes do sistema. Por exemplo, (18) representa as propriedades emergentes no segundo nível da estrutura do modelo. A emergência depende essencialmente do observador, que precisa dispor de artefatos analíticos adequados O^n para sua detecção. A presença de componentes estocásticos nas regras de decisão d_i implica, ainda, que a dinâmica das propriedades P será descrita por processos de Markov, mas que não necessitam de parametrização explícita, dada sua natureza emergente (PYKA; FAGIOLO, 2005).

A interação entre os agentes A_i^1 dá origem aos fenômenos A_k^2 , que por sua vez podem ter efeitos causais sobre A_i^1 , por meio da interação entre os objetos de ambos os níveis, representada em $I_{i,j}^l$. Esta propriedade, a *downward causation*¹⁸⁷ (ou causalção reversa) é uma das características dos fenômenos de ordem social e institucional que podem ser representados dessa forma¹⁸⁸ (HODGSON; KNUDSEN, 2004). A *downward causation* depende da capacidade dos agentes considerarem efeitos de ordem superior em suas regras de

¹⁸⁷ O tipo de *downward causation* considerado aqui é aquele conhecido como de tipo “forte”, pois afeta não apenas características gerais da população de agentes (o tipo “fraco”), mas cada agente individual em particular. É algumas vezes denominada “*reconstitutive downward causation*” (SPERRY, 1991; HODGSON; KNUDSEN, 2004).

¹⁸⁸ Existe uma corrente de autores, os “saltacionistas” na definição de Prado (2009), que tem ressalvas a essa forma de caracterizar os processos de *downward causation*, a partir da premissa que os fenômenos emergentes não podem ser determinados a partir tão somente do conjunto de elementos e da estrutura do sistema onde se inserem.

interação $I_{i,j}^l$. Uma característica essencial da abordagem dos modelos de simulação é a possibilidade de se identificar, através da inspeção das microvariáveis do sistema M , em que nível os fenômenos de interesse emergem e como eles interagem com os outros níveis estruturais, além de se esclarecerem seus mecanismos causais (VALENTE, 2002).

“[A]s capacidades de composição, mudança e restrição de instituições sociais [enquanto propriedades emergentes da interação entre indivíduos] dão origem a novas percepções e disposições internas aos indivíduos” (HODGSON; KNUDSEN, 2004, p. 39-40), apesar de que “os fenômenos em nível mais elevado, ao exercerem controle descendente, não desorganizam ou intervêm nas relações causais da atividade que compõem o nível subjacente.” (SPERRY, 1991, p. 230)

Além disso, a técnica de simulação torna possível descrever os detalhes da dinâmica das interações entre os objetos do modelo que geram as propriedades emergentes de interesse, mesmo que a dinâmica global do sistema possa ser conhecida apenas de modo implícito¹⁸⁹ (RASMUSSEN; BARRETT, 1995; VALENTE, 2002). Suponhamos que G^1 seja a função global que descreve as mudanças de estado do sistema como um todo no nível $l = 1$, representadas por S^1 , como em (19). Isso demonstra que a dinâmica do sistema simulado M pode ser gerada mesmo sem ser conhecida a função G^1 , tão somente a partir da definição da função U e da interação dos objetos A_i^1 , como demonstrado em (15) (PYKA; FAGIOLO, 2005).

$$\begin{aligned} S^1(t) &= \{s_1^1(t), \dots, s_n^1(t)\} \\ S^1(t+1) &= U(G^1[S^1(t)]) \end{aligned} \tag{19}$$

S^1 : estado do sistema como um todo no nível estrutural 1; s_i : vetor de variáveis que definem o estado do i -ésimo objeto; G^1 : função global de mudança do sistema; U : função de atualização sistêmica que define, organiza e executa o procedimento interativo que realiza a transição de estado dos objetos.

Além disso, mesmo que o sistema em estudo não possa *a priori* sequer ser descrito, digamos, no nível $l = 2$, a partir da descrição completa do sistema em seu primeiro nível, ainda assim é possível simular a dinâmica do nível $l = 2$. Isso porque os objetos e as

¹⁸⁹ Diversos fenômenos econômicos concretos não são passíveis de mensuração direta, ou sequer são de fácil definição. Sistemas de simulação, pelo contrário, trabalham com eventos precisos e bem definidos, requerendo especial atenção para que esta característica – a precisão – não seja assumida como “transferida” ao objeto econômico sobre o qual se aplica esse tipo de técnica analítica. Portanto, cuidado especial é requerido no mapeamento do que o analista apreende como “realidade econômica”, no mundo empírico, para a “realidade virtual”, no universo da simulação, e vice-versa.

relações no nível $l = 2$ irão emergir sem a necessidade de o sistema M ser explicitamente programado para tanto. Em termos formais, a dinâmica dos objetos do segundo nível A_i^2 pode ser gerada a partir da simulação da interação dos objetos de primeiro nível A_j^1 , conforme (20). O modelo M permite, portanto, o estudo de fenômenos que não estão ainda descritos ou explicitamente codificados, viabilizando de forma abrangente a análise de propriedades emergentes do sistema modelado (RASMUSSEN; BARRETT, 1995).

$$\begin{aligned} A_i^2 &\leftarrow U(\{A_1^1, \dots, A_n^1\}) \\ P^2 &= O^2(\{A_1^2, \dots, A_n^2\}) \end{aligned} \tag{20}$$

A_i^2 : i -ésimo objeto observável no segundo nível de descrição; A_j^1 : j -ésimo objeto observável no primeiro nível de descrição; P^2 : propriedade emergente no segundo nível estrutural; O^2 : função de observação no segundo nível estrutural.

A partir dessas características gerais, autores como Rasmussen e Barrett (1995) e Valente (2002) propuseram um programa de pesquisa, utilizando a TC por meio de MAB, composto por quatro etapas: (i) definir quais fenômenos dinâmicos – ou fatos estilizados – serão estudados, certificando-se de que eles sejam gerados em um nível de agregação superior àquele na qual as interações elementares acontecem; (ii) escolher métodos que permitam a identificação de quais elementos do sistema simulado criam os fenômenos de interesse; (iii) formular modelos dos subsistemas subjacentes aos elementos relevantes, com as características desejadas para tanto no nível dos agentes como no de suas interações, independentemente da plataforma computacional; e (iv) implementar o modelo completo, transformando a especificação abstrata de cada subsistema em um programa de computador, de forma que os fenômenos de interesse possam ser gerados e analisados numericamente. Esse é o roteiro utilizado para a modelagem setorial proposta.

No que diz respeito ao item (iii) acima, a modelagem dos subsistemas do modelo, adotaremos a arquitetura sistêmica sugerida por Valente, Ciarli e Lorentz (2010). Segundo esses autores, o projeto dos subsistemas do MAB deverá, pelo menos, contemplar: (i) uma população de agentes econômicos heterogêneos, autônomos ou semiautônomos; (ii)

agentes com interesses definidos (egoístas, “maximizadores¹⁹⁰” etc.), mas racionalmente limitados; (iii) um conjunto de estados internos e de regras de comportamento definidos para cada agente; (iv) possibilidade de interação direta entre os agentes (interações locais) e, possivelmente, destes com o ambiente (interações sociais), ou seja, além do mecanismo de preços tradicional.

3.1.4. Modelos de simulação *History-friendly*

Uma categoria particular dos MAB são os modelos *History-friendly* (MHF). Os MHF se desenvolveram no final dos anos 1990, a partir do trabalho pioneiro de Malerba, Nelson, Orsenigo e Winter (1999) sobre o setor de informática. Eles representam a segunda geração de MAB utilizados pela TE (GARAVAGLIA, 2004). Os MHF buscam verificar se mecanismos particulares, incluídos nos modelos, são capazes de replicar – e explicar – características selecionadas da história¹⁹¹ (MALERBA et al., 1999), utilizando as propriedades específicas dos MAB, já descritas. Para tanto, essa metodologia aplica a informação empírica disponível sobre o sistema concreto para reduzir a generalidade característica dos MAB, ao mesmo tempo em que produz resultados que podem ser objetivamente testados (BRENNER; WERKER, 2007).

“Por meio de modelagem econômica evolucionária *History-friendly* que-remos dizer modelos formais que visam capturar a essência da teoria apreciativa apresentada pelos analistas da história de uma indústria ou uma tecnologia e, assim, possibilitar sua exploração lógica. O termo ‘formal’ significa que toda a lógica que conduz aos resultados do modelo é explícita e, pelo menos potencialmente, visível, uma característica compartilhada pelos modelos de simulação e os modelos analíticos [matemáticos].” (MALERBA et al., 1999, p. 5)

Os MHF compartilham as características gerais dos MAB na representação de sistemas complexos: dinâmica baseada em processos estocásticos não lineares; propriedades agregadas emergentes da interação repetida entre agentes; agentes com racionalidade limitada e comportamento guiado por rotinas; seleção através de processos evolucionários; aprendizado contínuo e adaptativo; heterogeneidade dos agentes (YOON; LEE, 2009).

¹⁹⁰ Trata-se aqui de um conceito “local” de maximização, uma vez que com os pressupostos da racionalidade restrita o agente não dispõe dos recursos necessários para maximização de seus resultados no nível global.

¹⁹¹ A construção de cenários prospectivos (previsão), por outro lado, não é objetivo primário desse tipo de modelo (GARAVAGLIA, 2004) – ou dos MAB enquanto categoria geral (MACY; WILLER, 2002; COLLANDER, 2005).

Além das características gerais, os MHF buscam, em particular, “analisar os fatores que afetam a dinâmica da tecnologia, inovação, estrutura de mercado, arquitetura da indústria e liderança industrial” (MALERBA, 2010, p. 10). Isso se dá, nos MHF, a partir da emergência – não explicitamente programada no modelo – dessas dinâmicas no nível “meso”, a partir da configuração da interação repetida dos agentes heterogêneos, no nível “micro” (GARAVAGLIA, 2010). A emergência nos MHF segue o processo geral já apresentado para os sistemas complexos.

A partir da crítica sobre o elevado nível de abstração dos modelos evolucionários de primeira geração, os MHF têm como foco central o estudo da evolução de indústrias específicas a partir da análise histórica e dos estudos de caso (MALERBA, 2010). Os MHF “procuram capturar, de forma estilizada, teorias qualitativas sobre os mecanismos e fatores que afetam a inovação e a evolução das indústrias” (ibid., p. 9). Eles utilizam informações da pesquisa empírica apreciativa – nas áreas de organização industrial, estratégias de negócio e história – no projeto dos sistemas de simulação e na calibração de seus parâmetros¹⁹².

“Essas [informações empíricas] detalhadas são usadas para alimentar o processo de simulação em alguns aspectos-chave. Primeiro, o modelista deve utilizar os dados empíricos como um guia durante a especificação dos agentes (seu comportamento, regras de decisão e interações) e do ambiente no qual eles operam. Segundo, estudos de caso empíricos detalhados permitem especificar testes mais exigentes para as saídas do modelo. [...] Terceiro, estudos de caso podem ajudar na identificação de parâmetros particulares de variáveis-chave (dentre as muitas variáveis no modelo) que provavelmente foram importantes na geração da história observada.” (WINDRUM, 2007, p. 424)

A necessidade de análises específicas de indústrias particulares, ao invés da utilização de modelos genéricos, adveio dos avanços da pesquisa empírica. Ela tem demonstrado que aspectos como “não linearidade, dinâmica estocástica, heterogeneidade, incerteza, interação, racionalidade limitada, *path dependence* e coevolução [...] parecem ser altamente específicos de cada indústria” (GARAVAGLIA, 2010, p. 260). Essas características, típicas dos sistemas complexos, estão presentes no caso concreto do setor de internet, bem como dos setores que lhe deram origem (DAVIES, 1996; CORROUCHER, 2001).

¹⁹² Os sistemas de simulação que dão suporte aos MHF são configurados de modo a que rotinas, relacionamentos e comportamentos dos agentes econômicos reflitam os “fatos estilizados” indicados pela teoria apreciativa disponível sobre os mecanismos que condicionaram a evolução de indústrias específicas (GARAVAGLIA, 2010).

3.1.5. Limitações da metodologia proposta

“A flexibilidade da abordagem de simulação é, ao mesmo tempo, uma vantagem e uma desvantagem. A vantagem é que modelos de simulação podem cobrir uma faixa mais ampla de temas de pesquisa quando comparado com métodos alternativos. A desvantagem é que modelos de simulação variam substancialmente [entre si] – muito mais do que modelos utilizando métodos alternativos, os quais são usualmente baseados em premissas-chave pacificadas na comunidade científica.” (BRENNER; WERKER, 2007, p. 228)

Segundo Ormerod e Rosewell (2009), por se tratar de uma inovação recente, o próprio desenvolvimento metodológico das simulações agent-based se encontra em pleno processo evolucionário de seleção. Esse processo costuma, justamente, ser mais intenso no período subsequente ao surgimento de inovações radicais, como seria o caso dos MAB e da teoria de sistemas complexos que os suporta.

A aceitação acadêmica da metodologia de modelos de simulação na pesquisa científica ainda é relativamente restrita (YOON; LEE, 2009; DWECK, 2010). As restrições aos MAB estão relacionadas, mais frequentemente, com características inerentes à relativa imaturidade da pesquisa nesse campo¹⁹³ (ROSSER, 1999; AXELROD; TEFATSION, 2006; ORMEROD; ROSEWELL, 2009). Diferentes abordagens metodológicas têm sido propostas nos últimos anos e o trabalho de pesquisa na maioria delas ainda está em andamento. Isso resulta, no momento, na ausência de protocolos amplamente compartilhados, ou mesmo de quadros analíticos unificados (GARAVAGLIA, 2010).

“Um problema particularmente importante, e não resolvido, é a necessidade de garantir que os resultados dos experimentos da ACE reflitam aspectos fundamentais do problema considerado e não simplesmente as peculiaridades do [modelo de simulação] ou da linguagem de programação particulares utilizados para implementar os experimentos.” (TEFATSION, 2003, p. 267)

A questão levantada por Tesfatsion (ibid.), uma crítica frequente, diz respeito ao potencial para a adoção de premissas arbitrárias e a sobreparametrização dos MAB¹⁹⁴ (PYKA; FAGIOLO, 2005; ARTHUR, 2006; YOON; LEE, 2009). O argumento é que, com

¹⁹³ Questões associadas com a incapacidade dos MAB lidarem com algumas das premissas usuais da teoria neoclássica, como a análise de equilíbrio e agentes hiper-rationais, são também levantadas (PYKA; FAGIOLO, 2005; YOON; LEE, 2009).

¹⁹⁴ Deve ser ressaltado que a questão não se restringe aos modelos de simulação, alcançando também outras metodologias de modelagem, como os modelos analíticos convencionais (WINDRUM; FAGIOLO; MONE-TA, 2007).

o incremento do número de graus de liberdade, os modelos de simulação poderiam ser configurados para produzir os resultados desejados pelo modelista, independentemente das suas características estruturais. “[C]omo os estudos fora do equilíbrio requerem modelagem detalhada de como o comportamento individual se ajusta (e como os agentes interagem), eles encorajam premissas comportamentais que são *ad hoc*” (ARTHUR, 2006, p. 1555).

Mesmo quando se adota o procedimento de calibração dos parâmetros com dados reais, como na estratégia *History-friendly*, parcela considerável dos parâmetros não costuma dispor de informações quantitativas. Por outro lado, autores como Valente (2002) minimizam essa crítica, reforçando que modelos estruturalmente bem projetados são menos sujeitos à influência dos parâmetros, pelo menos quando estes são razoavelmente próximos de valores qualitativamente compatíveis com a experiência empírica. Outros autores, ainda, apresentam recomendações específicas sobre como reduzir esse tipo de problema, por meio da análise de sensibilidade dos resultados e da simulação do tipo Monte-Carlo das constelações de parâmetros (PYKA; FAGIOLO, 2005). Por fim, abordagens metodológicas mais recentes endereçaram a questão por meio da redução deliberada do número de parâmetros, especialmente pela aplicação de instrumental proveniente da teoria da complexidade (AXELROD, 1997; FRENKEN, 2006).

A metodologia adotada nos MHF, por meio da construção de modelos em diálogo com a evidência empírica, é um importante exemplo de método para mitigação da potencial arbitrariedade dos MAB (MALERBA, 2010). Mas, por outro lado, autores como Windrum (2007) questionam a eficácia da metodologia proposta pelos MHF. O ponto crítico, segundo esses autores, está no caráter contestável da própria história. “A história não é simplesmente uma coleção de ‘fatos’ cujo significado é reconhecido e acordado pelos historiadores. A escrita da história é em si um processo criativo no qual muitos fragmentos de ‘dados’, transmitidos desde o passado até nós, são filtrados pelo historiador” (ibid., p. 430). A questão da parcialidade intrínseca dos relatos históricos reforça a importância da qualidade da análise empírica, como base dos MHF, bem como as limitações às quais a validação dos seus resultados está sujeita. Isso requer que o modelista, por um lado, evite restrições prematuras nos modelos e, por outro, crie suficiente flexibilidade neles para considerar cenários alternativos.

“O recurso à história não pode garantir soluções para todos os nossos problemas de modelagem. Ele não necessariamente nos ajudará a identificar as dinâmicas que dão origem a um conjunto de objetos incondicionais, ou nos dirá como modelar corretamente o comportamento dos agentes, suas rotinas de aprendizagem, regras de interação e assim por diante.” (ibid., p. 431)

Além disso, uma vez que as definições de modelagem e os procedimentos de teste são uma escolha particular do analista, em que medida elas podem ser consideradas como “determinadas” pelo processo histórico do setor? Se a própria realização da história pode representar um caso limite – e portanto de replicação improvável – das alternativas concretas então disponíveis para o sistema econômico em estudo, como avaliar os resultados globais do modelo a partir apenas dessa realização particular? Novamente citando Windrum:

“[I]mplementar simulações que repliquem a história ou divirjam dela requer uma história ‘típica’. Não obstante, uma história típica, ou seja, uma história invariante que seja comum para todas as firmas, não existe. Por isso, deve-se recorrer a algum tipo de descrição ‘estilizada’ dos eventos. Isso pode ser uma descrição estilizada da indústria em geral, ou então uma descrição estilizada de uma firma particular. A escolha é arbitrária.” (ibid., p. 429)

Existem ainda outras questões metodológicas em aberto como, por exemplo, a conveniência de adoção de modelos de simulação genéricos ou especializados, as melhores formas de comunicação entre pesquisadores sobre os resultados dos modelos (estatísticas, gráficos etc.) e os métodos preferenciais para validação dos resultados dos modelos com dados empíricos (TESFATSION, 2006). Isso pode ser facilmente constatado pela heterogeneidade e restrita comparabilidade entre os modelos disponíveis, pela insuficiente padronização das técnicas de construção e avaliação ou pela relação problemática entre muitos modelos e os dados empíricos (WINDRUM; FAGIOLO; MONETA, 2007).

A superação das dificuldades apontadas é tema de diversos trabalhos recentes na área de metodologia, tanto para a padronização das técnicas de construção e comparação dos modelos (VALENTE, 2002; ORMEROD; ROSEWELL, 2004; TESTFATSION, 2006; BRENNER, 2006), como para sua calibração e avaliação com dados empíricos (WERKER; BRENNER, 2004; WINDRUM; FAGIOLO; MONETA, 2007). Conforme as diferentes direções de pesquisa avançam, entretanto, protocolos compartilhados e plataformas de de-

envolvimento e análise unificadas são esperados para a ACE (YOON; LEE, 2009; GARAVAGLIA, 2010).

3.2. Especificação do modelo

Como já mencionado, o modelo proposto pretende integrar as perspectivas das teorias evolucionária (TE) e institucional (TI) para a modelagem do setor industrial da internet, a partir da abordagem dos modelos *History-friendly* (MHF). Serão necessários alguns ajustes na metodologia usual dos MHF, originária da TE, para a integração de alguns elementos da TI (SCHENK, 2003). Em termos mais gerais, o objetivo do modelo é analisar as inter-relações entre as dinâmicas da demanda, das firmas, das tecnologias e das instituições críticas, de modo a capturar os principais fenômenos em ação (MALERBA, 2006).

O modelo proposto não visa replicar a realidade histórica do setor de internet no nível dos dados empíricos quantitativos. Apesar dos MHF calibrados quantitativamente estarem se tornando mais populares (WERKER; BRENNER, 2004), o objetivo do modelo proposto, nesta etapa do seu desenvolvimento, é apenas a representação qualitativa do desenvolvimento do setor¹⁹⁵. O modelo deverá, entretanto, permitir o teste e a validação – ou não – das principais hipóteses estabelecidas. Acreditamos que o escopo mais limitado favorece a construção de um modelo parcimonioso, em termos de parâmetros de ajuste. Além da crítica metodológica já apresentada (WINDRUM; FAGIOLO; MONETA, 2007), o número excessivo de parâmetros representa um problema prático para a construção, depuração e análise dos modelos (GARAVAGLIA, 2004).

O objetivo final do modelo de simulação é a avaliação da possibilidade de replicação qualitativa dos fatos estilizados, apresentados no capítulo 1, a partir das hipóteses do quadro teórico, construído no capítulo 2. Para que essas hipóteses sejam adequadamente testadas, o modelo deve ser especificado e construído de forma a respeitar as premissas adotadas pelo quadro teórico, para que o modelo simule sobre cenários semelhantes àqueles

¹⁹⁵ A limitação tem origem nos recursos necessários – de tempo e de dados empíricos – para a calibração e validação quantitativa do modelo, face o período disponível para a pesquisa da dissertação. Por outro lado, conforme argumentam diversos autores, a calibração e a validação quantitativa não são pré-requisitos da metodologia de MHF (GARAVAGLIA, 2010; MALERBA, 2010). Isso não significa, entretanto, que estes passos não possam ser relevantes para o aprofundamento da pesquisa, em algumas situações proporcionando maior robustez para o modelo.

abordados pela teoria, pois de outro modo seria impossível a comparação entre os resultados do modelo e as hipóteses teóricas. A emergência de propriedades agregadas no modelo, que confirmem – ou não – as hipóteses teóricas, será o principal instrumento analítico. Testadas essas hipóteses intermediárias, a avaliação da hipótese central da dissertação torna-se, então, decorrência imediata, como será desenvolvido no capítulo 4.

Esta seção desenvolverá o segundo e o terceiro ponto do roteiro proposto anteriormente, baseado na metodologia sugerida por Rassmussen e Barrett (1995) e Valente (2002): (i) a definição da estratégia de modelagem e (ii) a definição formal dos objetos que compõem o modelo. O quarto ponto proposto, a implementação do sistema de simulação, será desenvolvido na seção 3.3.

3.2.1. Estratégia de modelagem

Um modelo de simulação é uma imitação simplificada dos processos que o modelista considera serem os mais importantes para a reprodução do sistema em análise. A partir da primeira tentativa de configuração, inicia-se um processo iterativo até que todos os detalhes essenciais estejam representados no modelo. Isso porque um modelo de simulação precisa ser dinamicamente completo para funcionar, ou seja, “o sistema econômico modelado deve ser capaz de se desenvolver ao longo do tempo somente com base nas interações dos agentes, sem intervenções adicionais do modelista” (TESFATSION, 2006, p. 837). Essa é uma restrição dos sistemas computacionais que, por um lado, favorece a consistência interna do modelo, mas, por outro, requer a especificação de um grande número de detalhes que não seriam essenciais para a análise puramente apreciativa. Para dar conta dessa demanda, é indispensável a seleção de instrumentos adequados para a descrição lógica do modelo de simulação. Esse tema é tratado a seguir.

O modelo proposto está definido em termos de séries temporais, representando as variáveis de estado selecionadas para representar os processos em análise. As séries temporais são definidas em tempo discreto. O formato geral de uma variável de estado está apresentado em (21). X_t representa uma variável qualquer no instante t , Z_t é o vetor contendo todas as demais variáveis do modelo e α é o vetor de parâmetros.

$$X_t = f(X_{t-h}, Z_{t-k}, \alpha), \quad 0 \leq h \leq t - 1, \quad 0 \leq k \leq t \quad (21)$$

Uma “rodada” de simulação é representada por uma sequência temporal completa do conjunto de todas as variáveis de estado que descrevem o modelo, na forma $\{X_0, X_1, X_2, \dots, X_T\}$, com T representando o horizonte de simulação. Portanto, o modelo proposto é orientado pelo tempo (*time driven*), e não pelos eventos da simulação (*event driven*), logo eventos contemporâneos são supostos como ocorrendo simultaneamente em cada momento t . Assim, cada variável X pode assumir apenas um valor (numérico) em t , a partir do cálculo da equação de estado (21) correspondente. A estrutura do modelo descreve, justamente, a forma como os valores das variáveis de estado nos instantes $0, 1, 2, \dots, t - 1$ são utilizadas no cálculo para definição das variáveis no momento t .

Vale notar que a “convergência” dos eventos contemporâneos (entre $t - 1$ e t) para um único instante (t) torna crítica a ordem pela qual as variáveis são avaliadas no modelo no caso particular onde $k = 0$. Na medida do possível, isso deve ser considerado durante a especificação das funções f , de forma a tornar a análise não ambígua. Para tanto, a estrutura de defasagens de cada variável X_t necessita ser construída de modo adequado, evitando-se situações onde a ordem de avaliação das variáveis seja importante. Por fim, o sistema computacional que programa o modelo deve permitir a inspeção e a detecção de situações ambíguas, facilitando a eventual desambiguação de cenários problemáticos introduzidas durante a especificação das equações em diferenças que descrevem o modelo.

A representação dos agentes no modelo pressupõe a configuração de atributos específicos de “inteligência”. Conforme a recomendação de Pyka e Fagiolo (2005), os agentes modelados devem dispor, pelo menos, dos seguintes atributos: (i) autonomia, com os agentes operando sem o controle direto de outros agentes¹⁹⁶; (ii) habilidade social, no sentido dos agentes poderem estabelecer interações competitivas e cooperativas com outros agentes; (iii) reatividade, ou a capacidade de percepção do ambiente e de resposta a ele; e (iv) proatividade, que habilita os agentes a tomar iniciativas – como escolher estratégias e inovar tecnicamente – e não apenas se adaptar às circunstâncias.

¹⁹⁶ Se existe controle direto, não é necessário modelar o agente no MAB, ele pode ser configurado como sub-sistema de outro agente, sem prejuízo analítico e com simplificação da modelagem.

“Os pontos acima indicam que os atores na simulação são capazes não apenas de adaptar seu comportamento para um dado conjunto de circunstâncias, mas que eles são também, em um sentido neoschumpeteriano, capazes de aprender a partir da própria experiência e de modificar seu comportamento criativamente, de forma a mudar as próprias circunstâncias. [...] Não é apenas a dotação de recursos que formatam a natureza dos atores, são suas rotinas individuais que dão origem a uma grande parte da heterogeneidade dos atores.” (ibid., p. 18-19)

Os agentes são modelados no formato de objetos¹⁹⁷ de linguagem de programação. Cada objeto representando um agente contém todas as variáveis que definem completamente o seu estado individual – ou microestado. Objetos, entretanto, não têm sua utilização restrita à representação dos agentes. Objetos contendo outros objetos são usados para representar elementos agregados do sistema (conjunto das firmas, conjunto dos usuários, segmento industrial) ou outras entidades relevantes para a simulação, como, por exemplo, o conjunto de tecnologias disponíveis para as firmas. Essa característica é essencial para a observação de propriedades emergentes agregadas durante a simulação.

Instâncias da mesma variável de estado, contidas em diversos objetos, podem ser representadas por vetores \vec{X}_t como em (22). Apesar da possibilidade de representação conjunta, a atualização temporal de cada instância da variável de estado ocorre de modo independente.

$$\vec{X}_t = \{X_t^1, X_t^2, \dots, X_t^n\} \quad (22)$$

Para tornar os modelos de simulação não ambíguos, outros cuidados na modelagem são sugeridos na bibliografia (VALENTE; CIARLI; LORENTZ, 2010) e foram adotados na modelagem. Os parâmetros α não se alteram ao longo de uma rodada de simulação, podendo, no entanto serem modificados endogenamente ao longo da simulação em situações específicas. As funções f , que definem as transições de estados, não se alteram durante a simulação, sendo possível, entretanto, a seleção endógena entre mais de uma especificação para a função (f^1, f^2, \dots, f^n) , escolhida a cada caso conforme o estado global do sistema Z_{t-k} no instante t .

¹⁹⁷ Objetos são “contêineres” de estruturas de dados heterogêneas, ao contrário dos vetores, que organizam informações homogêneas. Representações baseadas em objetos são recursos computacionais que permitem o tratamento organizado de informações complexas enquanto unidades identificáveis. No caso particular das simulações, os objetos são frequentemente associados às entidades representadas, como indivíduos, firmas, grupos, setores etc.

Por fim, um esquema apropriado de atualização dos agentes é necessário para a realização consistente das transições de estado. Como no modelo proposto nenhuma variável é atualizada mais do que uma vez a cada período, isso equivale dizer que os agentes modelados não podem “reconsiderar” seus microestados individuais durante o período t e, portanto, a ordem pela qual as múltiplas variáveis que compõem o sistema são atualizadas é importante¹⁹⁸. Outra característica do esquema proposto para a atualização é sua natureza totalmente paralela, ou seja, todos os agentes modelados tem a oportunidade de atualizar os microestados a cada intervalo t . Segundo Pyka e Fagiolo (2005) isso é importante para garantir que os agentes possam atuar sobre os mesmos conjuntos de informação. A operação do esquema de atualização, neste caso específico, será realizada pela plataforma operacional selecionada, descrita na seção 0.

3.2.2. Modelagem dos objetos

O modelo simulação *agent-based* proposto abrange em maior detalhe o segmento de serviço de acesso à internet. A opção aqui foi de manter a representação mais simples possível dos demais segmentos do setor de internet e de outros elementos exteriores ao setor. O limite de simplificação adotado, entretanto, foi avaliado de forma a não comprometer a capacidade analítica do modelo para o teste de nossas hipóteses sobre o segmento de acesso.

Duas classes de agentes são explicitamente modeladas: provedores de serviço de acesso à internet (firmas) e usuários desse serviço (pessoas e firmas). Ambas as classes são compostas por agentes heterogêneos, cuja população pode variar ao longo da simulação. Isso configura um sistema de simulação multiagente, na definição de Windrum (2007).

O serviço de acesso à internet é oferecido pelos provedores para os usuários, com preços e qualidades diferenciados. Durante um mesmo período t , cada provedor oferece apenas um tipo de serviço, com qualidade e preço homogêneos para todos os seus usuários. Os usuários selecionam o melhor provedor de serviço disponível, de acordo com seu

¹⁹⁸ Obviamente a adoção de um processo de decisão simultânea é uma conveniência prática ao se adotar um processo em tempo discreto. Em um modelo de simulação em tempo “contínuo” essa restrição poderia, naturalmente, ser relaxada, mas ao custo de um aumento expressivo da complexidade técnica e analítica do modelo.

perfil de preferência por preço e qualidade, além de outras restrições potencialmente aplicáveis, como a influência dos outros usuários, orçamento etc.

A dinâmica tecnológica do serviço de acesso é gerada endogenamente no setor de internet, mas de forma exógena ao segmento de serviço de acesso à internet. O segmento de equipamentos, que fornece os bens de capital para construção das redes de prestação de serviço dos provedores, está modelado de forma simplificada. Nesse caso, o modelo simula diretamente o resultado – estilizado – da dinâmica esperada, sob a premissa de concorrência schumpeteriana (nesse segmento específico), conforme discutido no capítulo 2.

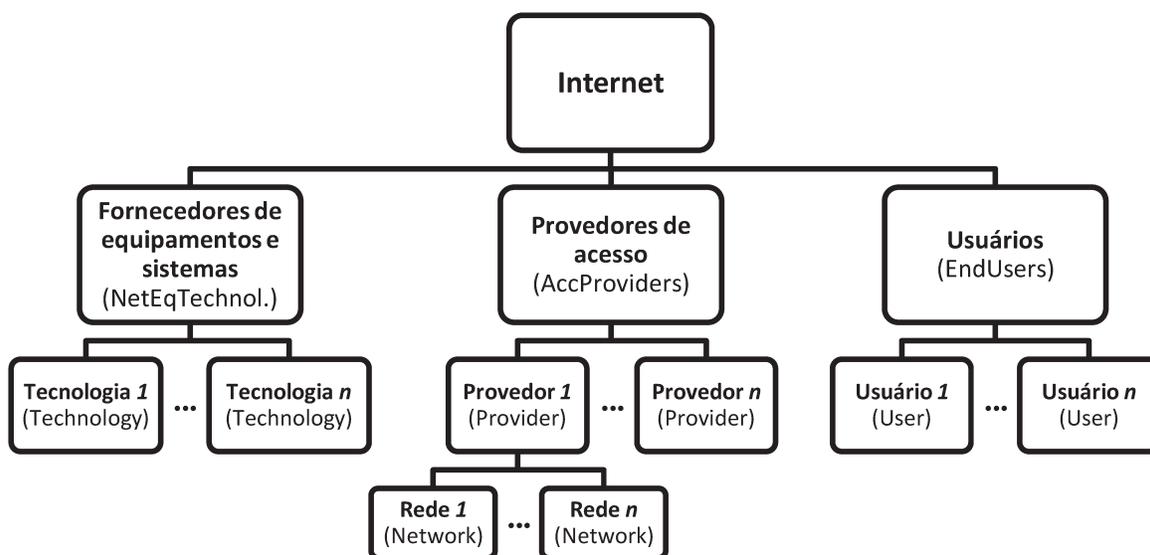


Figura 19 – Estrutura de dados do modelo de simulação proposto.

(rótulo da classe do objeto no sistema de simulação entre parênteses)

FONTE: análise do autor.

Em termos da sua estrutura de dados, conforme representado na Figura 19, o modelo é composto no seu primeiro nível por objetos do tipo: “Provider”, representando os agentes (firmas) provedores de serviço de acesso à internet; “User”, representando os agentes (indivíduos e firmas) usuários desse serviço; e “Technology”, representando distintas tecnologias de rede disponíveis para os provedores de acesso construírem suas redes de serviço. O modelo dispõe ainda de elementos do tipo “Network” para representar as redes operadas por um dado provedor, sob cada tecnologia disponível. Elementos “Network”, na

prática, estão em um nível de agregação inferior ao dos agentes e estão agrupados – em múltiplas instâncias – dentro de objetos do tipo “Provider”.

No segundo nível de organização, o modelo é composto por elementos que representam agregações dos objetos do primeiro nível. O elemento “EndUsers” é composto por todos os objetos do tipo “User”, simbolizando, portanto, a demanda agregada do mercado de acesso. O objeto “AccProviders” contém todos os elementos “Provider”, efetivamente representando a oferta agregada do mercado. “NetEqTechnologies” agrega todas as tecnologias de rede disponíveis, modelando o espaço de alternativas tecnológicas para oferta dos serviços no mercado. A descrição detalhada de todos os objetos e da sua estrutura está disponível no *site* do modelo na internet (PEREIRA, 2012).

Na especificação do modelo, a representação da dinâmica será desenvolvida no formato de sistema de equações em diferenças, apresentadas a seguir. A dinâmica, entre cada intervalo discreto de tempo, é gerada a partir da aplicação de regras de comportamento individual sobre o conjunto de estruturas de dados (objetos), que representam os elementos do sistema simulado. O encadeamento geral entre os módulos de equações está representado na Figura 20. Em cada período de tempo, a dinâmica do modelo envolve os seguintes passos:

- a) fornecedores de equipamentos de rede realizam a busca tecnológica, para incrementar a produtividade das tecnologias existentes e, eventualmente, lançar uma nova tecnologia, mais produtiva do que as até então disponíveis;
- b) potenciais provedores avaliam a conveniência (rentabilidade e oportunidade) de entrada no mercado e, em caso positivo, dimensionam sua capacidade de rede inicial e selecionam uma estratégia (investimento e preço);
- c) provedores decidem sobre os preços que serão praticados no período e os investimentos que serão realizados, dadas as expectativas (miópicas) de acréscimo ou decréscimo de usuários;
- d) novos usuários entram no mercado, enquanto a saturação do mercado não é atingida;

- e) usuários que não tem provedor (ou cujo contrato se encerrou) escolhem seu provedor, de acordo com suas preferências no espaço preço x qualidade, seu orçamento e as escolhas de outros usuários;
- f) provedores decidem a forma de financiamento dos investimentos e de utilização dos eventuais lucros para amortizar dívidas; e
- g) provedores falidos ou pequenos demais deixam o mercado, encerrando os contratos de seus usuários.

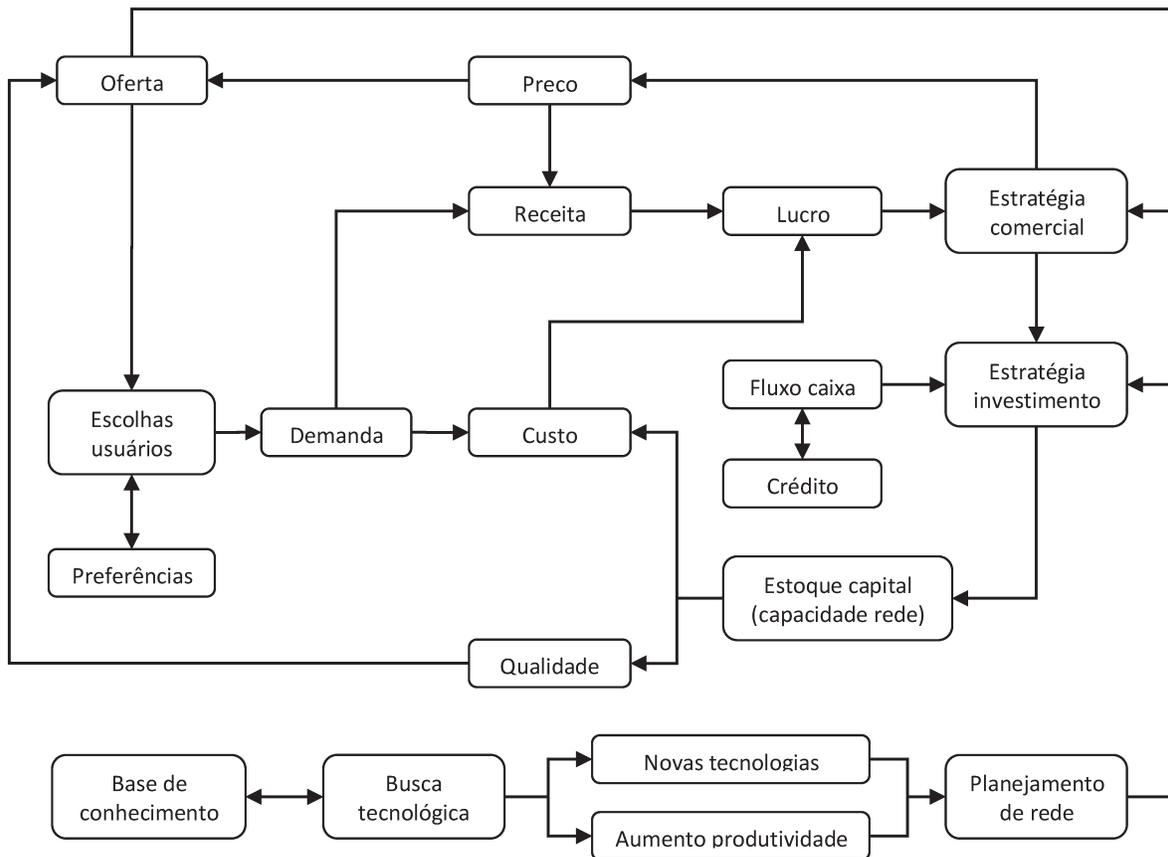


Figura 20 – Estrutura lógica de encadeamentos dos módulos do modelo.

FONTE: análise do autor.

3.2.2.1. Demanda e oferta

Diferentemente dos modelos evolucionários de primeira geração (WINDRUM, 2007), o modelo define explicitamente agentes do tipo consumidor – usuários no caso – com preferências heterogêneas. Isso traz duas vantagens: a possibilidade de modelagem do

processo de adoção gradual de novos serviços e a eliminação da necessidade de uma “*replicator equation*”¹⁹⁹ explícita. A modelagem de uma curva de adoção²⁰⁰ dos serviços por uma população heterogênea de usuários potenciais permite caracterizar de forma mais realista a dinâmica do mercado de novos produtos, como a internet, especialmente na sua fase de rápido crescimento (SHAPIRO; VARIAN, 1999). Ao modelarmos o processo de busca dos usuários, permitimos, ainda, maior transparência do processo de emergência das participações de mercado (*market shares*) das firmas e dos nichos de mercado (ibid.). Abordagem semelhante²⁰¹ foi utilizada por modelos de diversos autores (WINDRUM; BIRCHE-NHALL, 1998; MALERBA et al., 1999; ORMEROD; ROSEWELL, 2004).

Cada usuário k dispõe de um budget fixo B_t^k , que pode variar à taxa g_B ao longo do tempo, para a contratação dos serviços de internet, conforme (23). A taxa g_B é suposta igual para todos os usuários, por simplificação. Portanto, a demanda potencial total do modelo é exógena, dada pela despesa total máxima G_t^M , calculada a partir do orçamento B_t^k alocado por cada um dos N_t^{user} usuários potenciais do serviço de acesso à internet no período t , em (24). Como os usuários podem contratar serviços com preço inferior a B_t^k – ou mesmo não contratar nenhum, a demanda total efetiva G_t , em (25), é normalmente inferior à demanda potencial total G_t^M . É suposto ainda um preço máximo aceitável pelos consumidores P^{max} constante, de forma que o preço P_t^i escolhidos pelo provedor i , em cada período, seja igual ou inferior a ele. Depois de contratado o serviço, o preço $P_t^{user,k}$ pago pelo usuário k a cada período, permanece constante até o fim do seu prazo contratual T_t^k . O preço $P_t^{user,k}$ pago pelo usuário k é alterado no fim do prazo de contrato T_t^k mesmo que seja mantido o provedor i_c atual. Alterações posteriores do preço do provedor somente são aplicadas aos novos contratos ou nas renovações.

¹⁹⁹ A *replicator equation* é uma forma usual de modelagem do processo de seleção evolucionária. Ela define a taxa de crescimento das firmas, de acordo com sua “aptidão” relativa (METCALFE, 1998). Quando ela é explícita, é possível abstraírem-se os detalhes da demanda, em geral sob a premissa de consumidores homogêneos, o que não é o caso aqui (DOSI; NELSON, 2010).

²⁰⁰ Foi modelado crescimento da demanda (mercado potencial) do tipo “epidêmico”, na forma de uma curva logística, adequada para representar esse tipo de fenômeno (YOUNG, 2009; MORONE; TAYLOR, 2010).

²⁰¹ Apesar de semelhantes na estratégia de abordagem – usuários com preferências heterogêneas definem a demanda endogenamente – os modelos utilizam-se de forma distinta das preferências para modelar a escolha do usuário.

$$B_t^k = (1 + g_B)B_{t-1}^k \quad (23)$$

$$G_t^M = \sum_{k=1}^{N_t^{user}} B_t^k \quad (24)$$

$$G_t = \sum_{k=1}^{N_t^{user}} P_t^{user,k} \leq G_t^M, \quad P_t^k \leq P^{max} \quad (25)$$

É suposto que cada provedor oferece apenas um tipo de serviço de acesso à internet. Cada provedor i , entretanto, tem liberdade para definir a combinação entre o preço P_t^i e a qualidade M_t^i esperada para seus serviços, conforme sua estratégia de negócio e as condições do mercado (demanda e oferta). Isso faz com que, na prática, o mercado possa se fragmentar e se dividir em nichos, com provedores oferecendo serviços de maior (ou menor) qualidade por preços acima (ou abaixo) da média, buscando atender grupos de usuários que dão peso maior à qualidade ao tomarem sua decisão de contratação dos serviços. O número de nichos vai depender, naturalmente, do grau e da forma de dispersão das preferências dos usuários, supostas constantes ao longo do período da simulação. Como não há inovação de produto no modelo²⁰², essa premissa não compromete os resultados esperados.

A seleção do provedor i pelo usuário k se dá com base na utilidade $U_t^{i,k}$ oferecida por esse provedor no momento da contratação do serviço. A utilidade $U_t^{i,k}$ de cada usuário inclui componente de qualidade na forma de um índice de qualidade percebida $\tilde{M}_t^{i,k}$. Esse índice é normalizado para o nível de qualidade definida pelos fornecedores de equipamentos de rede²⁰³. Valores abaixo de 1 apontam para a superutilização da rede e qualidade inferior, enquanto valores superiores a 1 indicam qualidade média acima do “normal”. O preço P_t^i normalizado pelo preço médio ponderado do mercado \bar{P}_t , é também con-

²⁰² Não há inovação de produto no modelo, apenas mudanças de preço e qualidade, devido à natureza do serviço considerada. O que normalmente associamos como "inovação de produto" no mercado de acesso à internet, como a introdução da banda larga ADSL, 3G etc., é modelado simplificadaamente como inovação de processo, ou seja, uma forma mais barata de transportar mais bits, mais rapidamente.

²⁰³ O equipamento de rede é projetado de forma a que uma unidade de capacidade seja a oferta considerada adequada para atender a média dos usuários no mercado. Dessa forma, por exemplo, um provedor que disponha de uma rede com 1.000 unidades de capacidade e atenda 1.000 usuários com esta capacidade terá qualidade equivalente a 1.

siderado no cálculo da utilidade $U_t^{i,k}$. Essas preferências são ponderadas pelos parâmetros b_1^k e b_2^k em (26) e são exógenas e constantes durante a simulação.

Mas, conforme (26), ainda toma parte do cálculo da utilidade do usuário a influência das redes relacionais entre usuários, tendo como *proxy* o *market share* s_t^i dos provedores, a partir da evidência empírica de que o usuário é influenciado pelos demais usuários no momento da escolha do provedor (EARL; POTTS, 2004; BIRKE; SWANN, 2006; MORONE; TAYLOR, 2010), uma forma de externalidade de rede que beneficia as firmas maiores (SHAPIRO; VARIAN, 1999; SHY, 2001) e influencia o processo evolucionário de forma significativa (JONARD; YILDIZOĞLU, 1998). Essa capacidade da convenção de afetar as preferências no modelo é um exemplo do papel motivacional profundo das instituições (DEQUECH, 2009). Note-se que não se trata, aqui, do fenômeno clássico de externalidade de rede (SHY, 1995, 2001), pois se supõe que o fato de compartilhar o mesmo provedor com sua rede de relacionamentos não traz nenhum benefício concreto para o usuário. Pelo contrário, essa disposição pode fazer com que o usuário escolha provedor com atributos objetivos (em preço ou qualidade) inferiores, mas com elevada popularidade, a despeito da ausência de benefícios tangíveis.

Com essa configuração, o modelo permite a análise do processo seletivo em um espaço de duas dimensões (qualidade x preço) ou três (qualidade x preço x *market share*), conforme o ajuste do modelista para as faixas de admissibilidade dos parâmetros b_1^k , b_2^k e b_3^k da simulação, utilizados na função utilidade do usuário²⁰⁴.

Conforme b_1^k , b_2^k e b_3^k variam aleatoriamente dentro da população de consumidores, existem usuários que dão preferência a preço menor ($b_1^k > b_2^k$) ou a qualidade percebida superior ($b_1^k < b_2^k$), potencialmente refletindo as distintas classes de consumo (indivíduos, firmas etc.). Os usuários poderão, ainda, não contratar o serviço de nenhuma firma, caso seu orçamento B_t^k seja inferior ao preço P_t^i de todas as firmas com utilidade $U_t^{i,k}$ diferente de zero.

²⁰⁴ A utilização de funções de utilidade contínuas sofre críticas por sua pouca aderência à experiência empírica (VALENTE, 2009). Apesar disso, dada a complexidade de configuração dos algoritmos mais sofisticados requeridos pelas soluções mais realistas, preferimos adotar a simplicidade da modelagem Cobb-Douglas, de forma semelhante ao adotado por Malerba et al. (1999). Como o processo de decisão do usuário, em si, não está no centro da análise, isso não deve prejudicar os resultados.

A decisão de manter, ou não, o serviço de acesso contratado junto à última firma i_c é avaliada pelo usuário k a cada T_t^k períodos (duração do contrato). A escolha do usuário k é realizada em função da utilidade $U_t^{i,k}$ oferecida por cada provedor i naquele momento, segundo a regra de decisão descrita em (28). Os usuários não contratam obrigatoriamente pelo mesmo período T_t^k em cada renovação de contrato.

Na linha sugerida por Ormerod e Rosewell (2004), o usuário não consegue, entretanto, dispor de uma referência precisa sobre a qualidade real M_t^i da rede de cada provedor. A qualidade percebida do serviço do provedor i pelo usuário k , $\tilde{M}_t^{i,k}$, é modelada como função da qualidade real no período anterior, M_{t-1}^i , impactada por um erro aleatório individual, associado com a competência do usuário de avaliar a qualidade dos demais provedores (MALERBA, 2006). Esse erro não afeta a percepção do usuário sobre a qualidade do seu provedor atual, como explicitado em (27).

$$U_t^{i,k} = \left(\frac{\bar{P}_{t-1}}{P_t^i} \right)^{b_1^k} (\tilde{M}_{t-1}^{i,k})^{b_2^k} (s_{t-1}^i)^{b_3^k}, \quad (26)$$

$$P_t^i > 0, \quad b_1^k + b_2^k + b_3^k = 1, \quad b_1^k \geq 0, \quad b_2^k \geq 0, \quad b_3^k \geq 0$$

$$\tilde{M}_t^{i,k} = \begin{cases} \sim N(M_t^i, e_d^k M_t^i) & \text{se } i \neq i_c, \\ M_t^i & \text{se } i = i_c, \end{cases} \quad i_c = Prov_{t-1}^k, \quad e_d^k \geq 0 \quad (27)$$

A mudança de provedor de serviço i_c atual ocorre sempre que a melhor utilidade $U_t^{i,k}$ disponível no período, segundo a perspectiva do usuário k , for superior ao *threshold* e_s^k , predefinido para cada usuário, conforme (28). Esse parâmetro representa a eventual preferência do usuário em permanecer com seu provedor atual caso o benefício da mudança seja relativamente pequeno. Essa preferência pode decorrer, entre outros motivos, pela influência de fatores institucionais ou custos de migração (SHY, 2001). Sua introdução permite o teste da importância desse atributo, frequentemente apontada pela pesquisa empírica.

$$prov_t^k = \begin{cases} i_c & \text{se } t - t_0^k < T^k \\ i_c & \text{se } \max_i (U_t^{i,k}) \leq e_s^k U_t^{i_c,k} \\ i_{max_U} & \text{se } \max_i (U_t^{i,k}) > e_s^k U_t^{i_c,k} \text{ e } t - t_0^k \geq T^k \text{ e } p_t^i \leq B_t^k \end{cases} \quad (28)$$

A qualidade M_t^i dos serviços oferecidos aos usuários é inversamente proporcional à intensidade de utilização da capacidade total instalada da rede $Q_t^{M,i}$ de cada provedor i , conforme (29). Por definição, uma unidade de capacidade física de rede é projetada pelo fabricante do equipamento para atender, de forma adequada, a demanda de um usuário²⁰⁵. Assim, conforme o provedor i aumenta a capacidade total $Q_t^{M,i}$ de sua rede mais rapidamente do que cresce sua base de usuários Q_t^i , a qualidade M_t^i de seu serviço aumentará e vice-versa. q é um parâmetro fixo e representa a característica de não linearidade entre capacidade e qualidade percebida²⁰⁶.

$$M_t^i = \left(\frac{Q_t^{M,i}}{Q_t^i} \right)^q, \quad 0 < q \leq 1 \quad (29)$$

A capacidade total instalada $Q_t^{M,i}$ do provedor i depende da produtividade do capital a_t^j e do estoque de capital $K_t^{i,j}$ de cada tecnologia j instalada em sua rede. Como a firma i dispõe de $N_t^{tech,i}$ tecnologias distintas em operação em um dado momento t , a produtividade a_t^j do estoque de capital – a rede – não é uniforme. O número $N_t^{tech,i}$ de tecnologias de cada firma é definido dinamicamente conforme o conjunto de regras de planejamento de investimento. A produtividade de cada tecnologia é definida no processo de busca tecnológica. Ambos serão detalhados adiante.

$$Q_t^{M,i} = \sum_{j=1}^{N_t^{tech,i}} a_t^j K_t^{i,j} \quad (30)$$

A modelagem descrita em (28) implementa o processo da *replicator equation* de forma emergente e implícita, conforme o número de clientes adquiridos e perdidos por cada provedor em cada período (31). Provedores com as combinações preço-qualidade mais adequadas tenderão a conquistar *market shares* s_t^i maiores nas classes de usuários com as

²⁰⁵ Essa escolha padroniza a capacidade física dos equipamentos em função da demanda de utilização da rede pelos usuários, eliminando a necessidade de representação, em separado, da forma que esta demanda varia ao longo da simulação.

²⁰⁶ A questão da medida da qualidade de rede, sob a perspectiva do usuário, é complexa, dada as diferentes aplicações utilizadas pelos usuários. Isso torna o processo de planejamento e configuração da rede bastante complicado, tanto sob a perspectiva técnica como econômica (KRUSE, 2009).

preferências compatíveis (METCALFE, 1998; WINDRUM, 2008). Provedores com combinações inadequadas tenderão a perder usuários, ainda que este processo possa ser mitigado no curto prazo tanto pela fidelidade dos consumidores e como pela preferência pelos provedores maiores.

$$s_t^i = \frac{Q_t^i}{N_t^{user}}, \quad N_t^{user} = \sum_{i=1}^{N_t^{prov}} Q_t^i \quad (31)$$

3.2.2.2. Capital e investimento

O estoque de capital K_t^i da firma i é composto pelo inventário de equipamentos $K_t^{i,j}$ de diversas tecnologias j , em uma abordagem semelhante à adotada pelo modelo clássico de Silverberg e Verspagen (1994). A cada período o provedor avalia a necessidade de aumento de capital empregado, sendo que todo o investimento novo I_t^i é realizado na tecnologia j_c , aquela correntemente mais produtiva. A decisão de investimento I_t^i de cada firma, a cada período de planejamento T^{plan} , é tomada a partir da capacidade de rede planejada $Q_t^{P,i}$ para o período, da eventual depreciação D_t^i de parte da rede e do preço P_t^{tech,j_c} da tecnologia j_c . O provedor escolhe sempre a tecnologia com a maior produtividade a_t^j naquele momento. O valor total do investimento I_t^i é sujeito, ainda, à escala mínima da tecnologia Q_{min}^j definida pelo fornecedor da tecnologia.

$$K_t^i = K_{t-1}^i + I_t^i, \quad K_t^i = \sum_{j=1}^{N_t^{tech,i}} K_t^{i,j} \quad (32)$$

$$I_t^i = \begin{cases} (m_M^i Q_t^{P,i} - Q_{t-1}^{M,i} + D_t^i) P_t^{tech,j_c} & \text{se } m_M^i Q_t^{P,i} - Q_{t-1}^{M,i} + D_t^i \geq Q_{min}^j \\ Q_{min}^j P_t^{tech,j_c}, & \text{se } m_M^i Q_t^{P,i} - Q_{t-1}^{M,i} + D_t^i < Q_{min}^j \end{cases}, \quad (33)$$

$$m_M^i > 0$$

Em termos de qualidade planejada para seus serviços, a capacidade contratada é ajustada, ainda, conforme a estratégia m_M^i de cada firma i . Dado que as firmas não limitam

o número de usuários Q_t^i que contratam seus serviços, a qualidade planejada m_M^i é apenas um objetivo do processo de planejamento da capacidade $Q_t^{M,i}$ da rede.

Os provedores não dispõem de informação completa para planejarem sua demanda e, portanto, manter a capacidade de rede adequada para cumprir sua meta de qualidade. Este é um problema semelhante ao modelado por autores como Ormerod e Rosewell (2004), quando o processo de decisão é necessariamente tentativo e sujeito a erros. A qualidade efetiva M_t^i , aquela que se verifica no período t após a instalação da capacidade de rede planejada $Q_t^{P,i}$ e a adesão real dos usuários Q_t^i , pode resultar distante da planejada. Entretanto, o processo de planejamento de rede é adaptativo e segue, a cada ciclo, tentando eliminar eventuais brechas entre qualidade efetiva M_t^i e planejada por m_M^i .

A firma planeja sua capacidade de rede $Q_{t+n}^{M,i}$ prospectivamente para períodos $n = T^{plan}$, de múltiplas unidades de tempo simulado, conforme (34). Inicialmente ela define sua expectativa para aquisição de novos usuários durante o período de planejamento. Firmas menores – com *market share* inferior ao parâmetro s^{inc} – projetam a demanda futura a partir do crescimento – ou redução – da sua base de clientes no período de planejamento anterior ($Q_t^i - Q_{t-n}^i$) e de um parâmetro individual m_Q^i que representa a expectativa sobre a repetição do crescimento passado no futuro. Firmas maiores – que já detêm *market share* relevante – projetam a demanda futura em termos do crescimento do mercado total ($N_t^{user} - N_{t-n}^{user}$). Caso a firma tenha expectativa de redução do número de clientes, ela apenas mantém a capacidade instalada existente. Redução da capacidade $Q_t^{M,i}$, caso necessário, acontece apenas em conjunto com o processo de depreciação de tecnologias de rede, por meio da reposição à menor dos equipamentos depreciados.

$$Q_t^{P,i} = \begin{cases} Q_t^i & \text{se } Q_t^i < Q_{t-n}^i \\ Q_t^i + \frac{m_Q^i(Q_t^i - Q_{t-n}^i)}{n} & \text{se } s_t^i \leq s^{inc} \\ Q_t^i + \frac{m_Q^i s_t^i (N_t^{user} - N_{t-n}^{user})}{n} & \text{se } s_t^i > s^{inc} \end{cases}, \quad m_Q^i \geq 0 \quad (34)$$

A partir da capacidade total planejada para o período $Q_t^{P,i}$, os provedores avaliam o estoque de equipamentos de rede $Q_t^{M,i}$ que dispõem, depreciam os equipamentos cuja

tecnologia não é mais economicamente eficiente e investem em novos equipamentos de rede para atender tanto a demanda incremental como a eventual depreciação. A depreciação D_t^i é calculada com base na capacidade de rede que é substituída pela firma i a cada período, conforme (35). A cada $n = T^{plan}$ períodos de planejamento, o provedor i avalia todas as j tecnologias que compõem a sua rede, comparando o valor presente do custo unitário de manutenção c_m^j de cada uma com o valor presente da manutenção $c_m^{j_c}$ da tecnologia mais produtiva disponível, substituindo as tecnologias antigas caso a diferença entre os valores presentes dos custos de manutenção c_m^j , na vida útil remanescente $T_t^{life,j,i}$, seja maior que o custo de substituição P_t^{tech,j_c} (36). A taxa de juros r_t^i utilizada na análise (37) é a taxa específica do provedor no momento de análise, como definido mais à frente. T_{depr}^{tech} é um parâmetro que define a vida útil máxima dos equipamentos de rede.

$$D_t^i = \sum_{j=1}^{N_t^{i,tec}} D_t^{j,i}, \quad j < j_c \quad (35)$$

$$D_t^{j,i} = \begin{cases} Q_t^{j,i} & \text{se } NPV_t^i(c_m^j) - NPV_t^i(c_m^{j_c}) \geq P_t^{tech,j_c} \text{ ou } T_t^{life,j,i} \geq T_{depr}^{tech} \\ 0 & \text{se } NPV_t^i(c_m^j) - NPV_t^i(c_m^{j_c}) < P_t^{tech,j_c} \text{ e } T_t^{life,j,i} < T_{depr}^{tech} \end{cases} \quad (36)$$

$$NPV_t^i(c_m^j) = c_m^j \sum_{l=1}^{T_t^{life,j,i}} \frac{1}{(1 + r_{t-1}^i)^l}, \quad T_t^{life,j,i} = T_{depr}^{tech} - (t - t_0^{tech,j,i}) \quad (37)$$

O processo de depreciação e substituição dos equipamentos de rede é não determinado (*open-ended*), uma vez que diferentes provedores podem contar com diferentes estruturas de capital. Considerando que a produtividade a_t^j de cada “safra” tecnológica é igual para todos os provedores de serviço de acesso à internet (ausência de *learning by using*), estruturas de capital K_t^i com proporção superior de tecnologias mais recentes oferecem menores custos de operação CM_t^i por usuário. Isso beneficia especialmente as firmas entrantes no mercado, que sempre iniciam com a tecnologia mais produtiva na totalidade de sua rede. As demais firmas, por outro lado, precisam investir novamente para depreciar suas tecnologias menos produtivas e, portanto, somente o fazem quando a equação de cus-

tos (36) fica equilibrada, o que pode implicar em longos prazos de operação de tecnologias menos produtivas.

3.2.2.3. Objetivos e estratégia competitiva

O comportamento das firmas é modelado a partir de uma perspectiva evolucionária. Como os agentes são limitadamente racionais, eles dispõem de informações restritas para tomarem suas decisões (NELSON, 1995). Entretanto, a evidência empírica tem mostrado que a inovação organizacional é tão ou mais importante do que a inovação tecnológica em diversos setores, a partir da perspectiva de que, na sua configuração, o estímulo para diversidade estratégica pode ser mais relevante do que a tendência setorial isomórfica (DO-SI; NELSON, 2010). A adequada modelagem do processo evolucionário de seleção das estratégias adotadas pelas firmas – e, portanto, a forma com que se organizam – é relevante para a análise, em particular dado seu potencial para representar uma importante fonte de heterogeneidade entre os competidores.

Os provedores no modelo buscam, em princípio, um nível satisfatório (“*satisficing*”) de taxa de retorno do investimento m_L^i , simultaneamente ao maior *market share* s_t^i compatível com seus objetivos estratégicos. Para perseguir esses objetivos eles ajustam seus objetivos – de curto prazo – para o preço desejado $P_t^{d,i}$ e a qualidade alvo m_M^i . O objetivo do modelo é simular firmas suficientemente “inteligentes” para a análise proposta, por meio de um algoritmo simples e parcimonioso em parâmetros. Mesmo em um ambiente de decisão relativamente complexo, a adoção de algoritmos simples traz vantagens tanto na calibração dos parâmetros como na análise dos processos causais e, por isso, são frequentemente preferíveis às soluções de modelagem mais complexas.

“Um critério que pode ser utilizado para determinar o desempenho [do modelo] é a simplicidade do comportamento, com base no princípio de que se regras simples para os agentes podem produzir uma boa descrição, isso é melhor do que regras complicadas. [...] [U]ma forma de testar um MAB nas ciências sociais é designar níveis crescentes de cognição para os agentes para ver em que ponto o modelo deixa de fornecer uma descrição da realidade.” (ORMEROD; ROSEWELL, 2009, p. 138)

O modelo permite que as firmas utilizem diferentes algoritmos para implementar suas estratégias por meio de comportamento adaptativo, ou seja, a busca de estratégias melhores no caso de insucesso da estratégia corrente (BRENNER, 2006). Esse processo de

busca parte da comparação dos próprios resultados (taxa de retorno do investimento e *market share*) com aqueles dos concorrentes em períodos anteriores. Assim, o modelo permite que as estratégias passem por um processo de seleção a partir do aprendizado das firmas e da imitação das estratégias adotadas pelos provedores “mais aptos” (MACY; WILLER, 2002). O modelo, entretanto, trabalha com um conjunto predefinido de estratégias para fixação de preço e qualidade, sendo possível para as firmas escolherem apenas algoritmos dentro deste conjunto, a partir da premissa de organização setorial em *small worlds* (WATTS, 1999). Provedores em grupos sociais distintos – incumbentes ou entrantes – dispõem de conjuntos de estratégias distintos. É suposto que cada provedor conhece o conjunto de alternativas estratégicas utilizadas por seu grupo e consegue identificar aquela que é aplicada por cada concorrente nesse grupo²⁰⁷. A Tabela 3 lista as estratégias disponíveis.

Tabela 3 – Estratégias disponíveis para os provedores modelados.

Número	Estratégia	Tipo	Descrição
1	<i>Share máximo, lucro alvo</i>	I/E	Maximizar <i>market share</i> , se possível atingindo meta de retorno sobre capital empregado com meta de qualidade fixa
2	<i>Share máx., qualidade de mín., lucro alvo</i>	I/E	Maximizar <i>market share</i> , se possível atingindo meta de retorno sobre capital empregado com menor qualidade possível
3	<i>Preço</i>	I	Segue o preço médio dos incumbentes com meta de qualidade fixa
		E	Segue o preço médio dos entrantes com meta de qualidade fixa
4	<i>Preço e qualidade</i>	I	Segue o preço e a qualidade médios dos incumbentes
		E	Segue o preço e a qualidade médios dos entrantes
5	<i>Preço mercado</i>	I/E	Segue o preço médio do mercado com meta de qualidade fixa
6	<i>Preço e qualidade mercado</i>	I/E	Segue o preço e a qualidade médios do mercado
7	<i>Preço desejado</i>	I/E	Atingir meta de retorno sobre o capital empregado com meta de qualidade fixa
8	<i>Preço e qualidade máximos</i>	I/E	Preço máximo permitido e qualidade máxima

²⁰⁷ As informações utilizadas para avaliação das estratégias adotadas são usualmente disponíveis de forma pública, pelo menos para empresas de capital aberto.

9	<i>Preço e qualidade mínimos</i>	I/E	Preço igual ao custo médio do mercado e qualidade mínima
----------	----------------------------------	-----	--

(I/E: estratégia disponível para incumbentes e entrantes; I: estratégia disponível apenas para incumbentes; E: estratégia disponível apenas para entrantes)

FONTE: análise do autor.

A possibilidade de compartilhamento de estratégias – formas de agir para responder aos problemas que enfrentam durante a simulação – permite a análise de algumas hipóteses institucionais. A emergência de convenções sobre como compreender o “mundo” virtual e responder a ele permite avaliar o papel das instituições sobre os agentes (DEQUECH, 2009), além de compreender a importância do compartilhamento de “concepções de controle” (FLIGSTEIN, 2001a) para o desenvolvimento da organização do setor.

Os preços praticados pelos provedores P_t^i deveriam ser determinados, em princípio, a partir do preço desejado $P_t^{d,i}$ compatível com o objetivo de rentabilidade média por usuário m_L^i . Entretanto, cada estratégia pode optar por diferentes objetivos complementares – ou até mesmo não buscar o objetivo de rentabilidade. Além do ajuste dos preços, as estratégias podem – ou não – alterar as metas de qualidade de rede m_M^i dos provedores.

Em (38) são apresentadas em detalhes as estratégias de número 01 e 11 da Tabela 3, as mais complexas, como exemplo²⁰⁸. Nesse caso, a estratégia dá prioridade ao aumento do *market share* s_t^i em relação à busca da rentabilidade m_L^i . A decisão de preço P_t^i é tomada em função da taxa $g_{s,t}^i$ de crescimento – ou redução – do *market share* s_t^i da firma i e da sua relevância em relação ao parâmetro s^{inc} (limite do provedor grande). A taxa $g_{s,t}^i$ somente é considerada significativa (diferente de zero) para valores acima do limiar de sensibilidade (parâmetro g_s^{sens}), caso contrário o provedor mantém seu preço anterior P_{t-1}^i . Caso o *market share* tenha crescido no período antecedente, ele aumentará seu preço em direção ao preço desejado $P_t^{d,i}$. Caso o preço médio ponderado praticado no mercado \bar{P}_t seja superior àquele necessário para o objetivo de rentabilidade m_L^i ($P_t^{d,i}$), o provedor assume \bar{P}_t como alvo (40). Na situação oposta, caso o *market share* seja declinante, ele redu-

²⁰⁸ As demais estratégias são implementadas de forma semelhante e não foram reproduzidas aqui, mas estão disponíveis na documentação do sistema de simulação (PEREIRA, 2012).

zirá seu preço até atingir o equivalente ao custo unitário esperado $\bar{c}_t^{e,i}$, aceitando portanto rentabilidades inferiores a m_L^i . O cálculo do custo unitário médio esperado $\bar{c}_t^{e,i}$ é realizado a partir do custo total C_t^i , detalhado à frente. Esta estratégia prevê, ainda, um ritmo de aumento ou redução de preços p_{step} distinto conforme o *market share* s_t^i do provedor; provedores pequenos ($s_t^i < s^{inc}$) são mais agressivos.

$$P_t^i = \begin{cases} (1 + p_{step}^i)P_{t-1}^i \leq P_t^{d,i} & \text{se } g_{s,t-1}^i > g_s^{sens} \\ P_{t-1}^i & \text{se } P_{t-1}^i \leq \bar{c}_t^{e,i} \text{ ou } -g_s^{sens} \leq g_{s,t-1}^i \leq g_s^{sens} \\ (1 - p_{step}^i)P_{t-1}^i \geq \bar{c}_t^{e,i} & \text{se } P_{t-1}^i > \bar{c}_t^{e,i} \text{ e } g_{s,t-1}^i < -g_s^{sens} \end{cases} \quad (38)$$

$$p_{step}^k > 0, \quad 0 < s^{inc} < 1, \quad 0 < g_s^{sens} < 1$$

$$g_{s,t}^i = \frac{s_t^i - s_{t-1}^i}{s_{t-1}^i} \quad (39)$$

$$P_t^{d,i} = \max[m_L^i \bar{k}_t^{e,i} + \bar{c}_t^{e,i}, \bar{P}_{t-1}], \quad m_L^i > 0 \quad (40)$$

$$\bar{k}_t^{e,i} = \frac{K_{t-1}^i}{Q_{t-1}^i}, \quad \bar{c}_t^{e,i} = \frac{C_{t-1}^i}{Q_{t-1}^i} \quad (41)$$

O algoritmo de aprendizado estratégico funciona da seguinte forma: após um número n_{min}^{strat} períodos desde a última mudança de estratégia, o provedor passa a avaliar se o seu objetivo de rentabilidade m_L^i está sendo atingido. Em caso afirmativo, ele mantém sua estratégia atual. Em caso negativo, ele avalia se as estratégias dos concorrentes, dentro do seu grupo social, estão proporcionando rentabilidade e *market share* superiores aos seus. Caso isso esteja ocorrendo, ele adota – imita – a melhor estratégia, conforme os resultados médios ponderados obtidos pelos adotantes. Em situações excepcionais (vários períodos de fluxo de caixa negativo ou *market share* próximo de zero), a avaliação das estratégias se torna menos exigentes e a imitação requer apenas rentabilidade ou *market share* superiores aos do provedor com problemas, conforme o caso. De modo semelhante, as firmas entran-

tes escolhem suas estratégias iniciais a partir das melhores práticas do mercado nos quesitos de rentabilidade sobre o capital e *market share*, nessa ordem de prioridade²⁰⁹.

No modelo, portanto, os provedores estão continuamente observando características externas visíveis²¹⁰ relativas ao desempenho de seus concorrentes, para avaliar possíveis mudanças no seu comportamento, em um processo mimético (DIMAGGIO; POWELL, 1983; FLIGSTEIN, 2001). Nesse processo, os agentes utilizam informações agregadas por tipo de estratégia que faz parte da “cultura compartilhada” do seu grupo social (incumbente ou entrante). Existe, ainda, certa persistência do passado, por meio da adoção de médias móveis para avaliação dos resultados agregados das estratégias, em uma forma de “habituação” às práticas de sucesso mais populares (HODGSON, KNUDSEN, 2004).

As firmas imitam sempre que acreditam que a imitação, potencialmente, pode melhorar sua situação²¹¹. Nesse sentido, eles substituem regras de comportamento com resultados ruins por outras que são plausíveis naquele momento. Trata-se, portanto, da combinação de comportamento por rotina – seguir a estratégia traçada – com comportamento heurístico adaptativo – alterar a estratégia se a rotina não atender aos objetivos “*satisficing*”. Na prática está se simulando o aspecto expectacional do direcionamento estratégico do provedor, na forma de um conjunto de regras “miópicas” relativamente simples, na linha proposta por Simon (1979). Como as firmas no modelo são limitadamente racionais, elas levam em conta a informação mais importante localmente disponível, de modo a, em primeiro lugar, sobreviver e, se possível, buscar seu objetivo de lucratividade ou de *market share*. Os algoritmos de decisão disponíveis, e os parâmetros individuais associados, variam de acordo com a “personalidade cognitiva” do provedor. Essa personalidade evolui ao

²⁰⁹ No caso particular de indisponibilidade de histórico das práticas do mercado, como, por exemplo, no início da simulação, as estratégias são sorteadas com igual probabilidade para todas aquelas disponíveis.

²¹⁰ As características consideradas são a lucratividade sobre o capital empregado e o *market share*. Ambas são informações usualmente públicas, pelo menos para empresas de capital aberto.

²¹¹ O algoritmo simples adotado não prevê o aprendizado de “escolhas ruins”, conforme a própria experiência passada ou a experiência de outras firmas, observando apenas os resultados das estratégias nos períodos mais recentes. Dependendo das condições da firma no momento da imitação, esta escolha pode se mostrar ruim para a firma imitadora, forçando-a, mais à frente, a trocar novamente de estratégia. Entretanto, esta inadequação da estratégia “fracassada” não é “aprendida”, no sentido que, se a firma necessitar trocar de estratégia por uma terceira vez, pode ser que ela volte a escolher esta estratégia, capturando-a em uma forma de *lock-in* autodestrutivo.

longo da simulação, conforme grupos distintos de agentes obtêm resultados diferenciados e os mecanismos de imitação e seleção atuam.

3.2.2.4. Inovação tecnológica e produtividade

Como no modelo existem, a princípio, dois tipos de agentes potencialmente inovadores, fabricantes de equipamentos de rede e provedores de acesso à internet, dois tipos de rotinas comportamentais são implementados, ambas na forma de processos estocásticos de duas etapas (DOSI; NELSON, 2010). Estratégia semelhante foi adotada nos modelos de Chiaromonte, Dosi e Orsenigo (1993) e Dosi, Fagiolo e Roventini (2008). A característica essencial do modelo é que o progresso tecnológico está incorporado nas novas safras de tecnologia de equipamentos de rede produzidos pelos fabricantes (SILVERBERG; VERSPAGEN, 1994). Portanto, a premissa aqui é de que, a cada instante, existe uma melhor prática em termos de tecnologia e que ela é de conhecimento de todos os provedores. Entretanto, provedores dominantes podem dispor de custos diferenciados (pelo fator p_{inc}^{tech}), como resultado de redes de relacionamento hierárquico (STURGEON, 2002). Apesar dessa premissa não ser apropriada em diversas situações (WINDRUM, 2007), a evidência empírica do capítulo 1 aponta para a sua adequação neste caso específico.

Não existe componente estocástico na busca dos provedores, uma vez que o modelo supõe que eles não realizem atividades de inovação tecnológica, apenas selecionando e aplicando as inovações geradas à montante pelo segmento de equipamentos de rede. A dinâmica de inovação é, portanto, exógena ao segmento de acesso à internet, mas endógena ao setor de internet.

Na linha dos modelos provenientes da tradição de Nelson e Winter (1982), o modelo proposto implementa o algoritmo de busca tecnológica dos produtores de equipamentos de rede²¹² por meio de dois componentes. O primeiro é do tipo comportamental – baseado em rotinas – pelo qual os agentes exploram o seu ambiente de forma estruturada na busca de inovações que permitam o aumento da produtividade. Já o segundo componente é do tipo estocástico, refletindo a inerente incerteza do processo de inovação (DEQUECH, 2004). Os mecanismos utilizados se baseiam naqueles propostos por Possas et al. (2001).

²¹² Como já mencionado anteriormente, o segmento de equipamentos de rede foi modelado de forma simplificada, configurando apenas o resultado esperado de um mercado inovador em competição schumpeteriana.

No segmento de equipamentos de rede, a primeira distinção relevante é entre inovação incremental, associada com melhorias graduais da produtividade a_t^j das tecnologias de equipamentos de rede existentes, e radical, vinculada à criação de novas tecnologias mais eficientes do que as anteriores. A solução de modelagem proposta prevê que as inovações incrementais das tecnologias existentes tenham potencial decrescente ao longo da vida destas. Tanto o momento como o nível de produtividade das inovações, incrementais ou radicais, são gerados a partir de processos aleatórios.

O avanço incremental da produtividade a_t^j acontece mediante um processo aleatório em dois estágios. No primeiro, para cada tecnologia j existente, a cada período existe uma probabilidade $\Pr(d_t^j = 1) > 0$ de se obter um avanço tecnológico incremental. Essa probabilidade tem distribuição Poisson e é crescente no tempo, a partir da última inovação incremental em $t_0^{incr,j}$, com parâmetro de sucesso p_{incr} conforme indicado em (42). Caso no primeiro estágio seja obtido o avanço incremental ($d_t^j = 1$) da tecnologia j , é calculado o novo potencial de produtividade \hat{a}_t^j , com distribuição normal centrada na produtividade corrente a_{t-1}^j (43). O desvio padrão do avanço incremental é decrescente conforme aumenta a idade da tecnologia (44), representando o esgotamento da trajetória tecnológica, a partir inclusive da expectativa de inovações radicais. v_{incr} e v_0 são parâmetros. A rotina pré-definida em (45) é de adoção da inovação obtida apenas caso exista ganho em relação à produtividade atual.

$$\Pr_{incr}(d_t^j = 1) \sim \text{Poisson} \left[\frac{(t - t_0^{incr,j})}{p_{incr}} \right], \quad p_{incr} > 0 \quad (42)$$

$$\hat{a}_t^j \sim \text{N}(a_{t-1}^j, v_t^j a_{t-1}^j) \quad (43)$$

$$v_t^j = v_{incr} - \frac{v_{incr}}{1 + \exp \left(v_0 \left(1 - \frac{t - t_0^j}{p_{rad}} \right) \right)}, \quad v_{incr} > 0, \quad v_0 > 0 \quad (44)$$

$$a_t^j = \max(a_{t-1}^j, \hat{a}_t^j) \quad (45)$$

O processo de criação de uma nova geração tecnológica de equipamentos, a partir de um avanço tecnológico radical, segue um processo semelhante (ex. MALERBA et al., 1999). Aqui, no caso de sucesso do primeiro estágio (46), o potencial de aumento de produtividade se baseia na melhor tecnologia correntemente disponível j_c , conforme indicado em (47). Os parâmetros diferentes (p_{rad} e v_{rad}) permitem a representação da menor probabilidade de avanços radicais, conjugada com o maior potencial para os aumentos de produtividade. Novamente, a regra comportamental (48) é de adoção da inovação gerada apenas caso sua produtividade $\hat{a}_t^{j_c+1}$ seja superior àquela da tecnologia corrente $a_t^{j_c}$.

$$\Pr_{rad}(d_t = 1) \sim \text{Poisson} \left[\frac{(t - t_c)}{p_{rad}} \right], \quad 0 < p_{rad} < p_{incr} \quad (46)$$

$$\hat{a}_t^{j_c+1} \sim N[(1 + v_{rad})a_{t-1}^{j_c}, v_{rad}a_{t-1}^{j_c}], \quad 0 < v_{incr} < v_{rad} \quad (47)$$

$$a_t^{j_c+1} = \begin{cases} 0 & \text{se } \hat{a}_t^{j_c+1} \leq a_{t-1}^{j_c} \\ \hat{a}_t^{j_c+1} & \text{se } \hat{a}_t^{j_c+1} > a_{t-1}^{j_c} \end{cases} \quad (48)$$

Como a produtividade a_t^j da tecnologia é medida sob a perspectiva do provedor de acesso, seu preço $P_t^{tech,j}$ é diretamente derivado de a_t^j (49). O custo unitário de manutenção cm_t^j por período de cada geração tecnológica j é considerado constante e uma proporção fixa cm_0 do custo do equipamento (50). A escala mínima Q_{min}^j para a tecnologia é calculada em (51) a partir da escala da tecnologia Q_{min}^{j-1} anterior, como uma proporção do aumento da produtividade a_t^j sobre a_t^{j-1} .

$$P_t^{tech,j} = \frac{1}{a_t^j} \quad (49)$$

$$cm_t^j = cm_0 P_t^{tech,j}, \quad 0 < cm_0 < 1 \quad (50)$$

$$Q_{min}^j = Q_{min}^{j-1} \left(\frac{a_t^j}{a_t^{j-1}} \right) \quad (51)$$

3.2.2.5. Financiamento

A próxima etapa da modelagem é a configuração do processo financeiro do provedor de serviço de acesso à internet. A receita R_t^i e o lucro L_t^i gerados em cada período de operação são calculados a partir de suas definições contábeis em (53) e (52). O custo total C_t^i no período, apresentado em (54), é calculado a partir do custo variável de manutenção $CM_t^{i,j}$ de cada tecnologia utilizada pelo provedor j (55), do custo fixo $c_f Q_t^i$ requerido para a operação da capacidade rede instalada, sujeita a ganhos de escala c_s , acrescidos dos custos financeiros $r_t^i F_t^i$.

$$L_t^i = R_t^i - C_t^i \quad (52)$$

$$R_t^i = \sum_{k=1}^{Q_t^i} P_t^k \quad (53)$$

$$C_t^i = (CM_t^i + c_f Q_t^i)^{c_s} + r_t^i F_{t-1}^i, \quad c_f > 0, \quad 0 < c_s \leq 1 \quad (54)$$

$$CM_t^i = \sum_{j=1}^{N_t^{tech,i}} cm_t^j Q_t^{j,i}, \quad c_t^j > 0 \quad (55)$$

As firmas têm acesso irrestrito a endividamento, sob a taxa de juros r_t^i variável em cada período, aplicável sobre a totalidade do estoque de dívida F_t^i . c_s , c_f , r_0 , r_{lev} e r_{size} são parâmetros. Por simplicidade, não foi modelada nenhuma forma de racionamento quantitativo de crédito, sem associar isso, no entanto, com o conjunto de condições do modelo de Modigliani e Miller (apud PINTO, 2002). A taxa de juros r_t^i disponível para a firma i é ajustada conforme o faturamento R_t^i (tamanho da firma) e a razão $\frac{F_t^i}{K_t^i}$ ente o estoque de dívida e o capital da firma (alavancagem), como proposto em (56). O comportamento da taxa de juros parte do modelo proposto por Lavoie (1992) e inclui algumas premissas clássicas de Stiglitz (1974). Firmas incumbentes podem dispor de uma taxa de juros mais favorecida, quando um desconto r_{inc} é ainda aplicado.

$$r_t^i = \begin{cases} r_0 \left[1 + r_{lev} \ln \left(\frac{F_{t-1}^i}{K_{t-1}^i} \right) \right] [1 + r_{size} \ln(R_{t-1}^i)] r_{inc} & \text{se } K_{t-1}^i > 0 \text{ e } R_t^i > 0 \\ r_0 & \text{se } K_{t-1}^i = 0 \text{ ou } R_t^i = 0 \end{cases}, \quad (56)$$

$$r_0 > 0, \quad r_{lev} > 0, \quad r_{size} > 0, \quad 0 < r_{inc} \leq 1$$

As principais rotinas financeiras estão relacionadas ao processo de decisão de alocação do caixa gerado pela firma e a gestão do estoque de dívida F_t^i . O caixa do provedor é definido pelo seu estoque de lucros acumulados nos períodos anteriores AL_t^i e o lucro L_t^i do período corrente. A necessidade líquida de financiamento NF_t^i em cada período é calculada em (57), a partir do investimento planejado I_t^i para o período, do resultado L_{t-1}^i do período anterior – positivo ou negativo – e dos eventuais lucros retidos acumulados AL_{t-1}^i dos períodos anteriores ao último.

$$NF_t^i = \begin{cases} 0 & \text{se } I_t^i \leq AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i \\ I_t^i - (AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i) & \text{se } I_t^i > AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i \end{cases} \quad (57)$$

Caso exista disponibilidade de lucros retidos AL_t^i após os investimentos I_t^i planejados, o valor excedente é utilizado para a amortização AF_t^i de parte do estoque de dívida F_t^i , se aplicável, conforme (58). A prioridade da firma, no modelo, é sempre a expansão da capacidade de rede planejada, ou seja, o estoque de dívida é a variável de ajuste do orçamento do provedor, como mostra (59). Por outro lado, a firma não retém caixa enquanto existir dívida em aberto, ou seja, só existe acumulação de lucros ($AL_t^i > 0$) quando não existe dívida ($F_t^i = 0$). Todos os lucros não utilizados para investimento ou amortização da dívida são retidos para os próximos períodos, sem distribuição de dividendos, segundo (60).

$$AF_t^i = \begin{cases} AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i - I_t^i & \text{se } AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i - I_t^i \leq F_{t-1}^i \text{ e } I_t^i \leq AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i \\ F_{t-1}^i & \text{se } AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i - I_t^i > F_{t-1}^i \text{ e } I_t^i \leq AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i \\ 0 & \text{se } I_t^i > AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i \end{cases} \quad (58)$$

$$F_t^i = F_{t-1}^i + NF_t^i - AF_t^i \quad (59)$$

$$AL_t^i = AL_{t-1}^i + L_{t-1}^i + NF_t^i - I_t^i - AF_t^i \quad (60)$$

3.2.2.6. Entrada e saída

O último módulo do modelo define as condições para entrada de novos provedores no mercado de serviço de acesso à internet e à saída das firmas existentes. Esta é uma etapa crítica, uma vez que afeta diretamente a organização do segmento. De forma um tanto surpreendente, poucos modelos na literatura modelaram detalhadamente as condições de entrada, frequentemente assumindo a inexistência de entrada ou a simples reposição de empresas que saíram do mercado (WINDRUM, 2007; GARAVAGLIA, 2010). Se isso pode ser razoável na análise de setores maduros, mostra-se insatisfatório no caso de setores emergentes como a internet. Sem entrada e saída, o conjunto de características individuais da população de provedores não mudaria, reduzindo a eficiência do dispositivo de seleção (POSSAS, 2004). Por outro lado, os algoritmos de entrada e saída de firmas no mercado têm importante influência sobre os resultados do modelo e devem ser avaliados com cuidado (HODGSON; KNUDSEN, 2004).

A saída de firmas provedoras do mercado é configurada no modelo em duas situações distintas, de acordo com (61): n_{exit} períodos consecutivos de *market share* s_t^i inferior ao limite de relevância s_{min} ou de lucros L_t^i negativos sem que exista estoque de lucro AL_t^i acumulado de períodos anteriores. Esses critérios seguem os princípios clássicos de saída adotados por diversos modelos na literatura – desde o trabalho original de Nelson e Winter (1982) até modelos recentes como o de Dosi, Fagiolo e Roventini (2008) – e são compatíveis com a evidência empírica. A saída pode ocorrer em qualquer período onde essas condições sejam verificadas depois de n_{exit} períodos (em sequência contínua para cada condição). Quando o provedor deixa o mercado, seus clientes têm seus contratos imediatamente expirados e ficam livres para buscar outro provedor no próximo período.

$$exit_t^k = \begin{cases} \text{não} & \text{se} & L_t^i + AL_t^i \geq 0 \text{ e } s_t^i > s_{min} \\ \text{sim} & \text{se } t - t_{exit} < n_{exit} \text{ e } (L_t^i + AL_t^i < 0 \text{ ou } s_t^i \leq s_{min}) \end{cases} \quad (61)$$

O processo de entrada proposto, por sua vez, não segue de perto nenhum dos modelos analisados da literatura, contendo elementos das contribuições de Kim e Lee (2003), Ormerod e Rosewell (2004) e Garavaglia, Malerba e Orsenigo (2006). O princípio geral assumido parte da perspectiva proposta por Dosi e Nelson (2010), pela qual o estímulo

lo à entrada (e à sobrevivência das entrantes) é função do *gap* entre escala de eficiência mínima e o tamanho das firmas. O processo proposto permite ajustar os comportamentos esperados para o modelo, em torno desse princípio, como será explorado no próximo capítulo.

A decisão de cada firma entrante potencial é definida a partir da avaliação da taxa de retorno média $\frac{L_t^{aver}}{K_t^{aver}}$ observada no segmento de acesso e da disponibilidade de parcela relevante s_e do mercado ainda não atendida $(1 - \frac{N_t^{aver}}{Pop_t})$. e^{max} , r_0 e s_e são parâmetros. A regra de decisão das firmas candidatas à entrada está representada em (62). A decisão é tomada com base em médias móveis dos agregados do segmento, conforme (63).

$$Entr_t^k = \begin{cases} \text{não} & \text{se } \frac{L_t^{aver}}{K_t^{aver} + K_t^{e,T}} \leq r_0 \text{ ou } 1 - \frac{N_t^{aver}}{Pop_t} \leq s_e \\ \text{sim} & \text{se } \frac{L_t^{aver}}{K_t^{aver} + K_t^{e,T}} > r_0 \text{ e } 1 - \frac{N_t^{aver}}{Pop_t} > s_e \end{cases}, \quad (62)$$

$$r_0 > 0, \quad s_e \geq 0$$

$$L_t^{aver} = \frac{1}{n_{aver}} \sum_{h=1}^{n_{aver}} L_{t-h}^T, \quad K_t^{aver} = \frac{1}{n_{aver}} \sum_{h=1}^{n_{aver}} K_{t-h}^T,$$

$$N_t^{aver} = \frac{1}{n_{aver}} \sum_{h=1}^{n_{aver}} N_{t-h}^{user}, \quad n_{aver} > 1 \quad (63)$$

$$L_t^T = \sum_{i=1}^{N_t^{prov}} L_t^i, \quad K_t^T = \sum_{i=1}^{N_t^{prov}} K_t^i$$

O estoque de capital $K_t^{e,i}$ de cada entrante é definido por meio de um processo aleatório, como representado em (64). Esse processo tem distribuição normal, com média e desvio padrão proporcionais ao estoque de capital necessário para respeitar a escala mínima de operação $Q_{min}^{j_c}$ da tecnologia j_c mais produtiva disponível. O entrante tem acesso à tecnologia pelo seu preço padrão P_t^{tec,j_c} , sem descontos. k_0 é um parâmetro que usualmente permite configurar entrantes de tamanho $K_t^{e,i}$ razoável (em relação ao tamanho N_t^{user} do

mercado), mas potencialmente menores do que os incumbentes, de acordo com a evidência empírica (DOSI; FAGIOLO; ROVENTINI, 2008).

$$K_t^{e,i} \sim N(k_0 N_{t-1}^{user} P_t^{tec,jc}, k_0 N_{t-1}^{user} P_t^{tec,jc}), \quad k_0 \geq 0, \quad K_{t_0}^{e,i,jc} \geq Q_{min}^{jc} P_t^{tec,jc} \quad (64)$$

$$K_t^{e,T} = \sum_{i=1}^{N_t^{entr}} K_{t_0}^{e,i} \quad (65)$$

A entrada de novas firmas no mercado é possível apenas em intervalos de T_{min}^e períodos, de forma a permitir a modelagem de restrições regulatórias temporais à entrada. O modelo permite, ainda, a entrada de até e^{max} provedores em cada intervalo T_{min}^e , sendo que, nesse caso, eles consideram também os investimentos $K_t^{e,T}$ já comprometidos por outros entrantes no mesmo período antes de definirem seu capital inicial. Cada entrante adicional no período t repete o mesmo processo, incrementando o capital entrante total $K_t^{e,T}$ no período (65).

3.3. Implementação do sistema

Esta seção desenvolve o último ponto do roteiro proposto para a modelagem setorial, a implementação do sistema de simulação. O objetivo central desta etapa, além de programar o modelo formal definido na seção 3.2, é representá-lo de modo que o sistema modelado, seus elementos e conexões possam ser analisados de forma transparente e consistente com o sistema econômico em estudo (GARAVAGLIA, 2004).

O processo de desenvolvimento do programa de computador que suporta o modelo é uma atividade interativa, uma vez que tanto o processo de modelagem, apresentado na seção 3.2, como o de análise dos resultados, desenvolvida no próximo capítulo, interagem entre si constantemente. O desenvolvimento do programa de computador tem, portanto, o papel de mediar continuamente o processo analítico, conforme representado na Figura 21.

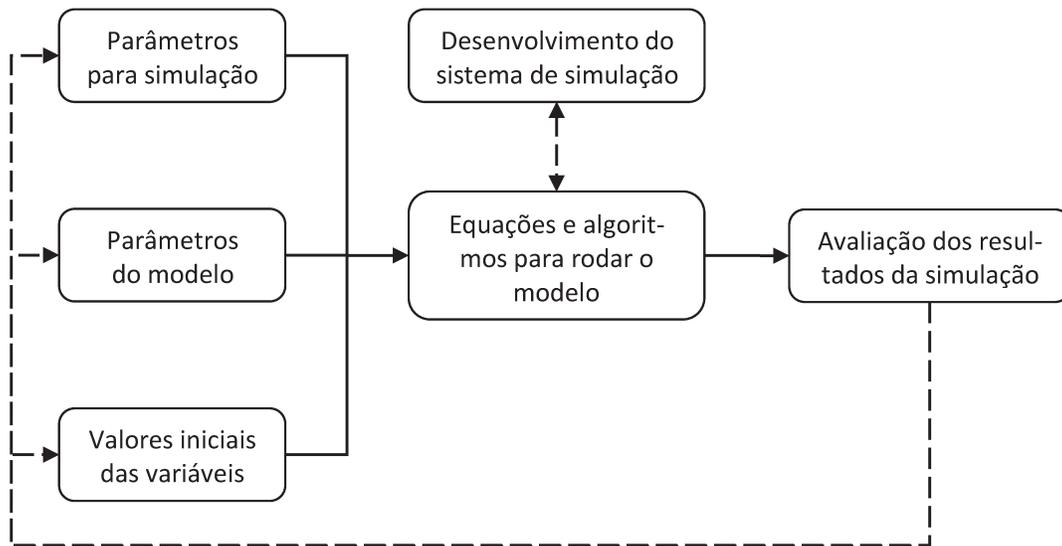


Figura 21 – Processo de análise de sistemas de simulação computacional.

FONTE: ANDERSEN; VALENTE, 2002.

O sistema de simulação desenvolvido, por sua vez, deve permitir a configuração dos parâmetros do modelo, do estado inicial das variáveis de estado (defasadas) e das demais condições da simulação (número de agentes, horizonte temporal, captura dos resultados etc.). Além da geração dos resultados necessários para análise, inclusive séries temporais de variáveis de estado e de indicadores relevantes.

Existem diversas alternativas para a implementação de modelos de simulação através de sistemas informatizados. Desde as mais simples e limitadas, como planilhas eletrônicas de cálculo (ex. Excel), até programação em linguagens genéricas avançadas (ex. C++, Java). Como já mencionado, a plataforma selecionada para o desenvolvimento do modelo – sua codificação, configuração e testes – deve oferecer suporte para organização dos dados por meio de objetos, dada sua conveniência para representação dos elementos e de suas formas agregadas.

“A modelagem orientada a objetos é um tipo de programação na qual o programador define entidades autocontidas, que consistem não apenas de dados, mas também das operações que são aplicadas à estrutura de dados. [...] A execução do programa consiste na interação desses objetos independentes e idiossincráticos e essa interação conduz ao final para a emergência dos resultados do modelo.” (GARAVAGLIA, 2004, p. 13)

Para o propósito desta dissertação, foi escolhido o sistema LSD (Laboratory for Simulation Development), desenvolvido pelo Prof. Marco Valente (2002). Operado como uma interface amigável para a linguagem orientada a objetos C++, o LSD permite um nível de capacidade e flexibilidade próximo ao das linguagens genéricas de programação. Ao mesmo tempo, ele fornece um ambiente integrado e otimizado para o processamento de simulações, permitindo ao modelista se concentrar nas questões diretamente associadas à configuração e teste do modelo e não nos detalhes técnicos do processo. Para isso, o LSD fornece as ferramentas de suporte necessárias para declaração dos elementos do modelo, definição dos valores iniciais, organização da ordem de atualização das equações, apresentação dos resultados etc.

As equações descritas na seção 3.2.2 definem os valores que as variáveis assumem em cada passo da simulação, no contexto dos objetos onde estejam contidas. Elas são codificadas e compiladas na linguagem C++ e carregadas no sistema LSD para execução do processo de simulação. A codificação das equações está documentada e disponível no *site* do modelo na internet: <http://sites.google.com/site/modelosetorinternet> (PEREIRA, 2012).

Para a atualização das múltiplas equações de diferenças, a cada tempo t de simulação do modelo, é necessário definir uma ordem de atualização das equações que permita sua solução. Conforme as equações que definem as variáveis de estado utilizam valores contemporâneos de outras equações, nem todas as sequências de cálculo das variáveis são factíveis. Uma das principais atribuições do sistema LSD é justamente determinar a sequência de dependências mútuas e organizar a execução de modo a tornar a solução simultânea de todas as equações não ambígua.

Todos os processos aleatórios simulados pelo modelo são produzidos a partir do gerador de números pseudoaleatórios interno ao sistema LSD, baseado em um algoritmo simples²¹³ do tipo LCG (*linear congruential generator*). Este gerador permite, para cada “semente” escolhida, a geração de $2^{31} - 1$ extrações distintas antes que qualquer número seja repetido. A distribuição dessas extrações atende a todos os critérios usuais de distribuição espectral uniforme e não apresenta problemas de correlação serial para sequências de

²¹³ Gerador de números pseudoaleatórios Park-Miller com baralhamento Bays-Durham e proteções propostas por Press *et al.* (1992).

até 100 milhões de extrações (PRESS et al., 1992). Cada rodada do modelo é realizada sempre com uma semente distinta, de modo a garantir sequências de números pseudoaleatórios distintas e independentes a cada rodada.

3.4. Conclusão

A rápida evolução dos modelos de simulação neoschumpeterianos, dos quais a dissertação é tributária, vem permitindo a ampliação das fronteiras de pesquisa, por meio da ampliação do escopo dos fenômenos analisados ou do conteúdo dos modelos. Os pesquisadores “estão desenvolvendo quadros analíticos sofisticados, multiagentes e outros, que eram simplesmente inimagináveis quando Nelson e Winter começaram a experimentar com simulação” (WINDRUM, 2007, p. 431). Esperamos que o modelo proposto siga essa tradição de expansão das fronteiras, ao propor algumas soluções de modelagem relevantes para o estudo da dinâmica da organização setorial, em particular no campo institucional.

A pesquisa metodológica indicou que os modelos *agent-based* possuem as características necessárias para modelagem de sistemas complexos como o proposto, o que inclui a capacidade de representação de agentes heterogêneos e das interações locais entre eles, permitindo a representação e a apreensão de fenômenos emergentes. Isso é essencial para a análise de sistemas complexos e a simulação *agent-based* é o artefato usualmente mais adequado para suportá-la. A abordagem dos sistemas complexos é particularmente apropriada para a modelagem formal de processos institucionais, que apresentam propriedades emergentes e, frequentemente, processos de *upward* e *downward causation*.

Foi selecionada a metodologia de modelagem *agent-based* do tipo *History-friendly*, característica da segunda geração de modelos evolucionários. Ela foi criada explicitamente para o estudo de setores industriais, com o objetivo de permitir a avaliação de teorias qualitativas sobre os mecanismos que afetam a evolução setorial, utilizando a informação disponibilizada pela análise empírica apreciativa para construção e validação dos modelos. A aderência – ou não – dos resultados da simulação com os fatos estilizados permite uma primeira avaliação da adequação lógica do quadro teórico. A partir daí, a análise dos detalhes produzidos pelo modelo permite o aprofundamento dessa avaliação, viabilizando a ordenação da relevância de cada fator importante para os resultados, inclusive per-

mitindo identificar fenômenos emergentes, não explicitamente modelados, ou mesmo sequer previstos *a priori*. Essa análise será apresentada no próximo capítulo.

Apesar de sua relativa complexidade algorítmica – o código necessário para programar o conjunto, de 42 equações principais, possui mais de 1.000 linhas – o modelo resultou razoavelmente parcimonioso. Vale notar que, dessas equações, 25 são críticas para a análise do modelo, por incorporarem as premissas específicas do quadro de referência teórico desenvolvido no capítulo 2. As demais equações em princípio representam apenas racionalizações gerais – de princípios contábeis, por exemplo – necessárias para a completude algorítmica do modelo, mas que não deveriam ser fonte de preocupação analítica.

O modelo necessita ainda de 41 parâmetros calibráveis e 9 variáveis com condições iniciais não triviais (diferentes de zero), sendo que, por construção, parcela significativa deles deveria ter impacto, em princípio, apenas marginal nos resultados gerais do modelo, como será avaliado no próximo capítulo. Esse resultado foi intencional: buscou-se com isso mitigar uma das principais críticas à utilização de modelos de simulação, qual seja, sua susceptibilidade à configuração inicial de parâmetros e variáveis. Com isso, espera-se reforçar a importância da estrutura do modelo – o sistema de equações – como orientador principal dos resultados produzidos.

Capítulo 4: **Configuração e análise dos resultados do modelo**

A partir do modelo proposto no capítulo 3 para o setor de internet, este capítulo busca esclarecer os mecanismos que produzem os fatos estilizados apontados no capítulo 1, de modo a testar as hipóteses teóricas levantadas no capítulo 2. Dessa forma, esperamos verificar se o quadro teórico apresentado é adequado e suficiente para explicar o cenário empírico e ajudar a responder às questões levantadas pela análise apreciativa.

Para apoiar a pesquisa nessa área, entretanto, o modelo apresentado no capítulo 3 inicialmente precisa ser adequadamente validado. O processo de validação tenta estabelecer se o modelo de simulação pode representar de modo apropriado o sistema setorial, pelo menos dentro do escopo particular dos objetivos de estudo propostos. Isso implica tanto a avaliação dos parâmetros adotados, como a sensibilidade do modelo a eles, para, em seguida, testar a compatibilidade dos resultados da simulação com a evidência empírica.

Ademais, validado o modelo e confirmada sua compatibilidade com o quadro teórico, o recurso da simulação permite o aprofundamento da análise setorial empírica, iniciada no capítulo 1. O modelo proposto, conforme sugere Malerba (2010), representa uma abstração do setor industrial, um artefato investigativo que fornece meios para o estudo dos detalhes internos da dinâmica da estrutura e da competição setoriais, detalhes estes normalmente não acessíveis por meio da análise empírica apreciativa.

Na ciência econômica, modelos de simulação têm por objetivo justamente a análise experimental e exploratória de sistemas econômicos. A reprodução do “setor artificial” permite a exploração de alguns fenômenos observados no mundo real, por meio da manipulação de seus parâmetros e variáveis, o que é impossível nos sistemas econômicos concretos (GARAVAGLIA, 2004). Com isso podemos, ao ganhar conhecimento sobre os fatores e processos que explicam o comportamento do modelo, avaliar a possibilidade de transposição dos seus resultados para a compreensão da realidade. Em síntese, essa é a perspectiva metodológica do presente capítulo.

A próxima seção do capítulo apresenta com mais detalhe as principais considerações metodológicas desta etapa da pesquisa. Em seguida, a seção 4.2 discute as alternativas disponíveis e a seleção adotada para a calibração dos parâmetros do modelo e avalia a

sensibilidade do modelo aos parâmetros e condições iniciais selecionados. Na seção 4.3 é realizada a análise dos resultados do modelo, com ênfase na aderência aos fatos estilizados e na compatibilidade com as hipóteses teóricas. Uma breve conclusão encerra o capítulo.

4.1. Metodologia de validação e análise dos resultados do modelo

Como já mencionado no capítulo anterior, não existe metodologia padronizada na literatura para calibração e validação de modelos *agent-based* (MAB). Essa é uma área de pesquisa relativamente incipiente, mas fundamental para a construção de modelos robustos (FAGIOLO; WINDRUM; MONETA, 2006). A identificação de padrões complexos, que se desenvolvem a partir dos processos não lineares de interação proporcionados pela simulação, requer tratamento não trivial dos dados, dada sua natureza eminentemente probabilística (COLANDER, 2008). Diversas técnicas econométricas e estatísticas estão disponíveis para o tratamento de dados provenientes de sistemas sociais reais, mas sua adaptação para o manejo de sistemas sociais simulados também não está plenamente desenvolvida (WERKER; BRENNER, 2004).

Para mitigar essa restrição, adotaremos uma abordagem inspirada nas sugestões de Werker e Brenner²¹⁴ (2004, 2007), sem, no entanto, aprofundar o tratamento estatístico da calibração e análise de resultados, pelo menos nesta etapa de pesquisa. Mesmo com a consequente restrição do escopo analítico, essa proposta de validação do modelo é considerada adequada para o propósito em questão – teste de hipóteses teóricas e análise de mecanismos causais (KLÜGL, 2008). Uma abordagem mais limitada, sem considerar a validação estatística completa, é frequentemente recomendada por autores como Malerba (2010) e Epstein (2006), especialmente na fase inicial de pesquisa. Essa abordagem seria provavelmente excessivamente restritiva para outras aplicações, como a construção de cenários prospectivos, onde um maior nível de controle tanto dos parâmetros como dos aspectos quantitativos dos resultados se faz necessário (KLÜGL, 2008). Mas, mesmo nesta situação, “a problemática sobre se um MAB deveria gerar implicações quantitativas (e, nesse caso,

²¹⁴ Estes autores propuseram o “realismo crítico” como alternativa metodológica: “esta abordagem utiliza abdução para inferir dos fatos empíricos e observações para os padrões gerais que os suportam, fornecendo portanto uma explicação causal em um nível mais profundo” (WERKER; BRENNER, 2004, p. 7).

tem que ser avaliado com base no seu ajustamento aos dados do mundo real) ainda está em aberto” (PYKA; FAGIOLO, 2005, p. 18).

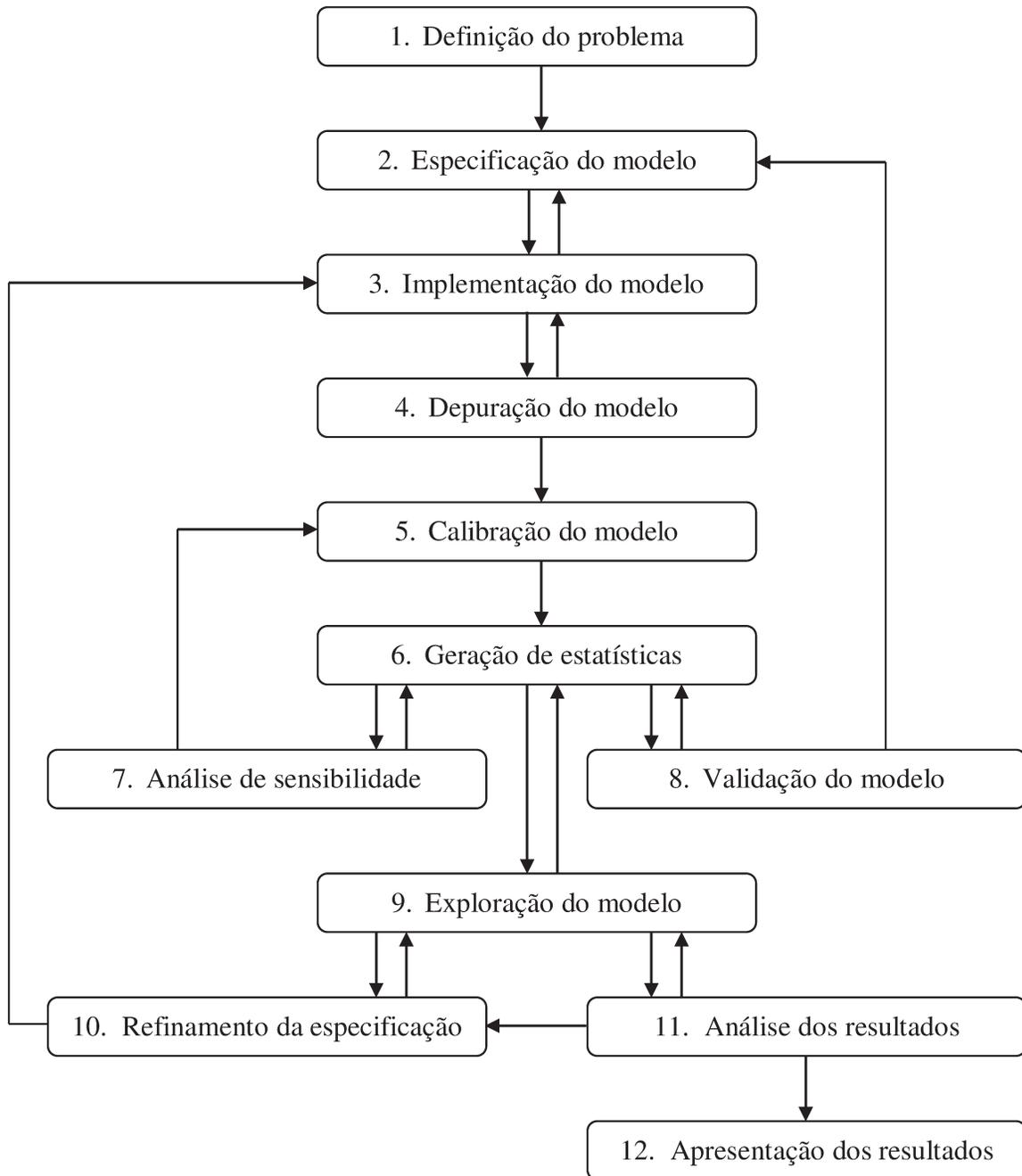


Figura 22 – Processo de modelagem e simulação.

FONTE: ANDERSEN; VALENTE, 2002; análise do autor.

Isso considerado, o roteiro proposto para este capítulo é formado por quatro etapas: (i) seleção do conjunto de parâmetros e condições iniciais para calibragem da simulação; (ii) realização dos lotes de simulação e avaliação das sensibilidades dos parâmetros e condições iniciais; (iii) análise qualitativa dos resultados da simulação, com validação contra os fatos estilizados empíricos, e eventuais ajustes no modelo; e (iv) teste das hipóteses teóricas a partir dos resultados da simulação previamente validados. As etapas (i), (ii) e (iii) tem natureza eminentemente interativa, pois requerem que os processos de modelagem e análise interajam entre si, tornando-as interligadas, como representado na Figura 22. Em particular, essas etapas estão representadas pelos passos 5 a 11 (os passos 1-4 foram desenvolvidos no capítulo anterior).

A interação entre as etapas de modelagem e análise é crítica no caso dos modelos *agent-based History-friendly* (MHF). Nos MHF um dos principais objetivos do processo de simulação é justamente a reprodução, pelos resultados do modelo, dos fatos estilizados produzidos pela análise empírica apreciativa (GARAVAGLIA, 2010). Esse ponto já foi discutido no capítulo 3. No entanto, a metodologia dos MHF não se restringe a isso. A identificação entre as propriedades emergentes do modelo e os fatos estilizados empíricos representa apenas uma fase preliminar (WINDRUM, 2007). Superada essa fase, o processo analítico passa à busca dos *insights* que o modelo possa fornecer, por analogia, sobre a operação dos processos econômicos reais, como reforçaram Nelson e Winter (1982).

A primeira etapa do processo, a seleção de pelo menos um conjunto adequados de parâmetros, incluindo as condições iniciais, é importante não apenas para garantir o comportamento adequado do modelo, mas também para assegurar a compatibilidade do modelo com os dados empíricos disponíveis. Segundo diversos autores, a escolha de constelações de parâmetros que possam ser justificados segundo a evidência empírica disponível é o primeiro passo para a construção de modelos de simulação mais robustos (WERKER; BRENNER, 2004; WINDRUM, 2007; MALERBA, 2010). A utilização de dados empíricos provenientes do sistema em modelagem permite a redução da generalidade do modelo, tornando mais específicos e conclusivos os seus resultados, mesmo que ao custo de menor aplicabilidade a outros setores econômicos (BRENNER; WERKER, 2007).

A utilização de premissas realistas na calibragem é um critério comum de seleção de modelos adequados pelos autores da teoria evolucionária (FRENKEN, 2006). A preferência, portanto, deve ser pela utilização de valores compatíveis com a evidência empírica disponível (KLÜGL, 2008). Entretanto, nem todos os parâmetros minimamente necessários para a implementação do modelo costumam estar disponíveis. Isso frequentemente obriga o analista a arbitrar valores, que devem ser justificadamente compatíveis com o sistema econômico concreto. Uma boa prática é a abordagem de Malerba, Nelson, Orsenigo e Winter (1999), que recomendam tornar o modelo tão transparente quanto possível quando são necessárias escolhas que não são baseadas na evidência empírica específica.

Segundo Pyka e Fagiolo (2005), a partir dos parâmetros inicialmente disponíveis – coletados ou arbitrados – um procedimento usual para a seleção dos parâmetros para calibração começa com a avaliação dos resultados produzidos pelo modelo. Caso exista plausibilidade desses resultados face aos fatos estilizados provenientes do sistema econômico real, o próximo passo é avaliar a sensibilidade do modelo quando esses parâmetros mudam. O objetivo é estabelecer quais faixas dos parâmetros determinam resultados convergentes e divergentes com a história do setor (WINDRUM, 2007). Essa análise possibilita a apreensão de explicações causais provenientes do modelo, potencialmente fornecendo novos *insights* sobre o setor concreto em estudo (PYKA; FAGIOLO, 2005).

Mas a utilização de fatos estilizados no processo de calibração – e na modelagem como um todo – costuma ser criticada, devido ao fenômeno da sobreidentificação (ROSSER, 1999; FRENKEN, 2006). Fatos estilizados são sobreidentificados na medida em que podem ser gerados por vários modelos diferentes. A mitigação desse problema requer a seleção de especificações, incluindo sua parametrização, que “integrem no modelo uma parcela significativa do conhecimento disponível sobre o tópico em questão” (FRENKEN, 2006, p. 151). Uma estratégia complementar para reduzir o problema, proposta por Frenken (*ibid.*), é a reprodução de múltiplos fatos estilizados por meio do mesmo modelo a partir de uma gama relativamente ampla dos valores dos parâmetros.

A parcimônia na quantidade de parâmetros também é importante (KLÜGL, 2008). Os MAB devem sempre que possível “explorar o conjunto mais simples de premissas comportamentais requeridas para gerar os padrões macro de interesse explanatório”

(MACY; WILLER, 2002, p. 146). Isso simplifica o processo de calibração e reduz a complexidade e a subjetividade do processo de análise dos resultados.

Outro ponto relevante do método de análise proposto é a possibilidade de geração de conhecimento não apenas a partir dos resultados produzidos pelo modelo de simulação, mas também do processo iterativo de calibração e análise de sensibilidade. Mesmo quando resultados inesperados são gerados: “um evento de baixa probabilidade gerado pelo modelo é importante (e frequentemente crucial) para compreender alguns mecanismos causais presentes no mundo real” (PYKA; FAGIOLO, 2005, p. 18). Nessa linha, Malerba (2010) sugere que, a partir do modelo devidamente depurado de problemas de programação, devem ser testadas as possibilidades de resultados significativamente diferentes a partir da alteração de parâmetros relativos às variáveis-chave de análise. O objetivo da análise de sensibilidade não é, por si, o desenvolvimento de “histórias diferentes” (análise contrafactual), mas sim o teste dos mecanismos de causação do modelo.

Concluídas as etapas de calibração e análise de sensibilidade, inicia-se o processo de avaliação dos resultados produzidos pelo modelo e sua aplicação no estudo do sistema econômico real. De acordo com Valente, Ciarli e Lorentz (2010), o uso científico de modelos de simulação consiste de dois passos lógicos: (i) a busca de explicação para os eventos relevantes da simulação – uma análise da “história virtual” – e (ii) a avaliação sobre a aplicabilidade das explicações da história virtual para os fenômenos do mundo real. Esse é o princípio básico adotado para a análise setorial por meio do modelo de simulação. Portanto, o primeiro critério de avaliação do modelo deve ser sua capacidade de replicar o maior número possível de fatos estilizados, sem o que será difícil a reconciliação entre a história virtual e a real (FRENKEN, 2006).

Uma limitação apontada para os procedimentos de modelagem em geral, e para a modelagem por simulação *History-friendly* em particular, diz respeito ao tipo das regularidades empíricas a partir das quais é construído o modelo. Se elas representarem tão somente propriedades de distribuições estacionárias, serão necessárias informações adicionais para que se possa compreender o processo estocástico dinâmico que dá origem a essas regularidades (BROCK, 1999). E, se consideradas isoladamente, essas regularidades podem não representar um teste suficiente para o modelo. (WINDRUM, 2007). A existência inexo-

rável de algum nível de arbitrariedade no processo de modelagem restringe não apenas a possibilidade analítica de “identificar” se o modelo reproduz ou não a história empírica, mas também o nível de precisão com que os seus parâmetros podem ser calibrados (FAGIOLLO; WINDRUM; MONETA, 2006). Essas são questões que não podem ser integralmente resolvidas por qualquer forma de modelagem, diga-se, e não apenas a simulação (LOASBY, 1999). No entanto, elas podem ser mitigadas pela análise cuidadosa, não apenas dos resultados, mas também dos mecanismos causais do modelo e de sua adequada justificação (VALENTE, 2002).

Deve ser notado que, no caso do MHF, não é objetivo da modelagem a construção de sistemas de simulação que busquem a obtenção de resultados numéricos ajustados com precisão aos dados históricos disponíveis. Antes disso, o objetivo – dos MAB em geral – é a reprodução de padrões qualitativos relativos às principais questões analíticas. No caso específico dos MHF, a meta é a descrição das tendências dos descritores-chave do sistema, em particular no que diz respeito à estrutura industrial e ao desempenho setorial, de modo a esclarecer os mecanismos causais que justificam as hipóteses propostas pelo quadro teórico escolhido (MALERBA, 2010).

4.2. Calibração e sensibilidade

A ordem do processo – calibração e análise de sensibilidade – é uma característica dos MHF. Em geral, a metodologia mais comum para os MAB consiste em, inicialmente, identificar as regiões críticas do espaço dos parâmetros – por meio da análise de sensibilidade – para, na sequência, realizar a calibração dos parâmetros a partir das regiões identificadas como “críticas” ou “mais interessantes” (KLÜGL, 2008). Entretanto, em uma perspectiva *History-friendly* não faz sentido utilizar parâmetros incompatíveis com a evidência empírica, exceto quando da análise contrafactual (GARAVAGLIA, 2004). Esse procedimento reduz sobremaneira a região do espaço de parâmetros que necessita ser analisado, às expensas da generalidade das conclusões para outros cenários empíricos.

No que se segue, valores de referência relativos a preços e custos estão expressos em unidades monetárias (UM) genéricas. Valores relativos a intervalos cronológicos também são indicados em unidades de tempo (UT) genéricas. Apesar das UM e UT não

serem restritas pelo modelo a uma grandeza específica do mundo real, para o processo de calibragem optou-se pela associação de equivalência, *grosso modo*, entre 1 UM e R\$ 10.000,00 e entre 1 UT e 1 trimestre.

Uma consequência da escolha de equivalência entre a unidade de tempo (UT) e o trimestre, é que cada período de tempo discreto da simulação ($t = 0, 1, 2, \dots$) também representa o equivalente a um trimestre no sistema econômico real. Essa escolha parece razoável tanto do ponto de vista da “unidade de tempo” em que se supõe que as decisões relevantes dos agentes modelados – em particular as firmas – se verificam, bem como da perspectiva da frequência que informações relevantes costumam ser disponibilizadas.

Os valores de medida de capacidade de rede estão definidos em unidades de capacidade (UC), definida como a capacidade de adequada, em um dado período, para a utilização por um agente artificial do tipo “User”. Outra premissa assumida no processo de calibração é a relação entre cada objeto “User” do modelo e o número equivalente de usuários reais que esse objeto representa na simulação. Por limitações técnicas – e reduzido interesse analítico – não é necessária a representação dos agentes do mundo real no seu nível individual quando tratamos de um setor com dezenas de milhões de usuários. A premissa aqui é que cada objeto “User”, no modelo, representa um grupo homogêneo de 10.000 usuários no mundo real. Como, mesmo assim, a simulação trabalha com milhares de agentes heterogêneos do tipo “User” – representando dezenas de milhões de usuários reais – a perda de generalidade no tratamento da heterogeneidade dos agentes não é significativa.

4.2.1. Calibração dos parâmetros e valores iniciais

A etapa de calibração consiste da escolha de parâmetros²¹⁵ adequados para que o modelo, suposto como estruturalmente correto, produza resultados válidos. Diferentemente do paradigma convencional da modelagem de simulação, que aborda esse problema essencialmente como uma questão de “otimização” (KLÜGL, 2008), a abordagem dos MHF recomenda que os parâmetros sejam preferencialmente derivados da análise empírica, se não direta pelo menos qualitativamente (YOON; LEE, 2009). Eles representam o *benchmark* para o processo de análise que se segue e contra os quais o modelo será validado.

²¹⁵ Exceto quando explicitamente diferenciado, o termo “parâmetro” será sempre utilizado, no que se segue, significando tanto parâmetros propriamente ditos como valores de condições iniciais não triviais.

O modelo requer a definição de 41 parâmetros, agrupados em duas classes de objetos, e 9 condições iniciais de variáveis que requerem valores não triviais (diferentes de zero). O detalhamento e justificção dos valores selecionados estão contidos no apêndice A.

O processo de calibração buscou utilizar valores de calibração que apresentassem ordens de grandeza, pelo menos, compatíveis com os dados empíricos disponíveis, na linha proposta por Malerba (2010). A maior restrição para esse procedimento, no entanto, proveio da indisponibilidade, ou da dificuldade de mensuração, de valores associados com todos dos parâmetros e condições iniciais do modelo apresentado no capítulo 3.

4.2.2. Indicadores críticos do modelo

Conforme Ormerod e Rosewell (2009, p. 130), um dos passos essenciais na validação do MAB “é construir critérios corretos pelos quais os resultados de um modelo devem ser avaliados”. Nesse sentido, a escolha de indicadores sintéticos característicos, que capturem da forma mais abrangente possível os fenômenos em estudo, é imprescindível, pois sem eles o próprio conceito de validação perde substância (KLÜGL, 2008). Por outro lado, é importante limitar o máximo possível a quantidade de indicadores adotados no processo de validação dos resultados, de modo a manter tratável o processo analítico.

Tabela 4 – Indicadores críticos para análise de sensibilidade.

Símbolo	Descrição
HHI_t^S	Índice Herfindahl-Hirschman do <i>market share</i> (concentração)
$s_t^{T,entr}$	<i>Market share</i> agregado dos entrantes
N_t^{prov}	Número de provedores de acesso
HHI_t^K	Índice Herfindahl-Hirschman do capital empregado (concentração)
$LK_t^{T,avg,entr}$	Rentabilidade (L/K) média ponderada dos entrantes
age_t^{avg}	Idade média dos provedores ativos no mercado
P_t^{avg}	Preço médio ponderado do serviço de acesso
VMR_t^P	Razão variância/média do preço ofertado
M_t^{avg}	Média ponderada da qualidade de rede do mercado
pop_t^{cov}	Porcentual da população potencial coberta pelo serviço

FONTE: análise do autor.

A análise de sensibilidade será realizada a partir de um conjunto de indicadores críticos do modelo, escolhidos como variáveis de simulação que representam estados relevantes do sistema e que capturam dimensões importantes dos fatos estilizados em investigação. Eles devem permitir, ainda, avaliar se o modelo é capaz – ou não – de reproduzir os fatos estilizados, a partir dos valores de calibração. Considerando os fatos estilizados elencados no capítulo 1, foram selecionadas 10 variáveis para essa tarefa, listadas na Tabela 4. Essas variáveis foram selecionadas por sintetizarem aspectos relevantes da estrutura industrial (HHI_t^S , $s_t^{T,entr}$, N_t^{prov} , HHI_t^K) e das características da competição ($LK_t^{T,avg,entr}$, age_t^{avg} , P_t^{avg} , VMR_t^P , M_t^{avg} , pop_t^{cov}), representando de forma sintética alguns dos principais fenômenos observados no modelo de simulação.

4.2.3. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é um trabalho experimental no qual os valores dos parâmetros são variados, de acordo com um procedimento selecionado, e os resultados do modelo de simulação são avaliados. Esse processo é repetido para cada combinação dos valores de parâmetros selecionada – cada um deles representando um ponto no espaço multidimensional dos parâmetros. Testar o comportamento do modelo, com diversas configurações de parâmetros, é essencial para a avaliação da robustez dos resultados e da dependência destes das escolhas de calibração (BRENNER; WERKER, 2007).

“Embora a maioria dos processos complicados e complexos envolvidos seja retratada, geralmente pesquisadores usando modelos de History-friendly têm dificuldades em identificar os mecanismos gerais subjacentes, que podem ser reencontrados em circunstâncias históricas semelhantes. Em certa medida, a realização de análises de sensibilidade dos resultados pode resolver esse problema, porque isso dá uma indicação de quais estáveis são os resultados e sua dependência de efeitos aleatórios.” (p. 234)

A sensibilidade dos parâmetros não pode ser testada apenas de modo individual, restringindo a aplicação da análise *ceteris paribus* tradicional. Como os MAB contêm diversos laços de realimentação entre agentes e destes com o ambiente e vice-versa, inclusive nos níveis agregados mais elevados, “isso conduz a efeitos não lineares da mudança de parâmetros e pode até resultar em efeitos caóticos” (KLÜGL, 2008, p. 40). Os efeitos combinados de diferentes parâmetros e condições iniciais podem atuar, inclusive, de forma coor-

denada, exigindo que as análises – em particular a de sensibilidade – sejam realizadas de forma conjunta. Por isso, a dimensão do espaço de parâmetros é uma variável-chave no estabelecimento da estratégia de análise de sensibilidade – e da validação em geral – dos MAB. Entretanto, cada incremento linear na dimensão do espaço de parâmetros representa um aumento exponencial no número de possíveis pontos de teste. Modelos com maior número de parâmetros dificilmente podem ser abordado por uma estratégia de avaliação de “força bruta”, por exemplo, do tipo Monte Carlo (BRENNER; WERKER, 2007).

Além da quantidade de parâmetros, outro ponto crítico no processo é a escolha dos valores de teste para cada parâmetro²¹⁶. Novamente, a evidência empírica pode ser utilizada para delimitar a faixa razoável de variação – ou pelo menos sua ordem de grandeza – da maioria dos parâmetros de um modelo do tipo *History-friendly* (WERKER; BRENNER, 2004; WINDRUM, 2007). Mesmo assim, ainda é necessária a escolha de um número restrito de valores de teste para cada parâmetro – dentro da faixa aplicável – devido às limitações práticas do sistema computacional que suporta a simulação.

A proposta para a análise de sensibilidade dos parâmetros do MAB do mercado de acesso é realizar o processo em três etapas. Na primeira, serão definidos os conjuntos (finitos) de teste de cada parâmetro, tendo a referência empírica como guia na determinação dos valores extremos. A segunda etapa vai aferir a sensibilidade dos indicadores críticos à variação de cada parâmetro, mantidos os demais em seus valores de calibração. Por fim, na terceira etapa, os parâmetros com maior influência sobre os indicadores serão testados conjuntamente.

A metodologia adotada não é imune a críticas. Parâmetros que são individualmente pouco influentes podem potencializar impactos relevantes quando combinados com alterações em outros parâmetros. Ou, ainda, esses parâmetros podem ser decisivos sobre outras variáveis não identificadas como indicadores críticos, influenciando de modo relevante o sistema (BRENNER; WERKER, 2007). Entretanto, acreditamos que, dentro do escopo e do tempo disponíveis, a solução de compromisso proposta seja capaz de selecio-

²¹⁶ Evidentemente, o teste dentro do conjunto infinito dos números reais não é factível, logo subconjuntos particulares (finitos) devem ser escolhidos para cada parâmetro a ser testado.

nar para a análise os pontos mais interessantes do espaço de parâmetros, capturando seus aspectos mais importantes.

Um dos pontos pouco discutidos na literatura dos MAB é a definição do tamanho adequado da amostra de rodadas de simulação, necessária para a caracterização mínima dos resultados do modelo (ORMEROD; ROSEWELL, 2009). A geração de parâmetros estatísticos a partir de múltiplas rodadas – sob uma mesma configuração de parâmetros – é necessária devido à presença de processos estocásticos no modelo (KLÜGL, 2008). A análise do procedimento adotado nos diversos modelos disponíveis apresenta valores dispersos em uma faixa que vai, em linhas gerais, de 10 a 1.000 rodadas de simulação para cada constelação única de parâmetros dos modelos. Usualmente, ainda, modelos mais complexos são testados com amostras menores, devido às limitações relativas ao tempo de processamento e ao número de pontos de teste no espaço de parâmetros.

No caso em tela, serão realizadas 100 rodadas de simulação para cada ponto de teste no espaço de parâmetros, a exemplo do valor adotado por Dosi, Fagiolo e Roventini (2008) para um modelo de dimensão semelhante. Esse valor foi determinado a partir da especificação de uma precisão mínima de $\pm 5\%$ para estimação dos indicadores críticos, com confiança de 95%²¹⁷. Cada rodada do modelo é gerada a partir de diferentes “sementes” do gerador de números aleatórios, garantindo as condições de independência estatística (ausência de correlação serial) para cada componente de natureza estocástica. A partir daí serão inferidas as estimativas paramétricas para os valores representativos dos indicadores críticos. Para efeito de análise, no que segue, eles serão representados pelas suas médias e desvios padrão²¹⁸ ao longo dos períodos de cada rodada.

Considerando que estão sendo testados 47 conjuntos de parâmetros, com 5 valores cada, um total de 23.500 rodadas de simulação foram executadas inicialmente, produzindo 235 mil valores distintos para os indicadores. Os resultados obtidos na análise de sensibilidade estão detalhados no apêndice B.

²¹⁷ Esse procedimento é necessário porque, para um dado número de rodadas (amostras), o nível de confiança e a precisão da estimação dos parâmetros estatísticos variam em sentidos opostos (COSTA NETO, 1977).

²¹⁸ A análise preliminar confirmou que as distribuições estatísticas, para a maioria dos indicadores, são suficientemente simétricas e unimodais para justificar a adoção de médias ao longo dos períodos das rodadas de simulação como parâmetros relevantes.

Os detalhes dos resultados dos testes de sensibilidade serão explorados na próxima seção. Como avaliação geral, conclui-se que, apesar do número relativamente elevado de parâmetros do modelo, apenas um grupo reduzido deles tem capacidade de produzir, individualmente, alterações relevantes nos indicadores críticos do modelo. Ainda assim, o impacto de cada parâmetro, individualmente, restou relativamente modesto, mostrando a importância da estrutura do modelo sobre suas saídas. Mudanças expressivas nos resultados foram obtidas, apenas, com a manipulação combinada de mais de um parâmetro crítico.

Essas constatações, entretanto, merecem ser devidamente qualificadas. Devido à restrição de tempo e de capacidade de processamento, inerentes aos modelos de simulação mais complexos, apenas regiões reduzidas do espaço de valores dos parâmetros puderam ser exploradas. Entretanto, acreditamos que a estratégia proposta permitiu selecionar as regiões mais interessantes para o processo de análise de sensibilidade, sob uma perspectiva *History-friendly*. Sem a pretensão de generalidade²¹⁹ sobre os resultados obtidos, acreditamos que eles sejam suficientemente representativos do quadro empírico modelado, como será discutido a seguir.

4.3. Análise dos resultados

A avaliação e teste dos resultados obtidos pelo modelo de simulação não é uma tarefa imediata. A verificação das relações de entrada e saída do modelo, realizadas durante a análise de sensibilidade, são apenas o passo inicial desse processo.

“[O] teste de MABs pode borrar a fronteira [...] entre verificação e validação. Se podemos testar o MAB em questão, alterando as variáveis de entrada diferentes para avaliar o intervalo de valores de saída possível que o modelo produz, então temos que ter alguns meios para julgar se esse intervalo é consistente com o correto funcionamento do modelo ou não. Na maioria dos casos, isso apenas pode ser feito se considerarmos a plausibilidade dos resultados com referência aos intervalos de entrada que foram escolhidos. Isso, por sua vez, geralmente se baseará na parcela da realidade que o modelo tenta explicar. Esta é uma das razões por que uma descrição clara do problema a ser modelado e como a saída deve ser julgada é essencial para a verificação e a validação.” (ORMEROD; ROSEWELL, 2009, p. 133)

²¹⁹ Adotamos a perspectiva popperiana sugerida por Ormerod e Rosewell (2009), de que o processo de validação não é um tipo de prova; o que se busca é apenas a construção de modelos com maior capacidade explicativa e que sejam passíveis de serem falseados.

A partir da análise de sensibilidade do modelo, a primeira etapa de avaliação consiste na validação dos resultados gerais produzidos, a partir da percepção obtida pelo pesquisador durante a etapa de pesquisa empírica. Isso se dá por meio da verificação da plausibilidade dos valores, das relações entre variáveis e da dinâmica proveniente das múltiplas rodadas do modelo (KLÜGL, 2008). Devido às características próprias dos MAB, os procedimentos de análise têm que envolver não apenas as propriedades agregadas do modelo, mas também aquelas oriundas de subconjuntos dos agentes, ou mesmo de agentes individuais (ibid.).

Em uma segunda etapa, já dentro da metodologia dos MAB *History-friendly*, será proposta a avaliação da aderência dos resultados obtidos aos fatos estilizados e trajetórias históricas provenientes da pesquisa empírica (MALERBA, 2010). Por fim, será testada a compatibilidade entre os mecanismos de causação verificados nas rodadas do modelo e as hipóteses teóricas adotadas.

4.3.1. Resultados gerais do modelo

Como já mencionado, os resultados do modelo foram obtidos a partir da repetição de rodadas de simulação, sob a mesma configuração de parâmetros e valores iniciais, a partir das quais são geradas as séries temporais para análise. Cada rodada envolveu 250 unidades de tempo (UT), representando um período de mais de 60 anos no setor investigado. Esse processo permite não apenas a representação paramétrica (médias e desvios padrão) de indicadores que sumarizam consistentemente os resultados obtidos, mas também uma perspectiva da dinâmica temporal dos processos e a construção de intervalos de confiança para cada variável do modelo.

Obviamente não existe a expectativa de que a trajetória histórica de qualquer variável do sistema real seja representada, por exemplo, pela trajetória média gerada pelo sistema para a versão modelada dessa variável. Dada sua unicidade e não reprodutibilidade, a trajetória concreta pode perfeitamente representar um caso limite dentro do modelo proposto, sem que isso configure uma anomalia da modelagem (WINDRUM, 2007). Portanto, no que se segue, serão apresentados os resultados em termos dos intervalos obtidos a partir de múltiplas rodadas de simulação, além de seus valores médios. Complementarmente fo-

ram estimados intervalos de confiança para esses valores – não plotados nos gráficos a seguir – dentro de níveis convencionais de significância, confirmando que os valores apresentados confinam as médias esperadas para qualquer valor de significância a partir de 0,1%.

O modelo proposto representa em detalhes um segmento específico do setor de internet: o mercado de serviço de acesso à internet. Esse mercado é composto por firmas – os provedores – que oferecem o serviço, com diferenciação de preço e qualidade, e por pessoas ou organizações – os usuários – que utilizam o serviço, com orçamentos e preferências heterogêneos. Em cada período de tempo t , os provedores avaliam as tecnologias disponíveis para construir suas redes, a concorrência no mercado e a demanda que esperam para seus serviços. Com isso, realizam o planejamento da capacidade e qualidade de suas redes de serviço e definem os preços que serão oferecidos. Cada provedor comercializa apenas uma oferta de serviço a cada período. Os usuários avaliam as ofertas disponíveis, e o comportamento dos demais usuários, e escolhem os provedores mais adequados aos seus orçamentos e preferências. Essa escolha está sujeita a um período mínimo de contratação. Periodicamente, novos provedores podem decidir entrar no mercado. Outros, ainda, podem ser forçados a deixá-lo, por falta de condições financeiras ou de relevância.

Na configuração testada²²⁰, compatível com a evidência empírica do setor de internet real (ver apêndice A), o mercado de acesso à internet é iniciado com 4 provedores e 1,8 milhão de usuários potenciais do serviço, em princípio distribuídos uniformemente entre os provedores existentes. Esses 4 provedores contam com tecnologias, redes, qualidades e preços iguais no momento inicial ($t = 0$). Os usuários potenciais, nesse instante, dispõem de orçamento equivalente aos preços ofertados pelos provedores. A partir do período $t = 0$, novos usuários potenciais chegam continuamente ao mercado de internet, até que seja atingida a saturação em torno do período $t = 150$. O crescimento da demanda potencial total tem o perfil clássico da curva logística, ajustada aos dados empíricos brasileiros (ver COSTA; BIANCHINI, 2008), conforme apresentado na Figura 23. Os novos usuários dispõem de orçamentos distribuídos aleatória e individualmente²²¹.

²²⁰ Conforme apresentado no apêndice A, o número inicial de provedores ou de usuários potenciais não é crítico para os resultados gerais do modelo, exceto durante o período inicial ($t < 50$).

²²¹ Todos os valores de parâmetros e condições iniciais adotados estão detalhados no apêndice A.

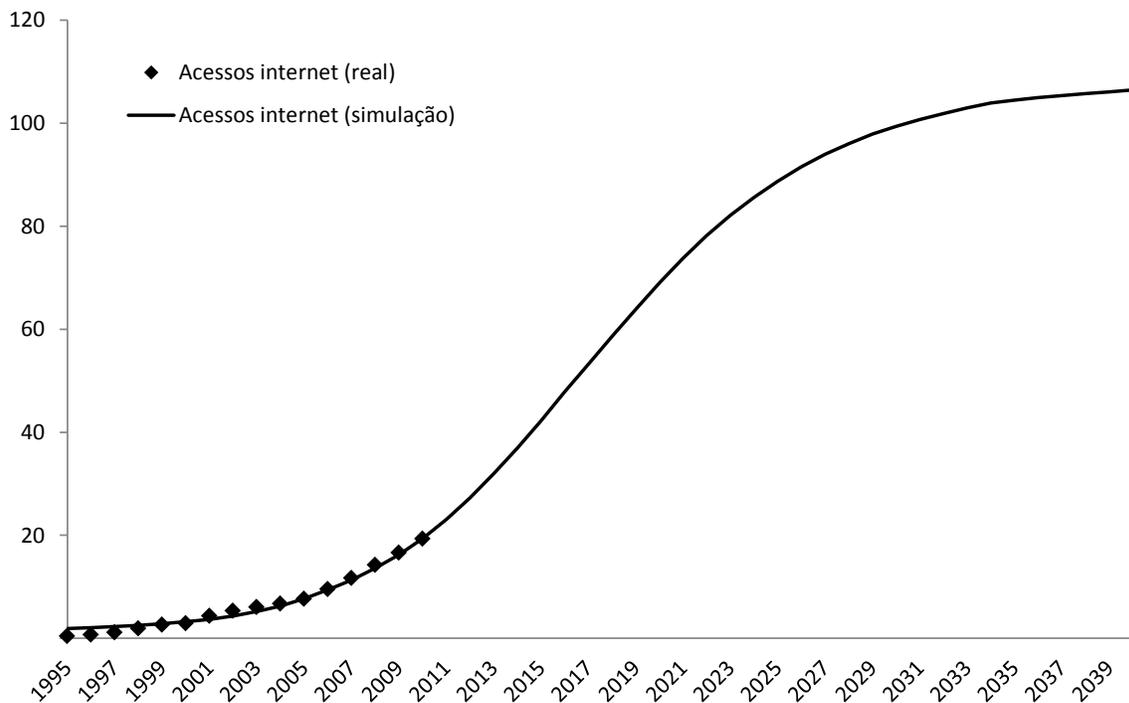


Figura 23 – Evolução da demanda real e simulada.

(milhões de conexões de usuários do serviço de acesso)

FONTE: SEPIN, 2000; CETIC.BR, 2006-2011; IBGE, 2011; análise do autor.

Os usuários são heterogêneos, não apenas no tocante ao orçamento que dispõem, mas também em relação às preferências – fixas – que ordenam a utilidade relativa de cada oferta de acesso. As preferências são expressas em três dimensões²²²: preço, qualidade e *market share* (representando a influência do comportamento de outros usuários). A combinação das duas primeiras dimensões das preferências tende a agrupar os clientes em nichos – ou submercados – que frequentemente não podem ser eficazmente atendidos por um único provedor, dada a restrição de oferta única para cada firma e a possível incompatibilidade entre as dimensões de escolha – em particular devido ao antagonismo entre preço e qualidade.

Em rodadas de simulação típicas, o modelo mostra que se formam nichos em situações de grupos de usuários com preferências “radicais” – peso proporcionalmente muito maior em uma das duas dimensões críticas – para os quais provedores específicos formatam

²²² Preço menor é preferido ao maior, qualidade superior é preferível à inferior e provedores com *market share* maior são preferíveis àqueles com *market share* menor.

uma oferta especial (preço muito baixo ou qualidade muito alta) e, assim, tendem a desenvolver uma relação clássica de *lock-in*. Devido ao mecanismo linear adotado para a atribuição das preferências, esses nichos costumam a ser pequenos, assim como os provedores que se especializam neles – apesar das rentabilidades elevadas frequentemente observadas no caso dos nichos de alta qualidade.

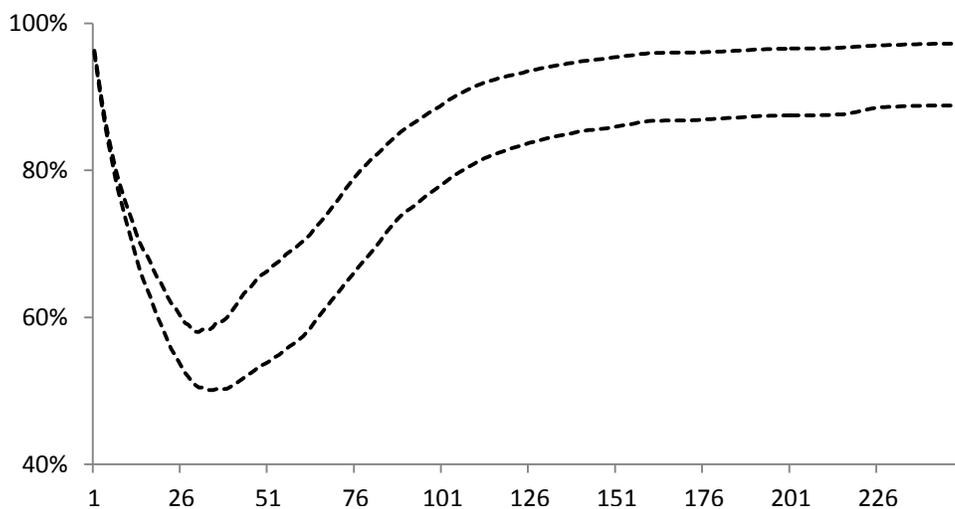


Figura 24 – Evolução da parcela da população atendida pelo serviço de acesso²²³. (intervalo de confiança²²⁴ do percentual médio da população potencial total)

Outra característica observada do comportamento da demanda no modelo, mais importante, é a possibilidade de exclusão de um grande número de usuários potenciais do serviço de acesso, dada a possível inexistência de provedores com preço compatível com os orçamentos de muitos usuários potenciais. A Figura 24 evidencia esse padrão. Os cenários de simulação mais prováveis são de cobertura superior a 90% da população ao longo do tempo, apesar de que, em algumas rodadas atípicas, a proporção de usuários atendidos permanece bastante baixa, no patamar de 20%. Em todos os cenários, entretanto, foi inevitável

²²³ Em todos os gráficos a seguir, o eixo das abscissas representa o tempo em unidades de tempo de simulação (UT), ou aproximadamente 1 trimestre, exceto quando indicado em contrário.

²²⁴ A análise da distribuição dos resultados obtidos ao longo das rodadas de simulação pode ser sintetizada pela construção de intervalo de confiança para as médias. Todos os intervalos de confiança a seguir foram obtidos a partir de amostras de 100 rodadas de simulação, ao nível de 1% de significância, exceto quando explicitamente especificado em contrário.

a exclusão de uma parcela significativa da população no estágio inicial do setor ($t < 80$ ²²⁵), devido aos preços elevados do serviço. Analisando as decisões das firmas e suas “contabilidades virtuais”, esse fenômeno se explica, majoritariamente, pelos elevados custos iniciais da tecnologia e pela reduzida escala de operação.

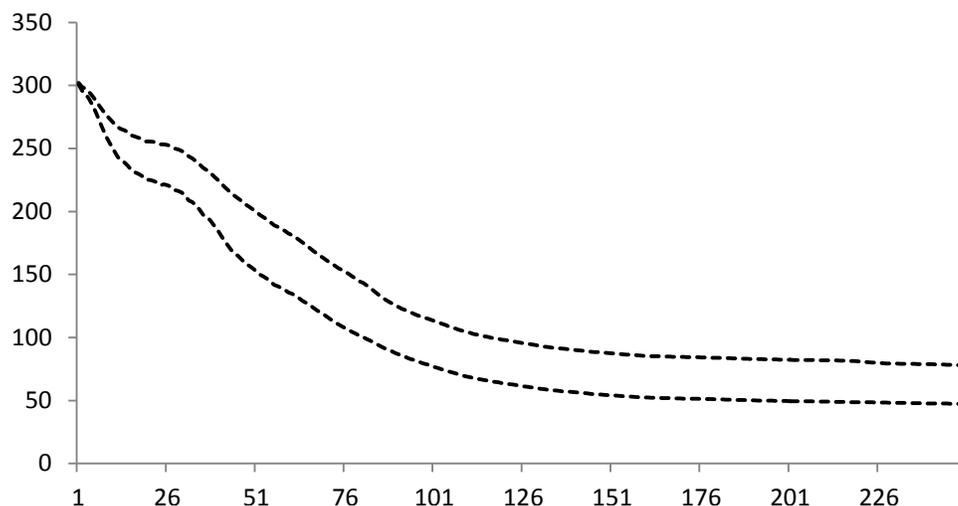


Figura 25 – Evolução do preço do serviço de acesso.
(em UM, intervalo de confiança²²⁴ da média ponderada dos provedores²²⁶)

O comportamento dos preços médios ponderados praticados no mercado está apresentado na Figura 25. A análise das rodadas indicou que os preços mais elevados no período inicial ($t < 75$) são devidos, em um primeiro momento ($t < 25$), aos preços dos primeiros provedores, mas, rapidamente, se tornam consequência dos custos ainda elevados da(s) tecnologia(s) de rede disponível(is). Apesar da variação entre cenários de simulação, na maioria dos casos os preços convergem para patamares compatíveis com os orçamentos da maioria da população de usuários potenciais, conforme a produtividade da tecnologia avança. Mas, destaque-se, essa não é uma convergência automática – existiram rodadas atípicas nas quais o preço inicial elevado foi mantido indefinidamente – nem implica em margens de lucro reduzidas na maioria das rodadas de simulação.

²²⁵ Ou cerca de 20 anos, considerando que cada unidade de tempo simulada corresponde *grosso modo* a 1 trimestre no tempo histórico do setor concreto.

²²⁶ Neste e em todos os casos a seguir, exceto quando mencionado em contrário, a ponderação é realizada utilizando-se os respectivos *market share* das firmas como peso.

Consistentemente com as preferências fixas dos usuários ao longo da simulação, e a despeito da flexibilidade dos provedores para modificarem suas qualidades de rede no processo competitivo, a qualidade média ponderada do serviço manteve-se relativamente constante (Figura 26), ainda que com leve tendência de redução ao longo do tempo.

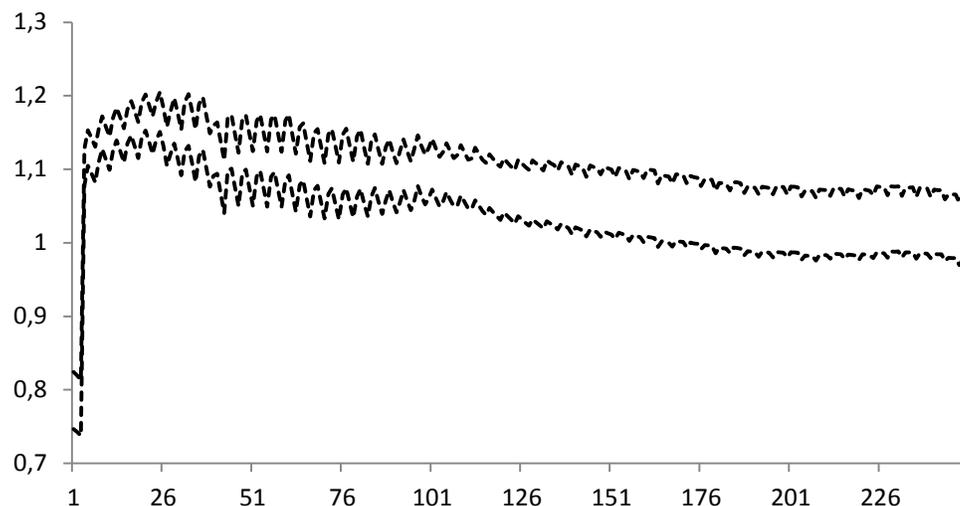


Figura 26 – Evolução da qualidade do serviço de acesso.

(intervalo de confiança²²⁴ da média ponderada dos provedores, o nível 1 representa a qualidade “padrão”, valores maiores representam qualidade superior)

A análise das rodadas de simulação mostra que a entrada e a saída de firmas no mercado são intensas durante a fase de crescimento acelerado da demanda (medida pela população de usuários potenciais), que acontece no período $t < 125$, caracterizando um regime turbulento nesta etapa. Conforme se depreende da Figura 27, o regime de entrada e saída e o número de provedores tende a se estabilizar no período de maturidade do setor simulado ($t > 125$). Em qualquer cenário, o número máximo de firmas relevantes²²⁷ comportado pelo setor foi de 16, apesar de usualmente o número efetivo ser bastante inferior – em média 8 provedores no período de crescimento acelerado, tendendo a 4 durante a maturidade. Rodadas com o surgimento de monopólios foram observadas durante o período de maturidade com probabilidade relativamente alta – superior a 30%. O número de provedo-

²²⁷ A simulação modelou apenas firmas com *market share* médio igual ou superior a 1%, independentemente da viabilidade econômica de provedores menores.

res maiores – ou incumbentes²²⁸ – variou tipicamente entre 4 no período de crescimento acelerado e 2 na maturidade.

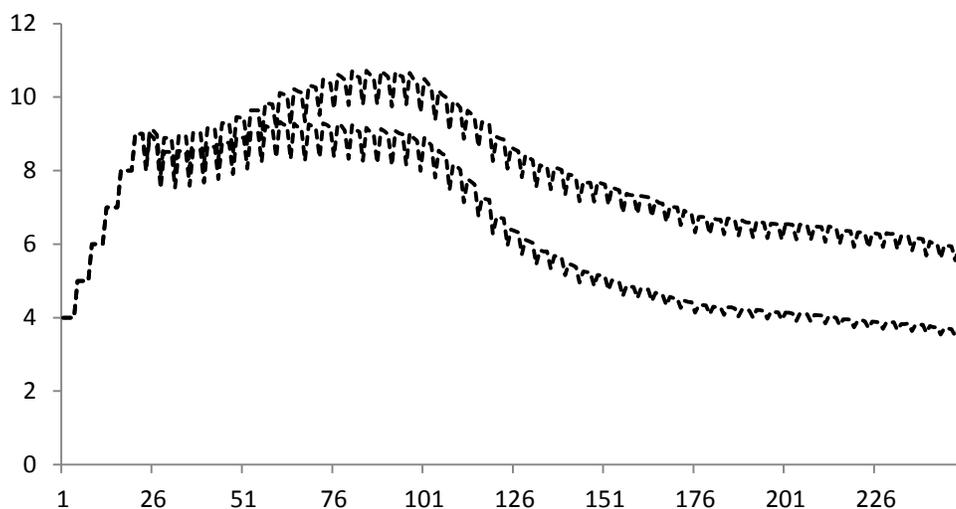


Figura 27 – Evolução do número total de provedores no setor²²⁹.
(intervalo de confiança²²⁴ da média do total)



Figura 28 – Evolução das taxas de retorno sobre o capital empregado.
(taxas médias ponderadas brutas, escala logarítmica)

²²⁸ Foram classificados como incumbentes aqueles provedores que detiveram *market share* de pelo menos 20% durante 20 UT consecutivas, além dos provedores iniciais, conforme com critérios antitruste usuais (SEAE; SDE, 2001; USDJ, 2010).

²²⁹ A oscilação de alta frequência apresentada no gráfico se deve ao critério de permitir as entradas apenas em períodos que são múltiplos de 4 UT.

A turbulência no grupo de provedores entrantes²³⁰ pode ser parcialmente explicada, segundo a dinâmica do modelo, pela significativa e persistente diferença de rentabilidade entre entrantes e incumbentes. Os dados de rentabilidade – ou retorno sobre o capital empregado – estão apresentados na Figura 28, sob a forma das taxas médias brutas ponderadas pela participação de mercado.

A rentabilidade dos entrantes é usualmente negativa nos primeiros períodos ($t < 40$), crescendo fortemente na segunda metade do período de crescimento acelerado da demanda ($40 < t < 125$). Porém a taxa bruta de retorno sobre o capital empregado dessas firmas se acomoda em um patamar relativamente baixo – em torno de 10% – no período de maturidade, o que ajuda a explicar a dificuldade para entrada e sobrevivência nessa etapa do desenvolvimento da indústria. Já a rentabilidade dos incumbentes persiste, durante todo o período de simulação, em patamares substancialmente superiores, a despeito da turbulência e do acesso pleno dos entrantes às tecnologias de rede mais recentes.

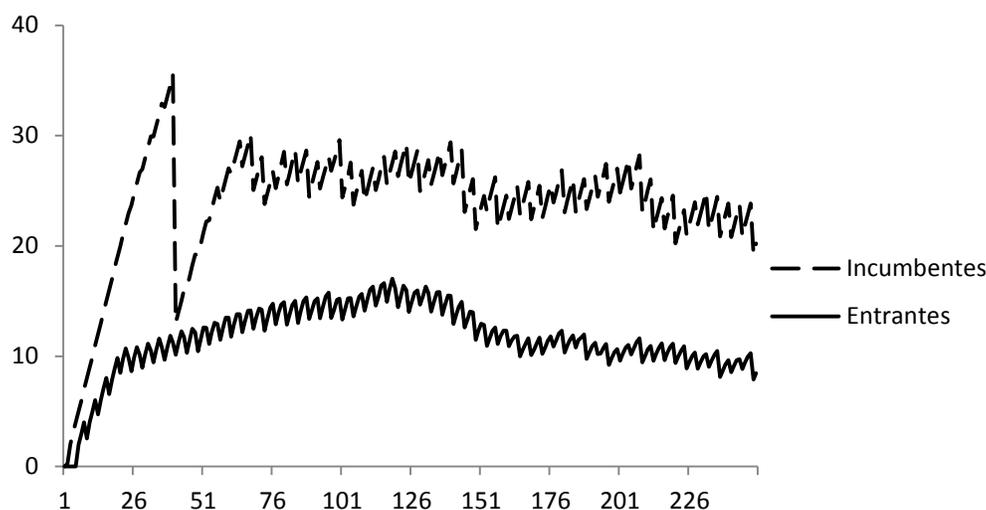


Figura 29 – Evolução da idade das redes dos provedores.
(em UT, média ponderada dos provedores)

A baixa rentabilidade dos entrantes, sob a perspectiva evolucionária usual, pode parecer surpreendente. Confirmando as expectativas teóricas, a análise das “gerações” tec-

²³⁰ Os entrantes são definidos por contraste aos incumbentes, ou seja, são aqueles provedores que adentram o mercado após o período inicial ($t > 0$) e que não conseguem atingir *market share* superior a 20% por períodos prolongados (superiores a 20 UT).

nológicas das redes de incumbentes e entrantes, representada na Figura 29, mostra uma significativa e persistente vantagem para os entrantes – de mais de 10 UT ou cerca de 2,5 anos, em média – o que se traduz em custos unitários médios de manutenção menores para essas firmas (redes mais novas apresentam produtividade superior).

Entretanto, a análise detalhada do modelo mostra que, a ocorrência de *lock-in*²³¹ dos usuários aos provedores, a presença de economias de escala e a baixa agressividade comercial entre incumbentes são os principais fatores explicativos para a manutenção das margens superiores dos incumbentes e para a saída frequente de entrantes do mercado, a despeito da vantagem tecnológica destes. Essa combinação de fatores é também responsável pela limitada participação de mercado que os entrantes obtiveram na maioria das rodadas, conforme aponta a Figura 30.

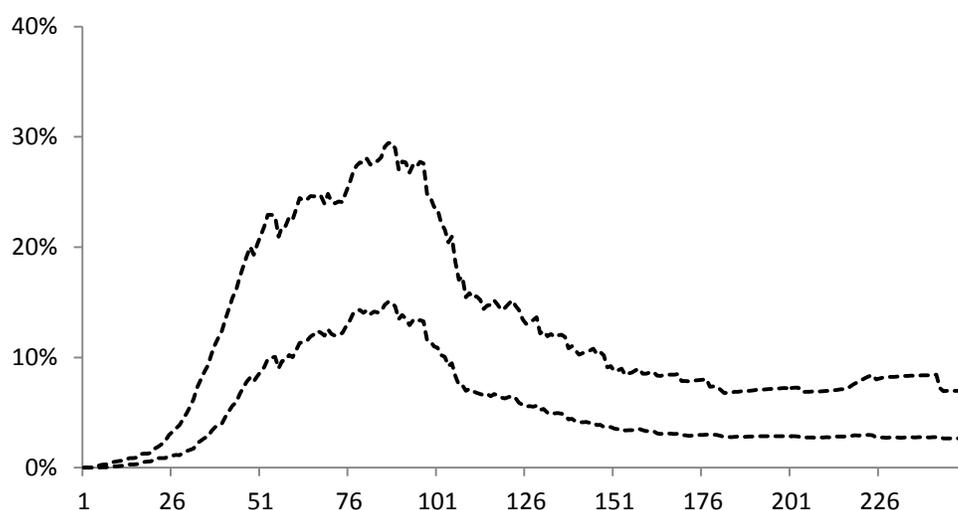


Figura 30 – Evolução do *market share* total dos provedores entrantes. (intervalo de confiança²²⁴ da média, sobre o mercado atendido total)

A partir de um pico de cerca de 30% de *market share* conjunto, obtido frequentemente pelo conjunto dos entrantes no final do período de crescimento mais rápido do mercado, a tendência na maturidade é de declínio para uma participação marginal – em torno de 5% – do conjunto dos pequenos provedores. Lembre-se, entretanto, que os raros

²³¹ A ocorrência do *lock-in* no modelo se dá, principalmente, devido à preferência de alguns grupos de usuários por provedores maiores, modelando a influência das redes sociais das quais fazem parte. De forma secundária, o *lock-in* surge também no caso de combinações de preço e qualidade especialmente adequadas para certos grupos de usuários.

entrantes maiores (com *share* individual superior a 20%), após certo período (20 UT), passam a ser considerados incumbentes no modelo, o que certamente subavalia o impacto dos entrantes na Figura 30.

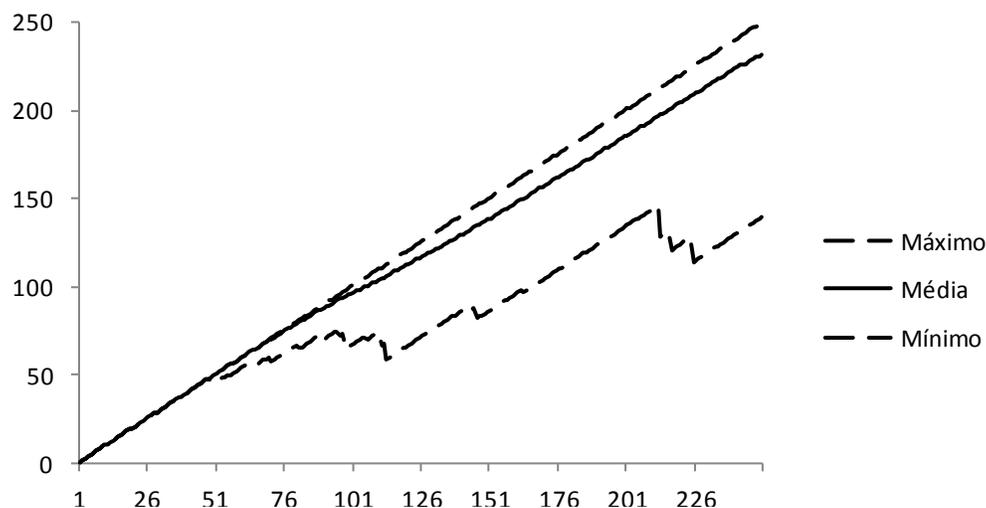


Figura 31 – Evolução da idade média dos provedores incumbentes. (em UT, média ponderada dos provedores)

A importância da participação dos entrantes no período de maturidade fica mais clara quando se avalia a idade média ponderada (pelo *market share*) dos provedores incumbentes, na Figura 31. Até o período $t = 75$, a idade média é definida essencialmente pela contribuição dos provedores que eram incumbentes desde o período $t = 0$. Os entrantes ainda são ou muito jovens ou muito pequenos para entrarem no grupo dos incumbentes. A partir daí, a ligeira inflexão para baixo da reta de 45° indica a tímida²³², porém crescente, participação de firmas entrantes na definição da idade média, na maioria das rodadas de simulação.

A avaliação detalhada das rodadas de simulação permite concluir que a incessante turbulência, entre os entrantes, e a relativa estabilidade, entre os incumbentes, propiciam uma inequívoca tendência dos resultados em direção à contínua concentração da estrutura do setor. Isso fica evidente ao se analisar a Figura 32, que apresenta a evolução do índice Herfindahl-Hirschman para os *market share* (HHI^S) do setor, ao longo das rodadas

²³² Os resultados sobre a reta de 45° que parte da origem representam cenários onde apenas as firmas que existiam no período $t = 0$ sobreviveram como incumbentes até o período correspondente do gráfico.

do modelo de simulação. São relativamente incomuns as rodadas nas quais o HHI^S varia substancialmente em relação ao seu valor médio, sugerindo a característica estrutural dessa concentração no modelo.

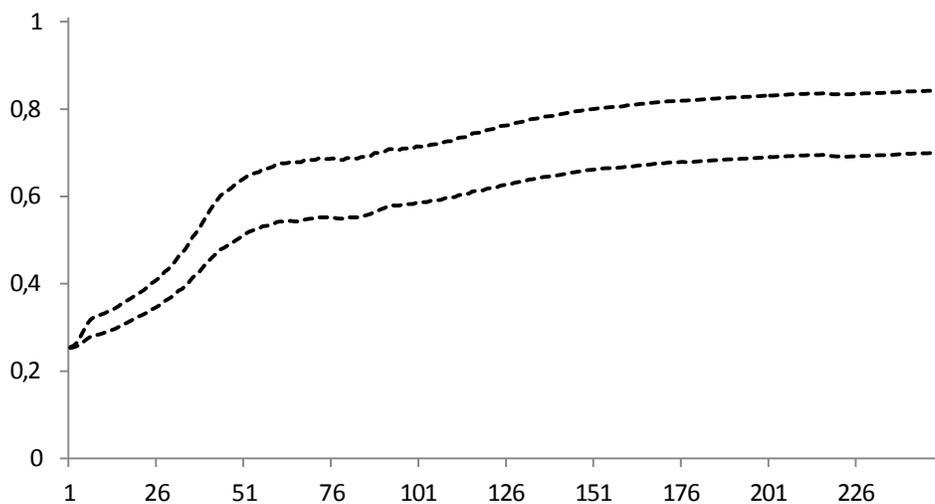


Figura 32 – Índice Herfindahl-Hirschman para o *market share*.
(HHI^S , intervalo de confiança²²⁴ da média)

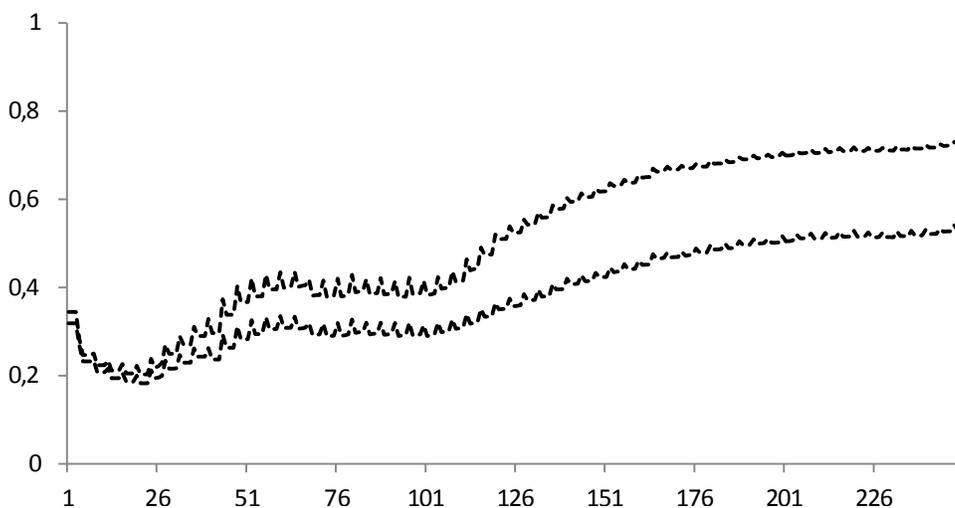


Figura 33 – Índice Herfindahl-Hirschman para as participações no capital.
(HHI^K , intervalo de confiança²²⁴ da média)

Os resultados da concentração da estrutura setorial podem também ser observados a partir da distribuição do capital produtivo empregado entre os provedores de serviço de acesso à internet – Figura 33. O índice de Herfindahl-Hirschman, calculado para o capi-

tal empregado (HHI^K), se comporta de forma semelhante ao caso do HHI^S . Apesar dos valores ligeiramente inferiores do HHI^K durante o período de crescimento acelerado do modelo, a tendência é de contínua concentração ao longo do período de simulação, como no caso do HHI^S . A tendência de longo prazo de ambos os indicadores é de convergência, o que é consistente com a redução verificada no número de provedores.

Em resumo, os resultados globais obtidos a partir do modelo de simulação se mostraram consistentes, nas suas linhas gerais, com os fatos estilizados selecionados pela análise empírica e as hipóteses teóricas consideradas no quadro de referência teórica adotado. Nenhuma discrepância significativa pôde ser identificada nesta etapa da análise. A seguir, os elementos principais dessas duas categorias analíticas serão confrontados com as informações detalhadas fornecidas pelo modelo.

4.3.2. Aderência dos resultados aos fatos estilizados e às trajetórias históricas

A adequada reprodução dos fatos estilizados e trajetórias históricas selecionados é um dos objetivos tentativos do modelo de simulação proposto, apesar disso não ser um fim em si. O objetivo central do modelo, dentro da metodologia *History-friendly*, é dotar o pesquisador com artefatos que permitam a análise interna e detalhada dos processos simulados e, assim, ajude a esclarecer os desdobramentos do sistema econômico real (GARAVAGLIA, 2004; MALERBA, 2010).

“Em muitas abordagens de simulação, os resultados da simulação são usados para estudar as características do sistema que foi modelado. O objetivo é compreender a relação entre variáveis e/ou parâmetros ou realizar análises contrafatuais. Isto implica que os resultados da simulação são tratados de forma similar aos dados empíricos. [...] O propósito é identificar as relações de causalidade subjacentes para explicar fenômenos conhecidos. [...] A intenção é identificar aquelas configurações do modelo para o qual os resultados da simulação estão em consonância com os dados empíricos.” (BRENNER; WERKER, 2007, p. 240-241)

O objetivo desta seção é, portanto, não apenas validar os resultados qualitativos fornecidos pelo modelo contra os dados empíricos, mas, antes, esclarecer os processos que deram origem a eles. A identificação das relações causais subjacentes às características e à dinâmica do modelo pode fornecer, simultaneamente, novas perspectivas para a compreen-

são dos fenômenos concretos e um meio eficaz para testar se as premissas assumidas na construção do modelo são compatíveis com o sistema real.

Na sequência, serão abordados os quatro principais fatos estilizados do setor de internet em seu segmento de acesso, selecionados durante a análise empírica apresentada no capítulo 1.

4.3.2.1. Fato Estilizado 1: concentração de mercado persistente

Como abordado na seção 4.3.1, a concentração da estrutura de mercado no segmento de acesso, evidenciada na análise empírica, pode também ser constatada de forma inequívoca nos resultados do modelo (Figura 32 e Figura 33), tanto no que diz respeito à concentração do *market share* como do capital produtivo (redes de telecomunicação). Os índices de Herfindahl-Hirschman para ambos os quesitos (HHI^S e HHI^K) apresentaram valores médios ao longo de 100 rodadas de 0,64 e 0,45, respectivamente. Esses resultados representam níveis de concentração extremamente elevados segundo os parâmetros habituais adotados pelas autoridades antitruste²³³. Mesmo na “melhor” rodada do modelo, o valor mínimo observado para o HHI^S foi consistentemente superior a 0,2 (Figura 32), o que já seria suficiente para classificar o mercado em questão como concentrado.

Caracterizada a aderência do modelo a este quesito, resta esclarecer os mecanismos internos que a ocasionam. Do ponto de vista estrutural, as equações do modelo não caracterizam nenhuma condição particular que enseje a concentração, o que, de resto, fica demonstrado pela viabilidade de rodadas de simulação com nível de concentração relativamente baixo.

Analisando alguns possíveis fatores estruturais do modelo que pudessem ensejar a concentração, não foi possível identificar uma origem específica que pudesse explicá-la. As tecnologias de rede, insumo principal das firmas no modelo, são exógenas a elas e estão disponíveis para todas. Os consumidores, por sua vez, tem acesso às ofertas de todos os provedores ao tomarem suas decisões. Todas as combinações entre preços ofertados e

²³³ Segundo as diretrizes adotadas pelo Departamento de Justiça e a Comissão Federal de Comércio dos EUA (USDJ, 2010), valores de HHI^S superiores a 0,25 classificam um mercado como altamente concentrado. Apesar dos organismos antitruste brasileiros não adotarem o HHI^S em suas recomendações, eles utilizam o índice C4 (concentração nas 4 maiores firmas) superior a 75% como índice de concentração (SEAE; SDE, 2001), o que *grosso modo* é equivalente a um HHI^S crítico de 0,16 nas condições do mercado em questão.

qualidade de rede dentro do espaço de escolha das firmas são, em princípio, factíveis. Existe, ainda, a possibilidade de imitação das combinações adotadas pelas firmas de maior sucesso.

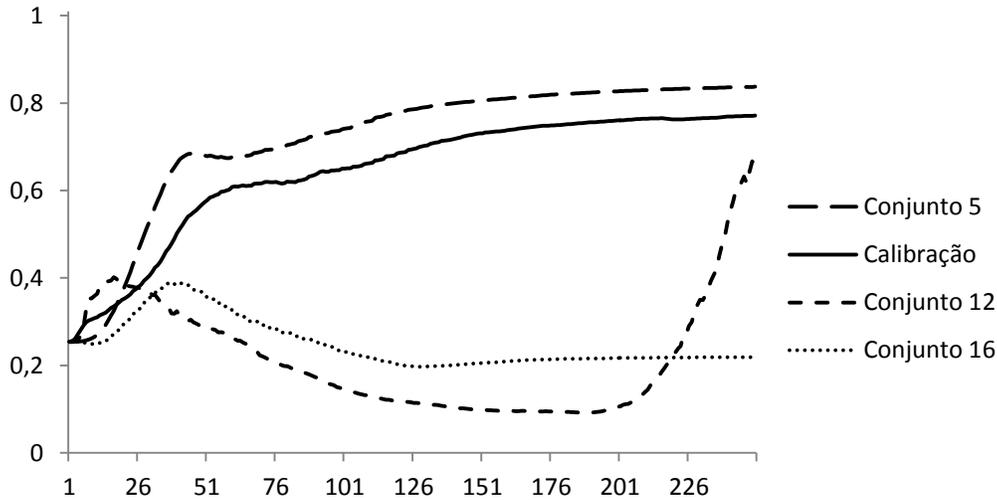


Figura 34 – Índice Herfindahl-Hirschman em alguns cenários contrafatuais. (HHI^S médios para os valores de calibração e para os conjuntos de parâmetros de teste números 5, 12 e 16)

Do ponto de vista da configuração do modelo, a análise de sensibilidade já indicou os parâmetros e condições iniciais críticos para os índices de concentração (HHI^S e HHI^K). Os testes de sensibilidade (Tabelas 3 e 5 do apêndice B) mostraram que, tanto individualmente como conjuntamente, os parâmetros c_s , b_1 , b_3 , q , g_B têm significativo potencial para mudanças dos níveis de concentração no setor. Em particular, a análise de sensibilidade conjunta (Tabela 8 do apêndice B) apontou sugestivamente para a proximidade de um máximo (local) para os HHI nas redondezas do valor de calibração, dada o pequeno potencial para aumento dos HHI por meio da alteração dos conjuntos de valores adotados para os parâmetros. Isso fica evidente na Figura 34, que apresenta os valores do HHI^S para as combinações de parâmetros críticos (conforme Tabela 7 do apêndice B) que proporcionam a máxima (conjunto 5) e a mínima (conjunto 12) concentração do mercado. Para a combinação de parâmetros dos conjuntos número 12 e 16, em particular, o nível médio de concentração cai para valores abaixo dos limites críticos de concentração usuais durante a maior parte da simulação. Esses casos serão retomados mais a frente.

Ao analisar os processos ativados quando da variação dos parâmetros críticos, e que afetam o processo de concentração, surgem quatro mecanismos explicativos combinados: (i) a importância da referência ao comportamento de outros usuários na seleção do provedor de acesso (parâmetro b_3), em desfavor do preço e da qualidade, enquanto *fator individual mais importante* para os resultados obtidos, (ii) a presença de economias de escala (parâmetro c_s), (iii) a ausência de crescimento nos orçamentos disponíveis para os usuários (parâmetro g_B), e (iv) a redução da acuidade subjetiva entre diferenças de qualidade objetivas dos provedores (parâmetro q).

A relevância das economias de escala em um setor como a internet é, provavelmente, o mecanismo melhor estabelecido na literatura, dentre os quatro apontados (BAIN, 1956, 1959; CHANDLER, 1977, 1990; PORTER, 1980). A questão da redução contínua dos orçamentos dos usuários é suficientemente óbvia enquanto redutora das oportunidades para o estabelecimento de novas firmas no mercado. Em especial em situações nas quais a migração de usuários entre provedores apresenta restrições (contratos e vínculos de ordem social), pois as possibilidades de crescimento das firmas se tornam restritas à conquista de parcela crescente de *market share*. Isso prejudica a adoção de uma das estratégias “clássicas” dos entrantes, aquela de desenvolver nichos não atendidos satisfatoriamente pelos incumbentes e crescer a partir deles (PORTER, 1980).

Entretanto, a importância das referências sociais para seleção do provedor, por meio da realimentação da instância de escolha coletiva – materializada nos *market shares* – nas escolhas individuais, e a “relativização” cognitiva das métricas de qualidade pelos usuários, a partir da modulação da acuidade com que os usuários percebem mudanças na diferença entre as qualidades ofertadas, são fenômenos novos de natureza eminentemente institucional. Essas não são justificativas empíricas usuais para a concentração setorial, apesar de já terem sido detectadas pontualmente por vários autores, como David (1985), Jonard e Yildizoğlu (1998) e Birke e Swann (2006). É relevante que o impacto significativo sobre a concentração do mercado se dá mesmo com valores modestos do peso do fator (b_3), que modela a influência social na formação da decisão do usuário – em média 20% no cenário de calibração, ou ainda com alterações pequenas na acuidade dos usuários para a qualidade dos serviços (fator q).

Essa é uma conclusão importante. A introdução de fatores endógenos na formação das preferências individuais, mesmo em proporção pequena entre os fatores adotados pelos usuários em suas decisões, ocasionou fenômeno emergente do tipo *downward causation* (HODGSON; KNUDSEN, 2004). O processo de realimentação entre a estrutura emergente, representada pelo conjunto das decisões dos usuários, e as decisões individuais na escolha do provedor afetou, de forma crescente ao longo do tempo simulado, a dinâmica da estrutura setorial, através do estabelecimento de um caso indireto²³⁴ de externalidade de rede (SHAPIRO; VARIAN, 1999).

O processo de *downward causation* verificado, apesar de muito relevante no sistema simulado, não costuma ser considerado nas análises sobre as estruturas de setores tipicamente concentrados no mundo real. Acreditamos, entretanto, que a transposição dessa perspectiva para o setor concreto de internet permite aumentar a capacidade explanatória da análise. Como será visto mais adiante, a consideração apenas dos fatores de concentração convencionais não parece suficiente para justificar o cenário apresentado pela pesquisa empírica.

4.3.2.2. Fato Estilizado 2: reduzida competição por meio de preços

Não é evidente a moderação da competição, por meio de preços, entre os provedores do modelo, a partir da observação da Figura 25. Na média das 100 rodadas, o preço médio praticado cai sistematicamente ao longo da simulação, até se estabilizar em torno de 116 UM/UT (o equivalente a R\$ 29 por mês no mercado concreto). A redução dos preços é especialmente importante durante o período de crescimento acelerado da demanda ($t < 125$), indicando que o maior número de competidores nessa etapa (Figura 27) foi relevante para o resultado.

Entretanto, a análise da taxa de redução dos preços, de forma isolada, pode ser enganosa, como aponta a Figura 35. Apesar do aumento do número de competidores duran-

²³⁴ Esse cenário de externalidade de rede “indireta” (KATZ; SHAPIRO, 1985) não se enquadra na definição mais usual de externalidade (SHY, 1995, 2001), uma vez que o usuário não se beneficia de forma tangível da quantidade de usuários conectados à rede do seu provedor, dada a interconexão usualmente plena entre as redes que compõem a internet, mas sim do maior volume de “benefícios” complementares. Liebowitz e Margolis (1996) chamam a atenção que não se trata aqui, propriamente, de externalidades, mas sim da redistribuição para os usuários de economias de escala e escopo obtidas com o crescimento da base de usuários.

te o período de crescimento acelerado da demanda, a convergência dos preços em direção aos custos acontece de forma lenta, em particular para os provedores incumbentes.

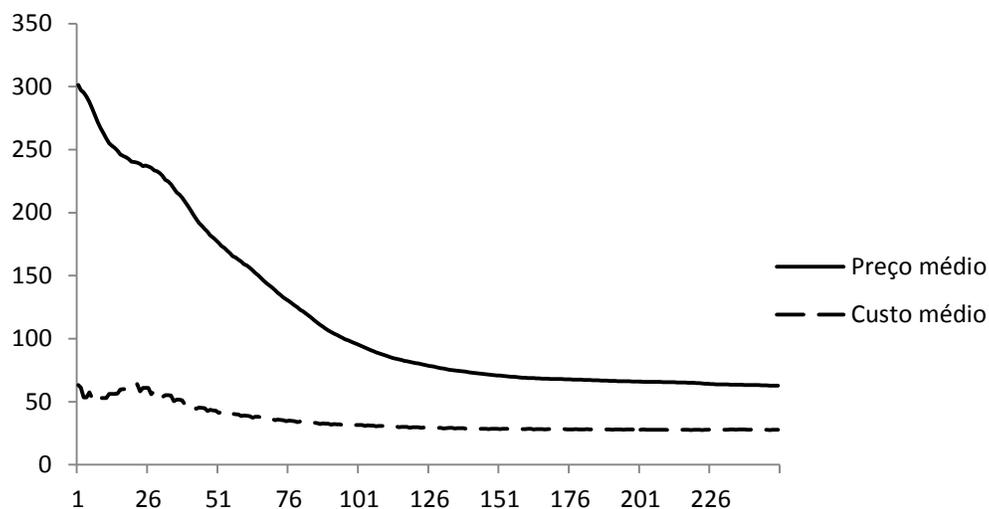


Figura 35 – Comparação entre preço e custo médios.
(em UM por UT, média ponderada dos provedores por usuário)

A investigação das rodadas de simulação mostra que os incumbentes, tirando vantagem dos fatores favoráveis à concentração apresentados anteriormente, reduziram seus preços de modo sistematicamente menos intenso do que os entrantes, protegendo os preços médios da erosão mais significativa que seria esperada em um cenário de competição preços-qualidade pura. E, no período de maturidade, a competição por preços praticamente é descartada, o que fica evidente com a estabilidade dos preços a despeito de margens (*markups*) relativamente elevadas. Em todos os períodos, a presença de forças de estabilização da estrutura do setor, como aquelas apontadas no capítulo 2, limitou a operação do mecanismo clássico de competição por preços e permitiu às firmas, em particular as incumbentes, a preservação de lucros “extraordinários”.

O comportamento pouco agressivo dos incumbentes também poderia ser atribuído, a primeira vista, às estratégias pré-configuradas para esses provedores no modelo de simulação. Entretanto, recorde-se, a estratégia adotada pelas firmas é escolhida entre as diversas opções disponíveis (Tabela 3), sendo que estratégias mais ou menos agressivas em termos de preços estão disponíveis para entrantes e incumbentes. Mas, como se depreende

da análise agregada das rodadas de simulação, os incumbentes que obtêm maior sucesso no processo competitivo são mais frequentemente aqueles que empregam as estratégias menos agressivas.

Como a seleção da estratégia da firma é modelada como um processo adaptativo, que mistura aprendizado com imitação local, ao longo do tempo os provedores tendem a descobrir e adotar as estratégias com maior probabilidade de êxito no contexto específico. Para os incumbentes isso significa o predomínio das estratégias de número 1, 2 e 7 (Tabela 3). Nas três estratégias maior peso é colocado no cumprimento da meta (fixa) de retorno sobre o capital empregado, limitando na prática os preços mínimos que podem ser oferecidos pelos aderentes a essas estratégias, a despeito do objetivo simultâneo de crescimento do *market share* nas estratégias de número 1 e 2. Já para os entrantes, a participação de estratégias preço-qualidade puras, para maximização da participação de mercado sem considerações sobre a rentabilidade, se mostrou dominante nas escolhas, em particular durante o período de crescimento acelerado da demanda.

O processo de aprendizado dentro das respectivas redes de relacionamento local se mostrou crítico para os resultados obtidos. Como o processo de seleção da estratégia se dá a partir do aprendizado de cada grupo – entrantes e incumbentes – sobre os resultados da aplicação das diversas estratégias, os resultados desse processo podem ser – e frequentemente são – diferentes entre os dois grupos. Isso está em sintonia com a evidência empírica, que geralmente associa comportamentos mais moderados com as firmas incumbentes. Mas, no modelo, a justificativa para essa moderação não opera a partir de considerações de interação estratégica entre os competidores, como é usual. Antes, é o processo social de construção de redes de relacionamento, entre agentes mais ou menos heterogêneos, que dá origem a processos de aprendizado conjunto e à construção de convenções compartilhadas, distintos entre os grupos sociais emergentes.

A análise acima, entretanto, não esgota os mecanismos que atuaram para a queda relativamente lenta dos preços no modelo. Surpreendentemente, outra contribuição importante para a manutenção de preços relativamente elevados foi a escolha do parâmetro que define o valor mínimo para alterações nos preços (p_{step}), calibrado em 5%. A Figura

36 ilumina essa questão. Conforme os provedores podem realizar ajustes cada vez menores em seus preços, no modelo, a erosão destes acontece de modo crescentemente mais lento.

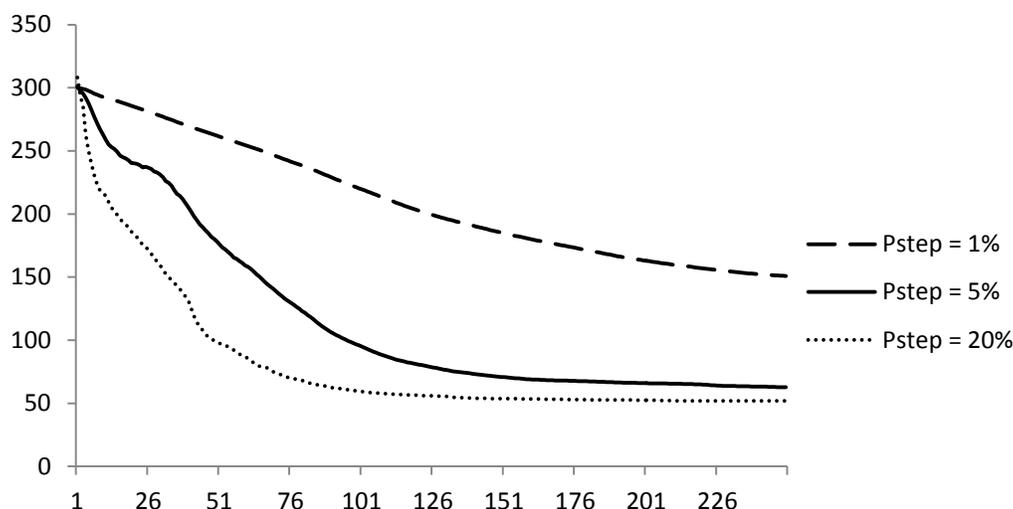


Figura 36 – Preço médio em alguns cenários alternativos de reação.

(em UM por UT, média ponderada dos provedores por usuário, percentual de variação nos preços)

De forma um tanto contraintuitiva, a existência de um limite mínimo para mudanças nos preços se mostra um fator importante para a aceleração da queda destes. Isso ocorre devido à necessidade de eventual sobrerreação para a realização dos ajustes desejados nos preços das firmas, o que, na média, tende a amplificar as reduções aplicadas através de um mecanismo sistêmico de realimentação positiva. Isso posto, existiriam motivos para as firmas reais não adotarem, então, alterações incrementais e reduzidas em seus ajustes de preços? Existiria algum limitante inferior para essas alterações no sistema real?

A evidência empírica anedótica indica que as firmas efetivamente não introduzem mudanças em escalas “microscópicas” em seus preços²³⁵, adotando, mais frequentemente, limites convencionais relativamente estáveis para balizar sua ação. Nossa hipótese é que isso se deve, primordialmente, à avaliação das firmas sobre a percepção do usuário sobre o que significa “redução dos preços” para efeito de sua escolha. De qualquer forma, a existência de certa “rigidez” para mudanças muito pequenas nos preços pode representar importante impacto sobre os preços médios praticados no mercado real ao longo do tempo,

²³⁵ Diversos autores argumentam que isso se deve ao fenômeno dos “custos de *menu*”, ou seja, o benefício da alteração do preço seria inferior ao custo incorrido na mudança.

demonstrando a operação de outro mecanismo de natureza institucional pouco explorado na literatura.

Por fim, o patamar inicial dos preços praticados mostra-se relativamente pouco importante da determinação dos preços no longo prazo. Conforme a Figura 37, o impacto de preços iniciais mais ou menos elevados se “dissipa” ao longo da primeira metade da simulação, reforçando a importância de fatores sistêmicos na determinação dos preços ao longo da simulação.

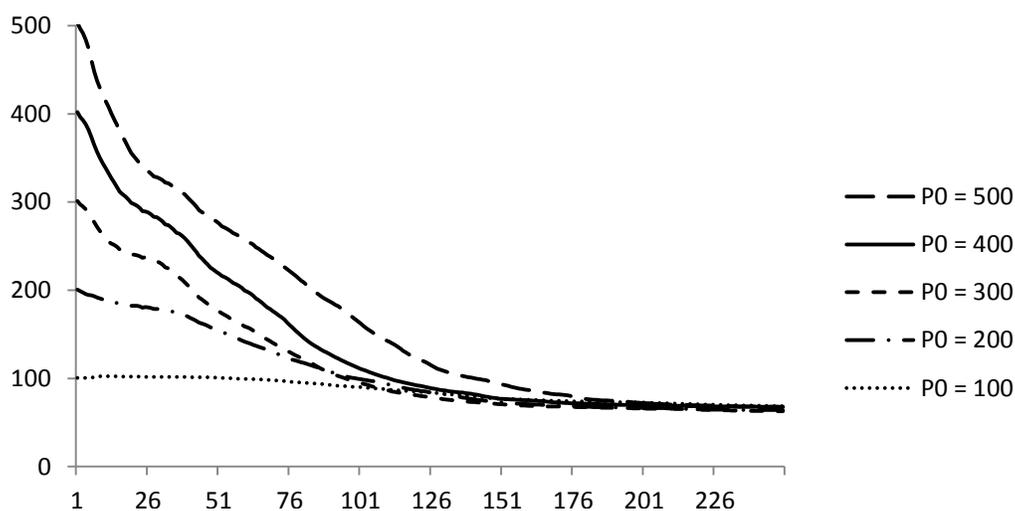


Figura 37 – Preço médio em alguns cenários alternativos de preço inicial.
(em UM por UT, média ponderada dos provedores por usuário)

4.3.2.3. Fato Estilizado 3: baixa taxa de entrada com sucesso

Tanto o modelo como a análise empírica apontam para significativas oportunidades para as firmas entrantes no mercado de acesso à internet, em particular durante o período de crescimento acelerado da demanda ($t < 125$). Isso se deve (i) à existência de parcela importante da população não atendida pelos provedores existentes (Figura 24), (ii) à rentabilidade relativamente elevada experimentada pelas firmas (Figura 28), em especial os incumbentes, ou mesmo (iii) à possibilidade de acesso a tecnologia mais produtiva do que as dos incumbentes (Figura 29).

No entanto, o acompanhamento dos entrantes nas rodadas do modelo indica a incapacidade da maioria dessas firmas de permanecer no setor por prazos maiores. Isso se torna claro quando a idade média das firmas entrantes é analisada na Figura 38. Conforme a

inclinação da curva de idades cai abaixo de 45° (100% de entrada com sucesso²³⁶), maior é a taxa de mortalidade das firmas entrantes. Na média das rodadas, a taxa de sucesso das entrantes no modelo fica abaixo de 20%.

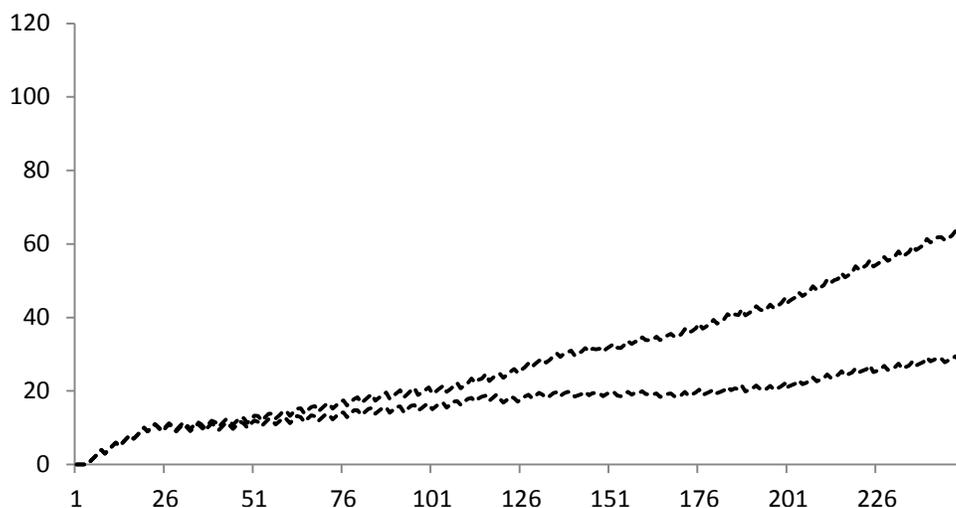


Figura 38 – Evolução da idade média dos provedores entrantes. (em UT, intervalo de confiança²²⁴ da média ponderada dos provedores)

Três mecanismos principais foram determinantes para o comportamento do modelo nesse quesito, todos alinhados com a análise empírica: (i) a variação do período médio entre inovações tecnológicas radicais (p_{rad}), (ii) o nível do orçamento mínimo disponível para os usuários, bem como sua taxa de crescimento (g_B), e (iii) a presença de economias de escala. Os dois últimos mecanismos já foram tratados na questão da concentração do mercado, tema conexo com a baixa taxa de sucesso dos novos entrantes. Resta, portanto, compreender a operação do primeiro e principal mecanismo.

4.3.2.4. Fato Estilizado 4: ciclos prolongados de difusão tecnológica

A Figura 39 mostra o impacto decisivo do ritmo da introdução de novas tecnologias sobre a taxa de sucesso média dos entrantes. Ao poderem escolher a melhor tecnologia disponível quando entram no mercado, os entrantes têm uma vantagem importante – e decisiva para seu futuro – quando iniciam sua operação nos períodos imediatamente subse-

²³⁶ A “entrada com sucesso” é representada pela firma entrante que consegue permanecer no mercado, até o final do período de simulação, com *market share* superior a 1%.

quentes à introdução de novas tecnologias. Isso porque adquirem equipamentos de rede com produtividade significativamente acima da média do setor, permitindo custos unitários médios inferiores, margens superiores e maior capacidade de disputar novos usuários. Conforme o período médio entre as inovações radicais (p_{rad}) – portadoras das novas tecnologias – se reduz, aumenta o número dessas “janelas de oportunidade” para a entrada de provedores com maior probabilidade de sucesso no mercado. Esse cenário se reflete na maior longevidade média dos entrantes, como refletido na Figura 39.

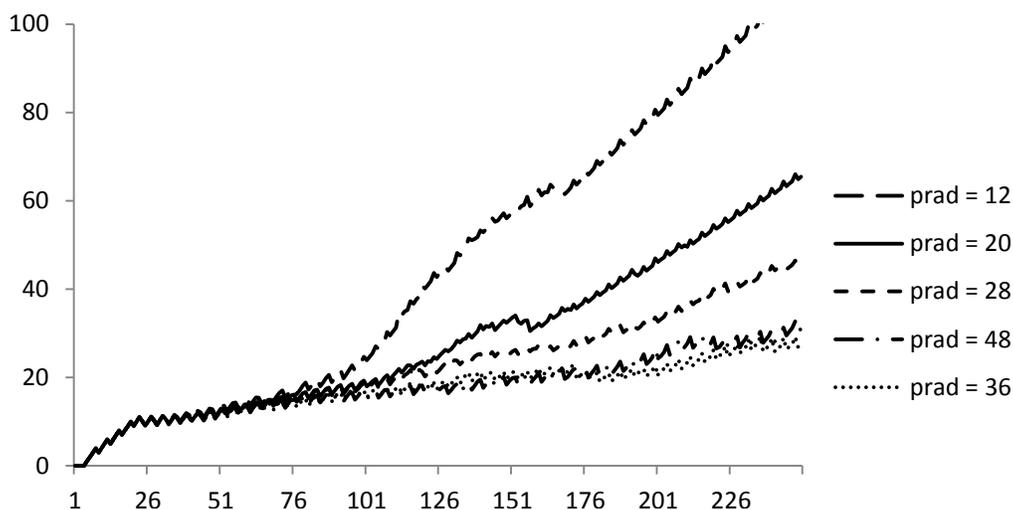


Figura 39 – Idade dos entrantes em cenários de período entre inovações.
(em UT, média ponderada dos provedores, período médio entre inovações radicais)

Na análise de sensibilidade, uma redução de 29% no período entre inovações radicais implicou em um aumento médio de 57% da probabilidade de sucesso das firmas entrantes. Confirmando essa tendência, a análise de rodadas de simulação típicas mostra que as firmas que entram no mercado até 3 períodos após a introdução de novas tecnologias apresentam níveis de sucesso muito superiores aos das demais.

Um dos fatos estilizados envolvendo esse fenômeno, apontado na análise empírica, é a existência de ciclos mais longos no processo de introdução de novas tecnologias de acesso no Brasil, em relação ao verificado em outros países. Apesar de produzidos por fornecedores globais, os novos equipamentos de rede frequentemente necessitam de outros

ativos complementares para sua implantação, em particular autorizações regulatórias²³⁷. A defasagem crescente na introdução de novas tecnologias implica em ciclos de vida expandidos artificialmente para as tecnologias antigas. A presença de mecanismos de “retardo tecnológico” foi sugerida na análise empírica como resultado da ação de redes hierárquicas de relacionamento mobilizadas pelos provedores incumbentes, que viabilizariam o atraso na liberação de licenças regulatórias essenciais para as novas tecnologias.

Um dos interesses dos provedores incumbentes no prolongamento dos ciclos de difusão tecnológica, ao reduzir o número de “janelas de oportunidade” para entrada com maior probabilidade de êxito, já foi explicitado. Será proposta agora a realização de um experimento, por meio da introdução no modelo de um mecanismo de “sincronização” da disponibilidade das novas tecnologias com a depreciação dos equipamentos de rede dos incumbentes. Espera-se que isso permita evidenciar um dos possíveis mecanismos do fenômeno de baixa taxa de entrada com sucesso.

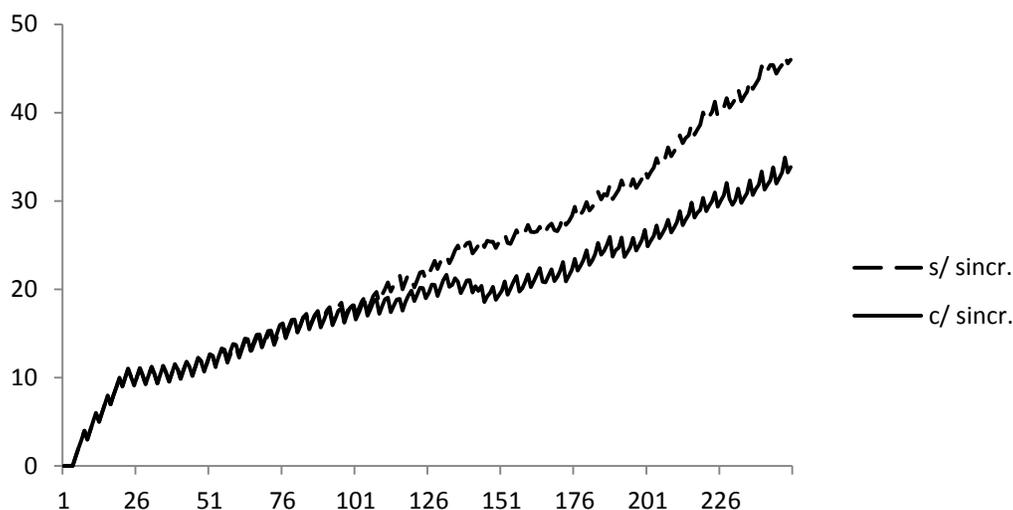


Figura 40 – Idade dos entrantes com e sem sincronização da inovação.
(em UT, média ponderada dos provedores, sincronização com depreciação dos incumbentes)

Com o experimento, novas tecnologias têm seu lançamento defasado até que parte significativa (superior a 50%) do estoque de capital total dos incumbentes esteja com idade para depreciação imediata. Isso visa maximizar a vida útil dos equipamentos dos in-

²³⁷ Isso inclui, mas não se limita a, licenças de radioespectro, homologações, licenças de operação, acordos de compartilhamento de infraestrutura, concessão de direitos de passagem, contratos de interconexão etc.

cumbentes – e o retorno do capital empregado – e reduzir a vantagem tecnológica dos novos provedores, como discutido anteriormente. Como esperado, a ativação desse mecanismo – desabilitado na configuração de calibração – ocasionou redução de até 45% na taxa de sucesso das firmas entrantes no período de maturidade ($t > 125$), conforme indica a Figura 40.

Com o mecanismo de sincronização, os incumbentes podem realizar a substituição de parcelas importantes de suas redes de serviço justamente no momento em que novas tecnologias se tornam disponíveis para todos os provedores, reduzindo substancialmente a vantagem competitiva dos provedores entrantes nesses períodos críticos. O resultado desse movimento dos incumbentes pode ser verificado na Figura 41, que apresenta a significativa mudança no comportamento das firmas incumbentes na gestão da depreciação de suas redes. Como a sincronização praticamente não altera o comportamento dos entrantes, os intervalos (*gaps*) entre as idades médias das redes de incumbentes e entrantes, nos momentos de transição tecnológica, são minimizados, em particular no período de crescimento acelerado da demanda ($t < 125$).

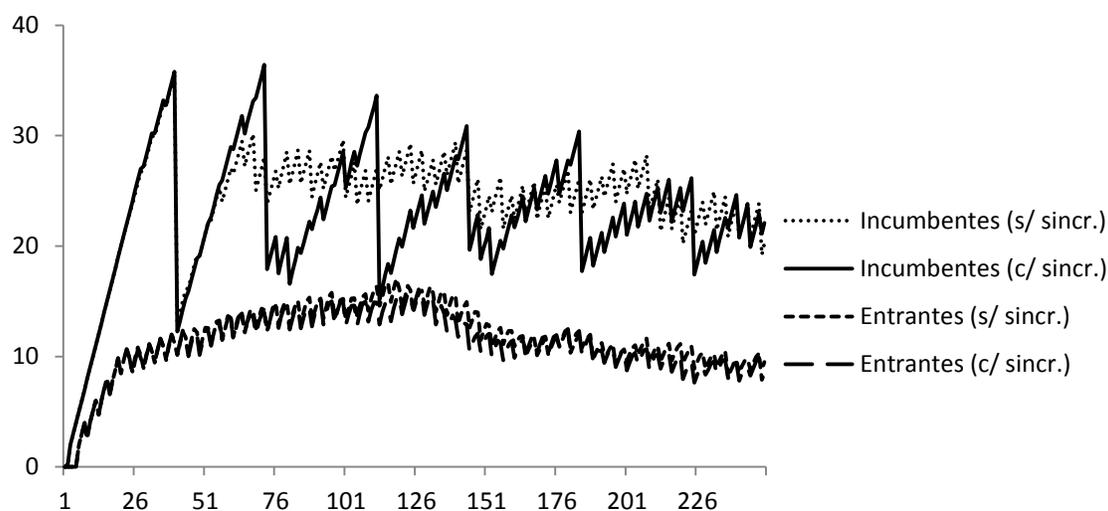


Figura 41 – Idade média das redes com e sem sincronização da inovação.
(em UT, média ponderada dos provedores, sincronização com depreciação dos incumbentes)

O modelo mostra, portanto, a efetividade dos mecanismos de retardo da difusão tecnológica, seja pela redução do número de “janelas de oportunidade” para os entrantes,

seja pela de sincronização entre inovação e depreciação das redes dos incumbentes, como instrumento de restrição da vantagem competitiva das entrantes. Esse é, novamente, um fenômeno de natureza institucional pouco considerado na análise teórica convencional da competição²³⁸. O recurso da modelagem de simulação permite o tratamento teórico dessa questão complexa e relevante para os estudos setoriais.

4.3.3. Compatibilidade dos mecanismos de causação com hipóteses teóricas

Além da reprodução e explicação de fatos estilizados e trajetórias históricas, um dos objetivos de um modelo de simulação *History-friendly* é a possibilidade de avaliar a compatibilidade das premissas e da estrutura do modelo com o quadro de referência teórica. Essa etapa é fundamental para que a consistência da relação entre a teoria e a empiria possa ser testada.

A seguir, as sete hipóteses teóricas principais, assumidas durante a análise empírica apreciativa e apresentadas no capítulo 2, serão confrontadas com os processos desenvolvidos e os resultados obtidos durante a simulação.

4.3.3.1. Hipótese 1: correlação positiva entre economias de escala e concentração

Como já levantado na seção 4.3.2.1 acima, economias de escala são relevantes para os resultados do modelo, em particular para a concentração do mercado de acesso. Assim, uma questão que surge naturalmente da discussão anterior é se, dada a presença de economias de escala no modelo, não seriam elas a causa principal do comportamento de concentração apresentado, na linha tradicionalmente proposta pela Organização Industrial.

A análise de sensibilidade, no entanto, já avaliou que os resultados do modelo não são qualitativamente alterados quando da variação isolada do parâmetro c_s que controla a característica de escala no modelo, dentro de faixas relativamente amplas. A Figura 42 explicita esse ponto, mostrando que mesmo a eliminação completa das economias de escala ($c_s = 1$) não reduziria o nível de concentração para um nível que permitisse alterar a característica de competição muito concentrada. Note-se, ainda, que o impacto das economias de

²³⁸ A possibilidade e a efetividade do empreendedorismo institucional dos incumbentes são, no entanto, frequentemente citadas ao longo dos estudos empíricos de setores concentrados, ainda que de forma genérica.

escala sobre o modelo não depende significativamente da sua magnitude, desde que caracterizada a presença desse fenômeno ($c_s < 1$).

Como explorado na Figura 42, tão somente com a introdução de deseconomias de escala ($c_s > 1$) seria possível a redução do nível de concentração do mercado em termos qualitativos significativos. Não existe, entretanto, nenhuma referência na literatura empírica do setor sobre a possibilidade desse cenário contrafactual²³⁹, dada a natureza das tecnologias empregadas. Dessa forma, parece improvável que a presença de economias de escala seja, em última instância, a principal determinante da característica de concentração da competição, apesar da aparentemente correlação positiva entre ambas.

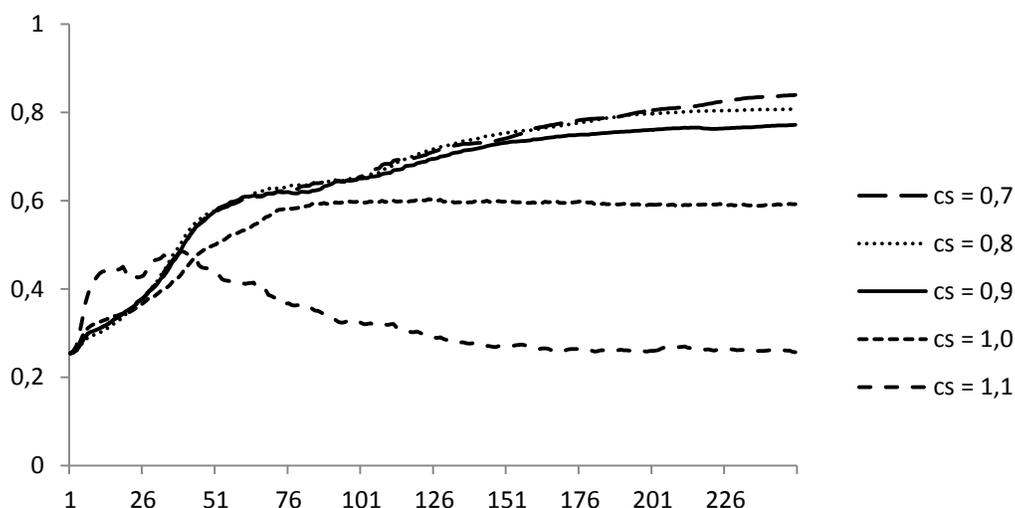


Figura 42 – HHI em alguns cenários de economias de escala.

(HHI^s , média das rodadas, calibração: $c_s = 0,9$)

Explorando mais esse tema, outro cenário contrafactual que parece interessante, já apresentado na Figura 34, mostra que algumas combinações especiais dos parâmetros testadas durante a análise de sensibilidade, representadas pelos conjuntos de parâmetros de números 12 e 16 da Tabela 7 do apêndice B, proporcionam características qualitativamente distintas para a estrutura de mercado (ver Tabela 8 do apêndice B). Esses conjuntos particu-

²³⁹ Os resultados para os cenários contrafatuais são, essencialmente, especulativos. Eles têm caráter exploratório e não são baseados nos dados empíricos do setor concreto. Buscam responder perguntas do tipo “o que poderia ter acontecido se no passado...” e não projetar o futuro ou indicar práticas a serem adotadas. Como mencionado anteriormente, este tipo de modelo é inadequado para projeções ou aplicações normativas diretas (GARAVAGLIA, 2004).

lares de parâmetros permitem a operação do mercado simulado sem a concentração característica sob os parâmetros de calibração, permitindo níveis de HHI^S sistematicamente abaixo de 0,25, nível crítico para a definição de mercados muito concentrados (ver nota 233).

Os conjuntos de parâmetros 12 e 16 se caracterizam por (i) baixa influência das escolhas dos demais usuários (enquanto *proxy* dos efeitos das redes sociais) sobre a decisão do usuário na seleção do provedor, (ii) ausência de economias de escala e (iii) elevada acuidade dos usuários a diferenças entre a qualidade dos serviços. Apesar da significativa participação de mercado dos entrantes sob ambos os conjuntos de parâmetros, os resultados obtidos são bastante distintos no que diz respeito à viabilidade das firmas menores. Sob o conjunto 12, a rentabilidade dessas firmas é bastante baixa, ou mesmo negativa, durante a maior parte do período de simulação, conforme ilustra a Figura 43. Isso se deve à constante redução do orçamento dos usuários nesse conjunto ($g_B < 0$), o que ocasiona progressiva redução do mercado total após a etapa de crescimento acelerado ($t > 125$).



Figura 43 – Taxa de retorno dos entrantes em cenários de parâmetros críticos. (média ponderada dos provedores)

O conjunto 16, por outro lado, combina baixa concentração e elevada rentabilidade dos entrantes, o que se reflete na redução expressiva da quantidade de firmas que deixa o mercado durante a simulação, mostrando a viabilidade, em tese, de uma estrutura setorial menos concentrada em um mercado “saudável”. Apesar de desejável sob uma perspec-

tiva normativa, esse cenário depende crucialmente de premissas muito particulares sobre características cognitivas dos usuários ou sobre atributos da tecnologia, ambos em princípio pouco suscetíveis a intervenções exógenas diretas, em especial no curto prazo.

Resta portanto evidente a importância da presença de economias de escala, pelo menos enquanto elemento que impõe certo patamar de barreiras à entrada no segmento de acesso. Entretanto, essas barreiras, por si, não são suficientes para explicar o elevado nível de concentração experimentado pelo sistema modelado e, provavelmente, também não o são no sistema real.

4.3.3.2. Hipótese 2: presença de *first-mover advantages*

A questão da relevância das *first-mover advantages* (vantagens dos pioneiros) no modelo pode ser apreciada em pelo menos três situações distintas. Primeiro, por meio do desempenho diferenciado experimentado pelos provedores que iniciam a simulação em $t = 1$ já “estabelecidos” no modelo, dispondo da vantagem singular de contar com um número substancial de usuários para contratação imediata do serviço de acesso. Segundo, pelo desestímulo para o investimento da firma entrante representado pela capacidade instalada da indústria em relação à demanda total. Terceiro, pela vantagem que goza a firma pioneira na adoção da estratégia mais adequada para o momento, pelo menos antes da imitação pelos demais provedores.

Quanto à primeira situação, a Figura 31, já apresentada, permite identificar que o nível de “mortalidade” dos provedores incumbentes pioneiros é extremamente reduzido, pelo menos até o período $t = 80$, ou seja, durante a maior parte da fase de crescimento acelerado do modelo ($t < 125$) essas firmas gozam de indiscutível vantagem sobre as entrantes. Ao analisar os mecanismos que geram esse fenômeno, resta evidente que a oportunidade de constituir uma base de usuários proporcionalmente grande no início da simulação proporcionou importante realimentação positiva para as incumbentes pioneiras. Isso porque a conquista quase imediata de uma grande parcela dos usuários proporciona vantagem para a captura dos novos usuários, que entram posteriormente no mercado, como já discutido na seção 4.3.2.1.

Os entrantes, por outro lado, podem aumentar apenas gradualmente suas bases de usuários, ao adquirir parcelas dos usuários novos que adentram no mercado e dos usuá-

rios antigos que terminam seus contratos. Logo, ao partir de bases de usuários proporcionalmente muito menores do que as dos incumbentes pioneiros, o processo de realimentação positiva para os entrantes opera de forma mais modesta. Isso significa um potencial de crescimento diferenciado entre os provedores durante um período relativamente longo. Para crescer a taxas iguais ou superiores às dos incumbentes, só resta aos entrantes oferecer condições de preço e qualidade mais vantajosas para os usuários, com impactos negativos nos seus custos e rentabilidades. Esse processo tende a aumentar a fragilidade financeira dos entrantes, reduzindo suas probabilidades de êxito e, indiretamente, reforçando ainda mais a capacidade competitiva dos incumbentes pioneiros.

Já a preempção do investimento em capacidade produtiva (de rede, no caso), situação clássica de *first-mover advantages* na Organização Industrial, também cumpre papel no modelo, ainda que não decisivo. Como modelado, os entrantes consideram a capacidade de outros provedores antes de definir seu investimento inicial, sendo que as firmas que optam por capacidades mais reduzidas incorrem em custos unitários maiores, devido à presença de economias de escala. Entretanto, a análise das rodadas mostra que, mais importante do que o custo unitário reduzido, é a adequada utilização da capacidade de rede (razão entre capacidade instalada e número de usuários) o fator crítico para a sobrevivência dos provedores. No modelo, assim como no sistema concreto, dada a elevada proporção dos custos fixos em relação aos variáveis, redes de alta capacidade embutem maior risco: sob baixa utilização, os provedores maiores entram com mais facilidade em “espirais” crescentes de prejuízos e endividamento, normalmente fatais.

Também a questão do “pioneirismo estratégico” se mostrou, frequentemente, importante para o sucesso das firmas modeladas. Entretanto, essa não é uma vantagem absoluta *ex ante*. As regras comportamentais configuradas no modelo dão preferência à imitação estratégica, em detrimento da inovação, em coerência com a evidência anedótica. Assim, a firma apenas inova caso: (i) os resultados da estratégia atual sejam sistematicamente inferiores aos seus objetivos e (ii) as estratégias adotadas pelos demais provedores da sua rede de relacionamento (incumbentes ou entrantes) não estejam produzindo resultados consistentemente melhores do que aqueles da sua estratégia corrente. Dada a ausência de oportunidade para imitação, o processo de busca inovadora de estratégias, no modelo, é essencial-

almente aleatório. Logo, não existe garantia de sucesso para a inovação, até porque tampouco existem estratégias que sejam intrinsecamente superiores para quaisquer condições ou estágios do mercado modelado.

A análise *ex post* da inovação estratégica mostra que menos de 20% das firmas inovadoras têm sucesso com a nova estratégia escolhida (no sentido de atingirem suas metas de rentabilidade em algum intervalo de tempo). Entretanto, aquelas que têm êxito na inovação apresentam probabilidade de sobrevivência, no longo prazo, superior em cerca de 60% às demais.

Os três casos analisados indicam que existem vantagens potenciais para os pioneiros nessas circunstâncias, tanto no modelo como, aparentemente, no sistema real. Entretanto, com a exceção do caso dos provedores incumbentes pioneiros no modelo²⁴⁰, essas vantagens estão associadas com a assunção de riscos maiores pelas firmas pioneiras, como esperado.

4.3.3.3. Hipótese 3: evolução setorial se deu pelos mecanismos de busca inovadora e de seleção sobre a variedade

Apesar do modelo proposto não tratar a questão da inovação tecnológica como endógena às firmas provedoras de acesso, ainda assim a busca constante dos provedores pelas melhores tecnologias disponíveis é uma das características do sistema modelado. A discussão da subseção 4.3.2.3 já reuniu e apresentou os principais mecanismos do modelo de simulação que abordam a questão. O objetivo agora é verificar a possibilidade de consolidar as conclusões anteriores sob a perspectiva da teoria evolucionária.

Em um processo de competição schumpeteriana, conforme apresentado no capítulo 2, o principal instrumento competitivo disponível para as firmas é a inovação, especialmente do tipo tecnológico. Ela costuma ser o fator mais relevante para a diferenciação entre as firmas de setores mais dinâmicos, dando origem à diversidade populacional sobre a qual o mecanismo de seleção no mercado atua (NELSON, 1995; METCALFE, 1998). Esse, entretanto, talvez não seja um retrato que abranja todos os mecanismos verificados na análise das rodadas típicas do modelo de simulação.

²⁴⁰ No sistema econômico concreto essa “exceção” somente se confirmou *ex post*, ou seja, após o êxito do serviço de acesso à internet no mercado. *Ex ante*, o risco dos incumbentes pioneiros era real.

No mercado de acesso à internet, a tecnologia que suporta a prestação dos serviços oferecidos pelas firmas é desenvolvida em outros segmentos do setor de internet. Cabe aos provedores, entrantes e incumbentes, buscarem as tecnologias mais produtivas, por definição – no modelo – associadas com as gerações mais recentes de equipamentos. Para isso, única restrição que enfrentam é de ordem econômica. No modelo, não é considerada pelas firmas a substituição de equipamentos cujo valor presente líquido de troca – considerando custos de instalação e manutenção – seja negativo. Com isso, existe um incremento mínimo de produtividade que as novas tecnologias devem oferecer, em relação às mais antigas, para que a mudança técnica ocorra antes do fim da vida útil dos equipamentos. Essa situação, entretanto, não é incompatível com a competição schumpeteriana. O movimento de renovação das redes e a manutenção de patamares de defasagem tecnológica distintos entre entrantes e incumbentes (Figura 41) são exemplos importantes do processo evolucionário de busca e diferenciação. Experimentos com o bloqueio das estratégias de renovação de rede, no modelo, conduzem inexoravelmente ao fracasso das firmas com redes mais antigas, a partir do processo de seleção do mercado artificial.

Outro mecanismo onde o processo de busca inovadora e seleção se mostrou essencial para os resultados do modelo é a inovação organizacional. Como já descrito no capítulo 3, as firmas modeladas dispõem de capacidade para aprender, imitar e, de certa forma, inovar durante o contínuo processo de exploração do espaço de estratégias de preços e de qualidade, ao mesmo tempo em que perseguem seus objetivos de rentabilidade. Em cada rodada de simulação os provedores confrontam diversas opções estratégicas, sendo que aqueles com melhores estratégias crescem mais ou obtêm maior rentabilidade ou ambos. Entretanto, esse sucesso atrai imitadores, que adotam as estratégias de maior sucesso, eventualmente inviabilizando-as, na contínua exploração do espaço de possibilidades estratégicas.

Essa movimentação em direção das “melhores” estratégias está exemplificada na Figura 44, a partir de uma rodada de simulação típica, mostrando quantas firmas entrantes adotam cada estratégia em um determinado período. Estratégias que são populares em um período, representando a melhor estratégia conhecida, são rapidamente imitadas pelas

firmas com resultados insatisfatórios²⁴¹. Mas, quando estratégias superiores surgem, existe uma rápida mudança para o que é percebido como a melhor resposta naquele momento do mercado. No exemplo da Figura 44 isso ficou claro na veloz migração da maioria das firmas da estratégia de número 18 (mais agressiva) para a de número 12 (mais conservadora) conforme o mercado amadurece. Apesar da aparente pressão competitiva em direção do isomorfismo (DIMAGGIO; POWELL, 1983), persiste a exploração de alternativas estratégicas pelos provedores novos durante o período mais dinâmico do mercado ($t < 125$). Já no período de maturidade ($t > 125$), o exemplo captura a tendência de estabilização do processo de busca e consequente a convergência isomórfica²⁴² das estratégias dos entrantes.

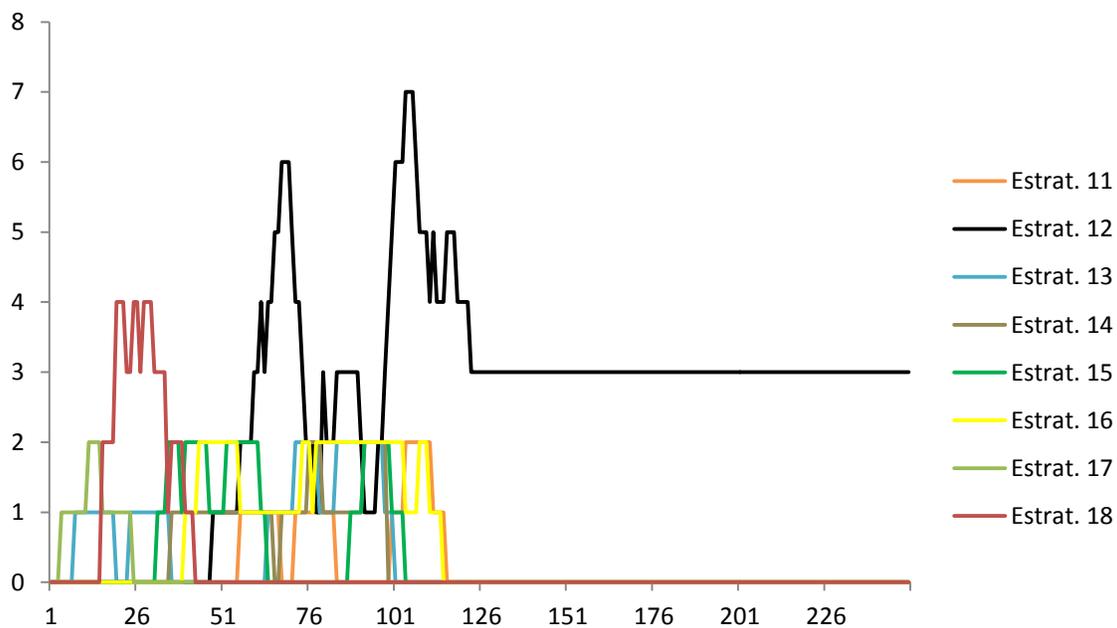


Figura 44 – Distribuição dos entrantes entre estratégias disponíveis.
(quantidade de provedores em cada estratégia)

A imponderabilidade de processos *open-ended* como os aqui descritos, outra característica do processo de busca e seleção evolucionário, fica evidente na análise das rodadas da simulação. O modelo não apresenta tendência consistente para a adoção de es-

²⁴¹ No modelo, o processo de busca de novas estratégias somente é ativado pelo provedor de acesso no caso de não atingimento sistemático das metas sob a estratégia corrente.

²⁴² O termo isomorfismo se refere não apenas à estrutura formal das organizações, mas também à sua “cultura organizacional, objetivos, programa ou missão” (DIMAGGIO; POWELL, 1983, p. 149).

estratégias pelas firmas, seja a por meio da descoberta de uma estratégia “ótima” seja pela convergência sistemática para algum conjunto específico de estratégias. Apesar disso, o processo de busca e seleção de estratégias se caracteriza pela *path dependence* marcante, tornando razoavelmente frequente a reprodução de algumas trajetórias em rodadas distintas. Parece adequado supor, portanto, que algumas trajetórias estratégicas são, *ex post*, evolutivamente mais eficazes do que outras, em certas condições do modelo²⁴³. Mas isso não impede o ocasional *lock-in* em trajetórias claramente inferiores.

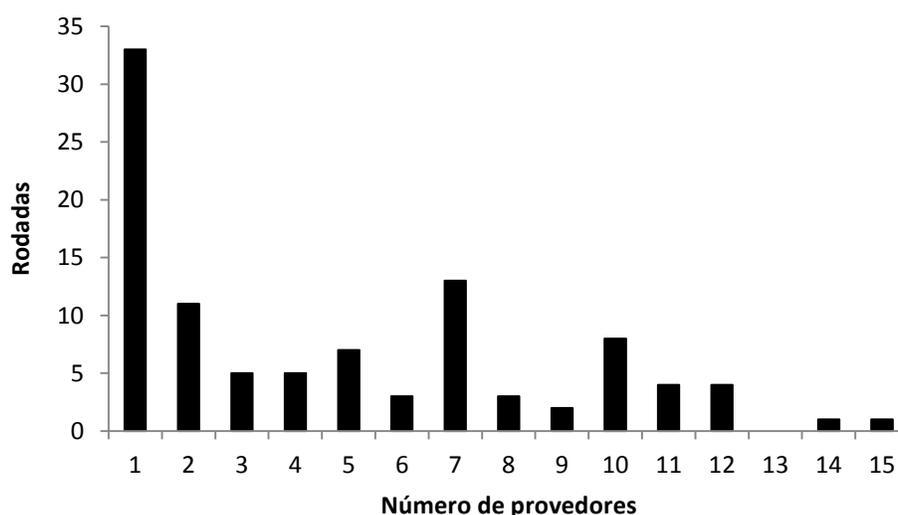


Figura 45 – Distribuição da quantidade de provedores remanescentes. (ativos no mercado durante o último período de simulação, média das rodadas)

É provavelmente desnecessário lembrar que, com a multiplicidade de trajetórias possíveis para as estratégias das firmas, os desdobramentos para a estrutura da competição setorial podem também ser bastante diversos. Em diversas rodadas a configuração das trajetórias estratégicas determinou a convergência para um monopólio estável (33% dos casos). Em outras, entretanto, o número de firmas competindo variou bastante, sem apontar nenhuma tendência clara. A Figura 45 apresenta um histograma da configuração final do mercado, em termos da quantidade de provedores no último período ($t = 250$), para as 100 rodadas de simulação.

²⁴³ A análise das trajetórias *ex post* “ótimas” do modelo não foi empreendida aqui, dado o escopo do projeto.

Enfim, a análise do modelo mostrou que, por meio de ambos os mecanismos de inovação – técnica e organizacional – os processos evolucionários de busca e seleção são cruciais na determinação dos resultados obtidos. A estrutura de mercado produzida a partir desses processos, na simulação, apresenta as características essenciais previstas pelo quadro teórico, como a turbulência de entrada e saída, a assimetria persistente entre as firmas, a *path dependence* da estrutura do mercado, a possibilidade de *lock-in* em trajetórias *ex post* “subótimas” e a incerteza *ex ante* dos desdobramentos da competição. Vale ressaltar que tais características se manifestaram enquanto fenômenos emergentes, não modelados explicitamente. Isso permite a validação das hipóteses propostas pela teoria evolucionária como constitutivas do modelo de simulação e, provavelmente, de suas contrapartes no sistema econômico real.

4.3.3.4. Hipótese 4: processos de interação local e não linear entre os agentes conduziram a trajetórias setoriais *open-ended*

Como discutido anteriormente, a distribuição dos usuários no espaço das preferências induz ao surgimento de grupos “locais”, no modelo, entre usuários com preferências semelhantes. No caso particular de usuários próximos das fronteiras paramétricas, pode-se detectar o surgimento de nichos de mercado, demandantes de ofertas de serviço de acesso específicas – preço muito baixo ou qualidade muito elevada. Em especial no último caso, foi relativamente comum o surgimento de provedores “localmente focados” nesses nichos, com ofertas incompatíveis com as preferências da maioria dos demais usuários.

O surgimento espontâneo desses núcleos de interação local entre usuários e provedores, que não são pré-configurados no modelo, se mostra bastante dependente das trajetórias específicas de cada rodada de simulação²⁴⁴. O processo de descoberta dos nichos pelas firmas se dá de forma relativamente imprevisível, o que justifica esse resultado, mas não desqualifica sua importância, em particular quando se considera a estabilidade desses arranjos locais, característica do *lock-in* entre usuários e provedores especializados.

Os provedores de nicho apresentam taxa de mortalidade inferior à média, em especial no caso dos entrantes, que encontram nessa forma de relacionamento uma estraté-

²⁴⁴ Isso ocorre apesar da distribuição estável das preferências dentro de uma grande população de usuários em todas as rodadas.

gia clássica de crescimento. Esse tipo de direcionamento frequentemente não é disponível para as firmas maiores, devido ao tamanho reduzido dos nichos no modelo, o que cria um “ambiente seguro” que permite aos entrantes alcançarem níveis adequados de escala e rentabilidade.

Outra característica da importância das interações locais, já apresentada, é a tendência à formação de convenções estratégicas entre provedores em contextos competitivos semelhantes. Dados os diferentes meios que dispõem e consequências que enfrentam no modelo, incumbentes e entrantes decidem sobre suas estratégias em uma condição tipicamente local, compartilhando experiências de sucesso e de fracasso, em um processo de aprendizado *path dependent* que, frequentemente, conduz a *lock-ins*, ainda que temporários, sobre a “melhor” estratégia a seguir em cada grupo (ver exemplo na Figura 44).

Em ambos os casos, *path dependence* e *lock-in*, são fatores críticos para os desdobramentos relativamente *open-ended* verificados no modelo, confirmando as hipóteses teóricas que apontam nessa direção. Em conjunto com a hipótese anterior, sobre a importância dos processos de busca e seleção, as duas hipóteses formam o núcleo da perspectiva evolucionária. Elas, efetivamente, determinam as condições de organização da competição setorial no modelo, em seu aspecto mais geral. Entretanto, as duas hipóteses, isoladamente, não dão conta de esclarecer todos os fenômenos observados, como será visto a seguir.

4.3.3.5. Hipótese 5: estruturas cognitivas compartilhadas entre os atores condicionaram as alternativas de comportamento

As seções anteriores apresentaram uma série de mecanismos, críticos para os resultados do modelo, que foram justificados a partir de considerações sobre as estruturas cognitivas dos agentes e sua influência nos seus comportamentos, em situações onde diversas opções eram, em princípio, possíveis – e intercambiáveis.

O primeiro mecanismo cognitivo discutido tratou da forma pela qual os usuários avaliam as ofertas de serviço disponíveis. A existência de padrões bem definidos para avaliação dos serviços pelos usuários, controlados pelo ambiente de simulação (ou gerados a partir de influências culturais no caso do sistema real), restringe as combinações disponíveis para os provedores escolherem suas ofertas. A não utilização de um “consumidor médio” no modelo (e sua inexistência no mundo real) eliminou a possibilidade de perfeita

substituição entre ofertas, já que o espaço de combinações preço-qualidade não é contínuo. Complicando ainda mais o processo analítico²⁴⁵, os usuários são constantemente influenciados pelo meio social durante a formatação de suas preferências.

Outro mecanismo cognitivo correlato, que surge da análise das rodadas de simulação, é a sensibilidade que os usuários desenvolvem para os parâmetros da oferta, seja no que diz respeito ao preço ou à qualidade. Como já apresentado, a interpretação arbitrária sobre o que os usuários compreendem como uma “redução relevante” dos preços ou uma “melhora significativa” da qualidade tem impactos importantes sobre o setor. Essas interpretações dificilmente podem ser consideradas apenas como decisões isoladas dos usuários²⁴⁶. Assim, como no caso das preferências, o papel da emergência de convenções compartilhadas entre os usuários não pode ser desconsiderado, sob pena de alijar da análise fenômenos que já demonstraram sua relevância na experiência empírica (MALERBA, 2006).

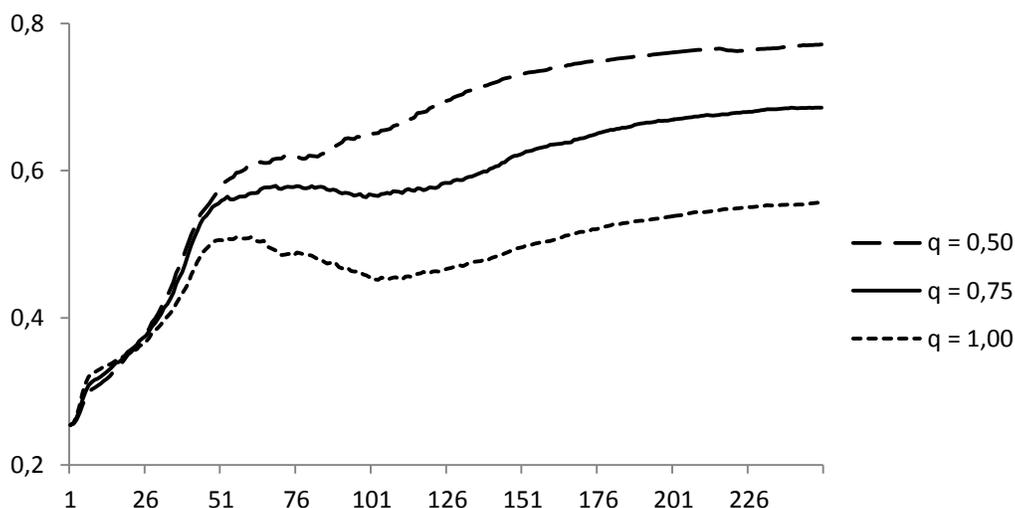


Figura 46 – HHI em alguns cenários de sensibilidade à qualidade.
(HHI^s , calibração: $q = 0,50$)

²⁴⁵ A existência de nichos descontínuos e preferências realimentadas por processos sociais emergentes impedem a concepção de estratégias ótimas *a priori* pelas firmas, independentemente da incerteza associada com o processo de inovação endógeno, desencadeando o contínuo aprendizado com as características já discutidas.

²⁴⁶ Até porque, se assim fosse, o cálculo “maximizador” indicaria que esses *thresholds* deveriam ser os menores possíveis (na ausência de “custos de *menu*” para os usuários), o que não é compatível com a evidência empírica.

Também nesse sentido, a Figura 46 mostra o papel decisivo da acuidade dos usuários para mudanças na qualidade técnica da rede (parâmetro q) na conformação da estrutura do setor virtual, de modo semelhante ao apresentado na Figura 36 para a sensibilidade aos preços. O aumento da acuidade dos usuários – ou da capacidade cognitiva que eles dispõem para avaliar a qualidade dos serviços – implica em uma importante força no sentido de desconcentração setorial. Ora, partindo da premissa que os usuários não sejam técnicos especializados dotados dos instrumentos adequados, parece razoável supor que as principais fontes para o aumento da sua acuidade têm origem social, como as redes de relacionamento que participam ou a ação do estado.

Considerando que o movimento dos preços e qualidades no modelo representa, principalmente, ajustes nas condições competitivas das ofertas de serviço das firmas, a questão de eventuais convenções adotadas pelos usuários, sobre como “reconhecer” uma alteração na oferta, se torna central na determinação da dinâmica competitiva. Transposta para a análise dos preços no mercado real, isso ajuda a explicar o motivo da tendência verificada das firmas não realizarem ajustes muito frequentes em seus preços. Nessa situação, ajustes individuais contínuos e imediatos às variações nas condições do mercado, como prevê a análise convencional, se tornam um problema de natureza coletiva para os provedores. Ao buscarem se posicionar, individualmente, de forma “reconhecivelmente” superior, eles desencadeiam um processo sistêmico poderoso que acelera substancialmente a erosão dos preços e/ou o aumento dos custos para todos os participantes do mercado. Obviamente a maior parcela desse ônus recai sobre os incumbentes, o que justificaria sua menor propensão a iniciar esse processo, novamente realçando a influência das questões cognitivas na restrição das opções que dispõem os agentes do modelo.

Um último mecanismo importante para os resultados do modelo é a convenção, em geral exógena às firmas, adotada sobre a rentabilidade desejada para os investimentos de capital. A Figura 47 apresenta o impacto no modelo de mudanças do parâmetro de rentabilidade desejada sobre a longevidade dos provedores. Além de convencional, o nível de rentabilidade requerido pelos investidores tem um importante componente cognitivo compartilhado, decorrente da intensa interação – entre os diversos agentes que participam do mercado financeiro – através da qual é gerado.

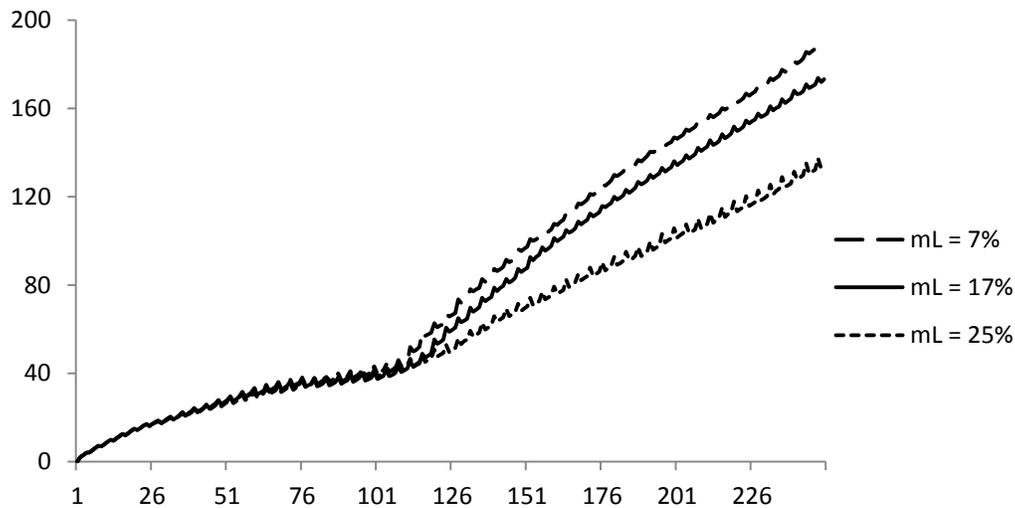


Figura 47 – Idade média em alguns cenários de meta de rentabilidade. (em UT, média ponderada dos provedores, calibração: $m_L = 17\%$)

Em linha com a evidência empírica, o modelo apresentou correlação positiva entre a taxa de rentabilidade requerida e a alavancagem financeira dos provedores, processo emergente que afeta sobretudo os entrantes. A análise das rodadas de simulação deixa evidente que, conforme se exige uma maior rentabilidade das firmas, maiores são os riscos que elas precisam assumir e, portanto, maiores as chances de fracasso.

Destarte, os mecanismos cognitivos dos agentes, usuários e investidores no caso do modelo, em seu conjunto têm impacto significativo sobre a dinâmica da simulação, como evidenciou a análise. Parece, portanto, bastante razoável aceitar a hipótese de que essas estruturas propiciam o surgimento de fenômenos emergentes que constroem o espaço de escolha dos agentes simulados, com reflexos inequívocos sobre os resultados do modelo.

4.3.3.6. Hipótese 6: redes hierárquicas de relacionamento reduziram a agressividade das firmas

Um dos benefícios da técnica de simulação computacional é a possibilidade de experimentação com diferentes estruturas de interação entre os agentes. Isso permite que sejam analisadas questões referentes às redes das quais os agentes participam e que influenciam as propriedades sistêmicas emergentes (PYKA; FAGIOLO, 2005).

Conforme apresentado anteriormente, o modelo possibilita a interação local entre provedores, entre usuários e entre ambos, dando origem ao surgimento de redes sociais

simples, bem como às suas propriedades emergentes. A primeira categoria de rede social, entre provedores, se estabelece na clivagem já analisada entre incumbentes e entrantes. A influência da rede de interação entre provedores, na escolha estratégica de cada firma, frequentemente reduz a necessidade de ofertas agressivas dos incumbentes para que estes atinjam seus objetivos. Como consequência, isso cria espaço para a adoção de estratégias distintas entre as firmas de redes de relacionamento distintas, o que é importante para a eventual “estabilização” da competição, considerando as diferentes implicações coletivas das ações de cada grupo.

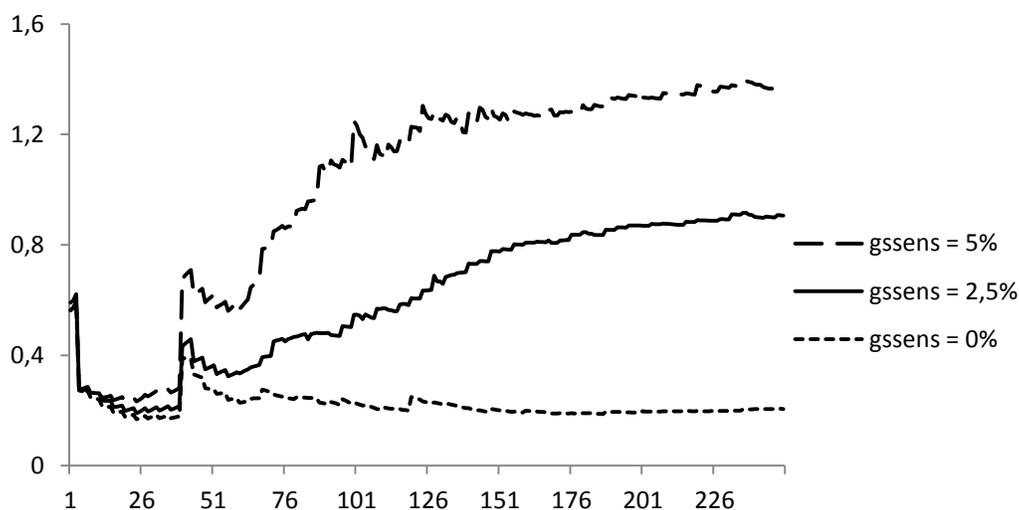


Figura 48 – Taxa de retorno dos incumbentes em cenários de sensibilidade. (média bruta ponderada dos provedores, sensibilidade à variação do *market share*, calibração: $g_s^{sens} = 5\%$)

Por exemplo, tome-se a sensibilidade das firmas à variação da taxa de aumento ou redução do *market share*, parâmetro crítico da avaliação de desempenho no planejamento estratégico simulado. Em algumas das estratégias mais comuns entre os incumbentes (as de números 1 e 2 na Tabela 3), conforme as firmas sejam mais ou menos sensíveis nas suas respostas a movimentos do mercado, impactos relevantes sobre a rentabilidade agregada são produzidos (Figura 48). Estratégias com níveis de sensibilidade mais reduzida são preferíveis, desde que existam mecanismos que garantam reciprocidade dos demais provedores, em particular os incumbentes. O estabelecimento de uma rede de relacionamento entre os incumbentes é, justamente, o mecanismo que permite o fomento dessas estratégias no

modelo. Ao mesmo tempo, redes de relacionamento local abrem espaço para o comportamento divergente dos entrantes, sem colocar em risco a crítica reciprocidade construída entre as firmas que dominam a maior parcela do mercado.

É interessante notar, ainda, que em rodadas onde a parcela de mercado conjunta dos incumbentes cai abaixo de certo limite, a estratégia de comportamento recíproco, socialmente construída, torna-se ineficaz e tende a direcionar as firmas grandes para estratégias típicas das entrantes, a partir do mesmo processo de aprendizado adaptativo. Em outras palavras, a estabilização do mercado, discutida acima, requer a dominância do mercado artificial por poucas firmas.

A formação de redes de relacionamento entre usuários e provedores, dentro de nichos de mercado, também contribui para a redução da agressividade das firmas. O aparecimento de nichos, discutido anteriormente, isola competidores e cria, na prática, submercados distintos com ofertas de serviço diferenciadas. Nesse cenário, tanto os entrantes, que normalmente exploram esses nichos, como os incumbentes, que não dispõem de oferta adequada para eles, frequentemente podem conviver com elevado nível de estabilidade nas suas ofertas.

Por fim, redes de relacionamento hierárquicas, envolvendo os provedores mais poderosos, os fornecedores de tecnologia e o estado, foram também modeladas e se mostram impactantes sobre os desdobramentos setoriais. Essas redes permitem a redução dos conflitos que requereriam solução no mercado, provavelmente por meio de competição mais agressiva, transferindo-os para a esfera das relações sociais. Foram testados três mecanismos dessa natureza no modelo.

O primeiro mecanismo testado (Figura 49) permite o estabelecimento de condições diferenciadas de fornecimento de bens de capital entre provedores incumbentes e entrantes, no caso por meio de descontos de preços “abruptos”, não associados às quantidades contratadas. A evidência empírica aponta para o uso de relações de poder, estabelecidas ao longo do tempo entre incumbentes e fornecedores, para a obtenção de vantagens discriminatórias – não limitadas a descontos de preços – que não estão disponíveis para os provedo-

res menores, em particular os entrantes, mesmo em condições de volume semelhantes²⁴⁷. Entretanto, o impacto desse tipo de desconto no modelo, apesar de estatisticamente significativo, foi modesto: 30% de desconto no custo dos bens de capital implicaram em um acréscimo de 10 pontos percentuais no índice de concentração (HHI^S).

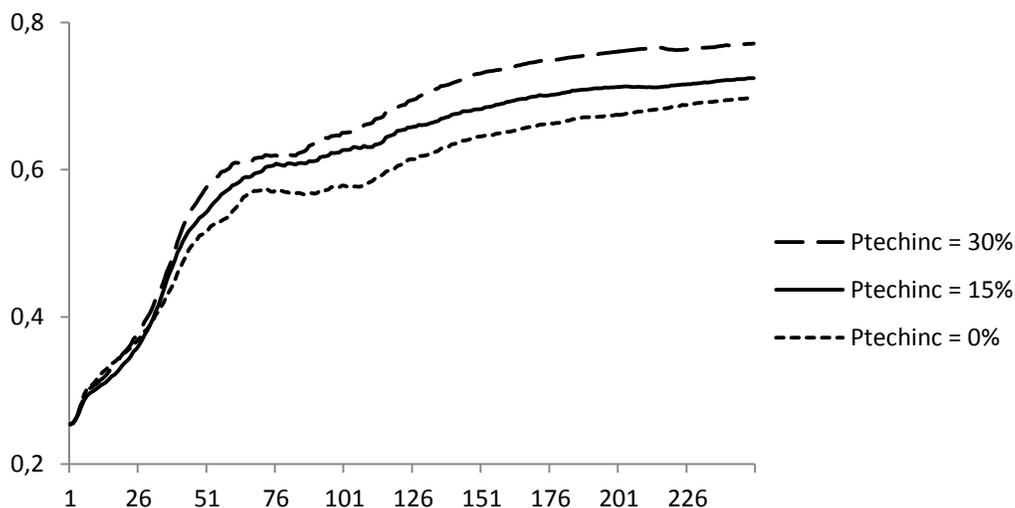


Figura 49 – HHI em alguns cenários de desconto para incumbentes.

(HHI^S , média das rodadas, desconto no preço de equipamento de rede, calibração: $p_{inc}^{tech} = 30\%$)

O segundo mecanismo analisado foi a redução discricionária da taxa de juros disponível para os provedores incumbentes, tipicamente viabilizada por meio de subsídios governamentais. A evidência empírica indica que esse tipo de vantagem frequentemente não está acessível para os entrantes, usualmente devido a mecanismos discriminatórios não explícitos, como demandas burocráticas complexas e/ou longas, incompatíveis com as habilidades e necessidades dos entrantes. Surpreendentemente, o efeito desse tipo de benefício foi praticamente irrelevante no modelo de simulação²⁴⁸, apesar de estatisticamente signifi-

²⁴⁷ Não se trata aqui apenas do uso do poder monopsonista dos incumbentes no processo de ajuste entres quantidades e preços ofertados e demandados, mas do exercício do poder para restringir o comportamento dos fornecedores. Não se configura aqui, portanto, de uma transação puramente de mercado, dada a importância da inserção de cada agente dentro da rede emergente de relacionamentos setoriais, que fornece níveis distintos de poder para cada posição.

²⁴⁸ O modelo não impõe limitações sobre o volume de crédito disponível para as firmas. O ajuste para o risco e os benefícios governamentais disponibilizados foram modelados como ajustes sobre a taxa de juros básica. Talvez a modelagem de limites quantitativos para os volumes de crédito disponível pudesse alterar a relevância desse benefício para os incumbentes.

cativo. Um subsídio de 17% sobre a taxa básica de juros proporcionou uma piora de apenas 4 p. p. no *HHI*^S.

O último mecanismo avaliado já foi apresentado, inclusive quanto aos seus incontestáveis impactos. Como mostra a Figura 41, a sincronização de uma série de decisões e ações de organismos governamentais com os interesses dos provedores mais poderosos pode representar importante barreira à obtenção de vantagens tecnológicas pelos entrantes.

Apesar de nem todos os mecanismos relacionais verificados pelo modelo terem se demonstrado essenciais para os resultados produzidos, a maioria deles se mostrou importante nesse sentido, especialmente se considerados conjuntamente. Isso recomenda a aceitação da hipótese de centralidade das redes sociais no desenvolvimento da estrutura setorial e na dinâmica da competição.

4.3.3.7. Hipótese 7: arranjo institucional estatal limitou inadvertidamente a competição

Diversos aspectos do impacto da intervenção estatal já foram previamente discutidos, restando, de plano, inconteste a validade da hipótese de sua importância no desdobramento das trajetórias do setor simulado. É importante, entretanto, analisar dois cenários adicionais da ação governamental, que ainda não foram abordados.

Já foi anteriormente analisado o impacto do retardo na ação dos organismos governamentais na questão da inovação tecnológica. Contudo, existem outras consequências, não planejadas, da procrastinação de ações²⁴⁹ dos agentes públicos sobre o modelo. Para o teste desse cenário contrafactual, foram implementados no modelo limites quantitativos para o número máximo de entrantes e para os prazos mínimos de entrada no mercado. Buscou-se com isso modelar a morosidade tipicamente associada aos processos burocráticos ou a necessidade de concentração da decisão pública sobre novas outorgas em processos formais complexos (licitações, leilões, chamamentos públicos etc.).

Entretanto, o impacto desse tipo de restrições à entrada foi limitado no que toca à dinâmica da competição. As alterações na concentração do mercado resultantes, além de

²⁴⁹ Considerado o regime regulatório da maioria dos países, incluindo o Brasil, as firmas novas frequentemente necessitam de licenças e autorizações prévias à entrada em diversos subsegmentos do mercado de acesso à internet, conforme explicitado no capítulo 1.

reduzidas, foram apenas marginalmente significativas (ver Tabela 6 do apêndice B). A principal mudança ocasionada por uma política mais “ágil” para a entrada foi a sensível melhora na qualidade média oferecida para os usuários, como demonstra a Figura 50. Esse benefício foi especificamente relevante durante o período de crescimento acelerado da demanda ($t < 125$), quando a melhora da qualidade média ponderada do setor atinge até 25% em relação ao cenário de calibração.

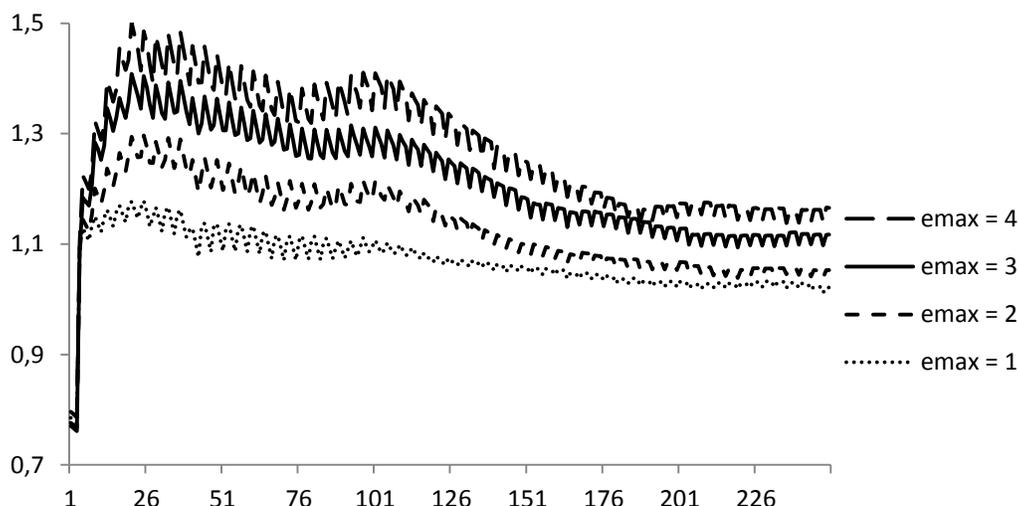


Figura 50 – Qualidade média em cenários de limite de entradas por período.
(média ponderada dos provedores, calibração: $e^{max} = 1$)

Por fim, é proposto um segundo cenário contrafactual, para avaliar a relevância de um hipotético aumento da intervenção estatal no mercado de acesso. Especula-se aqui sobre os resultados da imposição de limites rígidos, ou “tetos”, de preços, por meio da restrição administrativa pura e simples ou pela oferta de serviço de acesso por um provedor público, com preços controlados²⁵⁰. Alguns analistas supõem que o controle de preços, em determinadas condições, poderia favorecer os usuários, enquanto outros temem os impactos anticompetitivos que a inadvertida coordenação dos preços poderia causar.

Para avaliar essas hipóteses, foram testados diferentes limites de preço. A Figura 51 apresenta os resultados da aplicação desses limites (P_{max}) sobre o principal índice de concentração (HHI^S) do setor. Eles apontam que o estabelecimento de um teto de preço

²⁵⁰ Assumindo a premissa de que o preço desse provedor estatal significaria, na prática, um limite para os valores que poderiam ser praticados por provedores privados competidores.

reduzido (200 UM/UT) efetivamente aumenta a concentração da indústria no período de crescimento acelerado da demanda ($t < 125$), ainda que ao custo da expressiva redução da rentabilidade dos incumbentes. Já o estabelecimento de tetos elevados (acima de 600 UM/UT) se mostra irrelevante para a simulação. Entretanto, o modelo indica que a fixação de um teto intermediário (400 UM/UT) é útil para a proteção da competição no longo prazo, pois permite a manutenção de nível de concentração industrial razoavelmente inferior em relação ao cenário não limitado para $t > 100$, sem alterações significativas nos demais resultados do modelo.

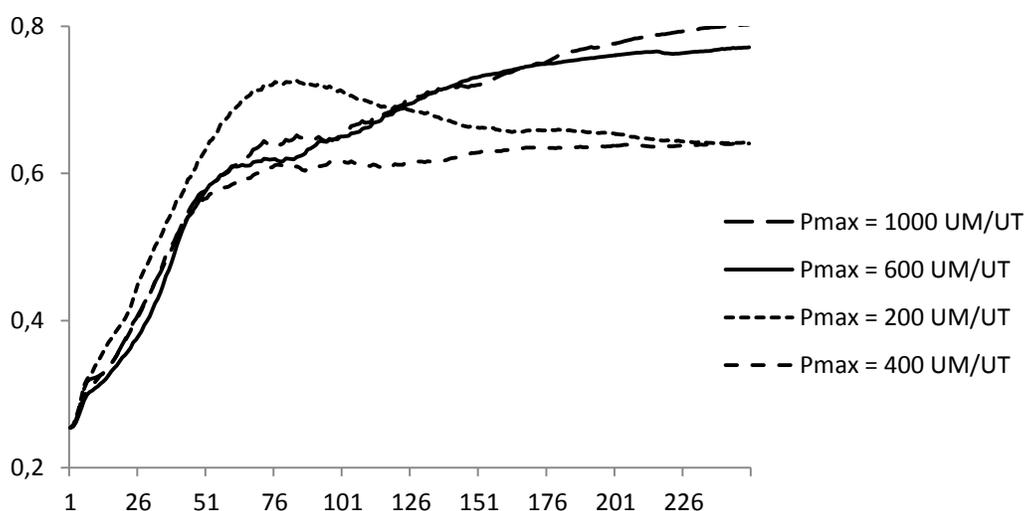


Figura 51 – HHI em alguns cenários de preço máximo.
(HHI^s , média das rodadas, calibração: $P^{max} = 600 \text{ UM/UT}$)

De qualquer forma, a hipótese de que limites para os preços possam favorecer os incumbentes foi descartada pelo modelo. A análise das rodadas de simulação conclui que um teto muito baixo para os preços reduz as oportunidades para os entrantes no período inicial do mercado, desestimulando a entrada e favorecendo a manutenção de parcela um pouco maior do mercado sob controle dos incumbentes. Mas, simultaneamente, o teto reduzido afeta muito negativamente os retornos dos incumbentes, tornando incerta a hipótese de que esse cenário possa ser interessante para eles.

Já a aplicação de limite intermediário de preços evitou que os incumbentes se beneficiassem dos lucros “extraordinários” oriundos do *lock-in* dos usuários iniciais, atenu-

ando suas vantagens de pioneirismo e aumentando as perspectivas de sucesso dos entrantes. Pode-se concluir, ainda, que o cenário mais conveniente para os incumbentes é aquele adotado na calibração do modelo, ou seja, sem limites relevantes para os preços, à semelhança do que se estabeleceu no mercado concreto.

4.4. Conclusão

A partir da proposta metodológica dos modelos *History-friendly*, logrou-se realizar a calibração do modelo de simulação proposto utilizando referências provenientes da análise empírica para parcela importante dos parâmetros. O modelo calibrado teve sua sensibilidade avaliada e os parâmetros críticos para os resultados produzidos foram identificados. Partindo de 50 valores de calibração, a análise de sensibilidade detectou que pouco mais de uma dezena deles são realmente críticos na conformação da estrutura de mercado gerada pelo modelo.

Os resultados obtidos pelo modelo permitiram o aprofundamento da compreensão dos mecanismos que, no sistema econômico virtual, produziram consequências semelhantes às aquelas verificadas no mundo real. As diversas etapas de análise propostas neste capítulo, espera-se, foram suficientemente robustas para permitir que as principais relações lógicas descobertas possam ser extrapoladas para outros domínios analíticos semelhantes. Dessa forma consideramos razoável, e promissor, utilizar o conhecimento adquirido para esclarecer, por analogia, as questões levantadas no capítulo 1.

No que diz respeito ao setor artificial gerado pelo artefato de simulação, pelo menos, a questão central da dissertação restou esclarecida. Os motivos da concentração e da restrita dinâmica competitiva foram elucidados, no modelo, a partir de um conjunto de fenômenos emergentes, em particular da influência do tamanho das redes de usuários dos provedores maiores, secundados pela presença de economias de escala e pela estabilidade de certas características cultural-cognitivas dos usuários. Os mecanismos que retardaram e suavizaram a redução potencial dos preços, face às previsões tradicionais da teoria econômica, também foram explorados e justificados, a partir dos processos de surgimento de convenções compartilhadas dentro de redes de relacionamento local entre provedores. Por fim, o papel crítico da dinâmica da inovação tecnológica, dentro do setor virtual, foi anali-

sado e esclarecido, inclusive quanto aos seus efeitos potencialmente contraditórios quando combinada com a elevada capacidade de empreendedorismo institucional dos incumbentes.

Sem desconsiderar a importância de outros fatores também presentes, como os de ordem evolucionária ou da Organização Industrial convencional, merece destaque a dominância dos processos de natureza institucional sobre o desdobramento dos fenômenos mais importantes verificados no sistema simulado. O modelo permitiu rejeitar, por exemplo, a hipótese de que a eliminação das economias de escala, isoladamente, seria suficiente para alterar qualitativamente as características estruturais do setor. Isso é, de certo modo, surpreendente, considerando-se os resultados usuais dos estudos empíricos setoriais, que costumam apontar processos dessa natureza como fundamentais, relegando a importância das questões institucionais para o segundo plano.

Nesse sentido, e à semelhança das conclusões de Hodgson e Knudsen (2004) para um modelo de simulação completamente diferente, a influência dos processos de formação das preferências dos agentes foi decisiva para os desdobramentos obtidos. Ao introduzir modesta variabilidade nessas preferências, geradas de forma apenas parcialmente endógena, o modelo de simulação deu origem a fenômenos de natureza emergentes que foram capazes de alterar completamente a dinâmica da estrutura setorial.

Mas não apenas o procedimento de formação de preferências dos usuários foi importante para os resultados do modelo. Fenômenos emergentes direcionaram, de forma significativa, o modo pelo qual as firmas avaliam o setor e competem entre si, a partir do processo evolucionário de aprendizado e seleção de estratégias dentro de redes de relacionamento local. Entretanto, não foram identificadas tendências que conduzissem a estratégias “ótimas”, ou sequer únicas, enquanto a demanda permaneceu dinâmica no modelo.

Por fim, foram analisados os desdobramentos, intencionais ou não, de uma série de ações governamentais típicas, inclusive a problemática inerente à imposição de tetos para os preços das firmas. Apesar de relevantes, algumas das vantagens dos provedores maiores, normalmente associadas às habilidades diferenciadas de relacionamento com os agentes governamentais, não se mostraram individualmente determinantes da dinâmica setorial simulada.

Conclusão

A dissertação propôs uma abordagem inovadora para o estudo do setor de internet e da dinâmica competitiva do mercado de acesso, baseada na metodologia *History-friendly*. Diversas etapas de pesquisa foram necessárias para que, de forma conjunta, pudessem fornecer respostas satisfatórias às principais questões levantadas pela análise empírica, com a profundidade e o rigor adequados.

A pesquisa empírica mostrou que o desenvolvimento da internet representou um processo histórico intenso e poderoso, que culminou no surgimento de um novo paradigma tecnológico. Além disso, esse processo legou um novo setor econômico, criado principalmente a partir da confluência de parcelas dos setores de telecomunicações e de informática. A partir dos anos 1990, com a transformação da internet em um “produto de massa”, o setor rapidamente ganhou influência significativa no cenário econômico geral.

A análise apreciativa, com base na metodologia do sistema setorial de inovação e produção, apontou para um setor composto por um núcleo diversificado de agentes, agrupados em 6 categorias principais.

Dentre elas, se destacam os *usuários*, que, pela natureza dos processos setoriais, têm participação decisiva no seu desenvolvimento. Importantes *provedores de conteúdo* (notícias, mídia, serviços etc.), que surgiram ou migraram para o setor aproveitando a oportunidade de exposição global oferecida pela internet, disponibilizam vastos repertórios de informação e serviços inovadores na rede. Os *fabricantes de equipamentos e sistemas* são, por sua vez, responsáveis por parcela significativa da P&D setorial, além da produção dos artefatos físicos (equipamentos de rede, terminais etc.) que materializam a internet. *Provedores de acesso*, frequentemente originários das antigas empresas de telefonia privatizadas, compõem outra categoria importante de agente setorial, mantendo e disponibilizando a infraestrutura física das redes que compõem a “grande rede”.

Além dos usuários e das diversas categorias de fornecedores, outras duas classes de atores se mostraram essenciais durante a análise do sistema setorial de inovação e

produção, apesar de não participarem diretamente dos mercados da internet. Em primeiro lugar, estão as *organizações de padronização e regulação setorial*. Premidos pela competição, de um lado, e pela incerteza sobre as novas tecnologias, de outro, os agentes do setor frequentemente se valeram da construção de redes cooperativas, tanto para a P&D como para a regulação da internet. Esse desenvolvimento colaborativo foi gradualmente consolidado em organizações formais (IETF, ICANN etc.), frequentemente não governamentais, que continuaram importantes na definição das trajetórias tecnológicas e na governança do setor ao longo do tempo. Agências governamentais também se tornaram importantes para o desenvolvimento setorial, especialmente no nível nacional, a partir dos anos 1990. Logo em seguida vêm o importante grupo das *universidades e outros agentes educacionais*, que realizam a tarefa essencial de qualificação da sofisticada mão de obra requerida pelo setor, frequentemente participando também do processo de P&D.

A análise apreciativa mostrou que a rápida convergência para o novo setor de um conjunto de agentes bastante heterogêneos representou um projeto complexo de construção institucional. O ambiente institucional que se instalou, simultaneamente cooperativo e competitivo, foi uma forma coletiva de mitigação das incertezas associadas com um ambiente novo como a internet, permitindo o aumento dos investimentos e a atração de novos participantes para o setor. Entretanto, a maneira com que a combinação cooperação-competição se deu não foi homogênea entre os segmentos setoriais. Em termos schumpeterianos, a trajetória histórica apontou que, enquanto nos mercados de equipamentos/sistemas e de conteúdo a dinâmica da *creative destruction* foi dominante, aparentemente no mercado de acesso houve o predomínio do regime de *creative accumulation* em vários países. Isso se deveu, principalmente, à sobrevivência, no novo mercado de acesso, de certas características institucionais dos antigos regimes de monopólio nas telecomunicações, o que facilitou o domínio desses mercados pelas empresas oriundas dos processos de privatizações dos anos 1980-1990. Esse parece também ter sido o caso do Brasil, conforme revelou a pesquisa empírica.

Após um breve período de fragmentação, entre 1995 e 2000, o mercado brasileiro de serviço de acesso à internet se concentrou rapidamente, com o predomínio das empresas originárias da privatização do antigo sistema TELEBRÁS, realizada em 1998. No

período mais recente, a análise dos dados empíricos disponíveis permitiu a caracterização do regime particular desse mercado por meio de quatro fatos estilizados principais:

- a) **concentração de mercado persistente:** quatro provedores incumbentes, todos originários da privatização, dominam mais de 80% do mercado de acesso, com nível relativamente baixo de competição entre eles e significativa concentração geográfica;
- b) **reduzida competição por meio de preços:** apesar de quedas constantes, os preços do serviço de acesso à internet brasileiro estão entre os mais elevados do mundo (para países de renda média ou alta) e as margens dos grandes provedores são significativas, em um cenário aparentemente compatível com a presença de economias de escala;
- c) **baixa taxa de entrada com sucesso:** em toda a história do segmento, apenas um provedor entrante logrou sucesso efetivo; apesar da presença de quase 2.000 provedores no mercado em 2011, as firmas (não associadas aos incumbentes) que entraram no mercado a partir do ano 2000 representavam menos de 10% do mercado nacional, sendo que nenhum deles, individualmente, detinha sequer 1% do total; e
- d) **ciclos prolongados de difusão tecnológica:** as três principais gerações tecnológicas do acesso foram implantadas no Brasil com defasagens crescentes em relação aos países mais avançados.

A investigação de modelos teóricos que permitissem justificar os fatos estilizados originários da análise empírica apreciativa seguiu por três linhas teóricas distintas. Inicialmente foi analisada a adequação das contribuições da Organização Industrial tradicional para dar conta dessas questões. Duas observações dessa vertente, em particular, pareceram relevantes para suportar a análise empírica:

- a) **correlação positiva entre economias de escala e concentração:** a pesquisa empírica parece indicar que, descartadas outras barreiras tradicionais à concentração do mercado de acesso, a presença de ganhos de escala, ou, pelo menos, a

inexistência de deseconomias de escala, é um dos fatores que permite o comportamento potencialmente discriminador observado nos preços praticados e, conseqüentemente, o estímulo para expansão continuada dos incumbentes e a limitação da competição; e

- b) **presença de *first-mover advantages***: a influência da interação estratégica entre incumbentes e entrantes pareceu relevante para explicar a evidência empírica do reduzido volume de investimento dos entrantes, face aos elevados estoques de capital investidos em redes (custos irrecuperáveis) comprometidos pelos incumbentes, desestimulando a entrada e reduzindo o potencial de competição e crescimento das firmas entrantes.

A análise setorial a partir da perspectiva evolucionária neoschumpeteriana, por sua vez, aportou interpretações para outras questões empíricas, em particular ao fornecer uma abordagem para o tratamento da dinâmica da inovação, elemento-chave de organização do setor de internet, inclusive no seu segmento de acesso. Em particular, duas hipóteses do quadro evolucionário pareceram importantes para justificar os fatos estilizados:

- a) **evolução do setor se deu pelos mecanismos de busca inovadora e de seleção sobre a variedade**: os mecanismos de geração de diversidade e seleção aparentemente atuaram de forma decisiva desde o surgimento do setor e foram determinantes da trajetória histórica verificada pela análise empírica, apesar da evidência de que outras circunstâncias retardam e atenuam esses mecanismos, como aparentemente foi o caso do segmento de acesso no Brasil;
- b) **processos de interação local e não linear entre os agentes conduziram a trajetórias *open-ended***: as firmas do setor aparentemente não se guiaram por critérios de maximização convencionais, suportando a perspectiva de racionalidade limitada dos agentes sob um cenário de incerteza fundamental, tendo sido relevante para o desenvolvimento setorial o estabelecimento de redes de relacionamento e convenções setoriais, que condicionaram os comportamentos e permitiram a redução da incerteza, em um cenário com incidência de *path dependencies* e *lock-ins*, tanto técnicos como institucionais.

A parcial insuficiência das duas vertentes teóricas anteriores, em especial para o tratamento de segmentos sob o mesmo regime tecnológico, mas com distintas intensidades competitivas, foi encaminhada a partir de um conjunto de abordagens institucionais, por meio de um recorte teórico adequado. A adoção de uma definição suficientemente ampla para as instituições, enquanto formas de pensar ou de agir compartilhadas socialmente, permitiu uma perspectiva analítica mais abrangente. Dessa forma, a análise institucional comportou a construção de algumas hipóteses importantes sobre os mecanismos em ação no campo empírico:

- a) **estruturas cognitivas compartilhadas entre os atores condicionaram as alternativas de comportamento:** a criação de organizações coletivas de padronização e regulação, de escopo setorial, e a internalização de práticas empresariais (*taken-for-granted*) utilizadas ao longo de muitos anos, além de reduzirem a incerteza dos agentes, proporcionaram a legitimação de formas institucionalizadas para os processos de P&D, de produção industrial, de gestão da internet ou, ainda, de competição; a estabilização institucional desses processos marcou profundamente a dinâmica do setor;
- b) **redes hierárquicas de relacionamento reduziram a agressividade das firmas:** as hierarquias que se desenvolveram dentro das redes de relacionamento setoriais produziram desdobramentos importantes – cadeias de produção integradas, acesso privilegiado a recursos essenciais etc. – e colocaram luz sobre a influência das relações de poder nos resultados verificados – o predomínio das empresas americanas no fornecimento de equipamentos e sistemas, a vantagem dos incumbentes de na obtenção de recursos etc.; isso, por sua vez, permitiu certa estabilização dos respectivos mercados, ao diminuir a pressão pela competição entre os seus participantes;
- c) **arranjo institucional estatal limitou inadvertidamente a competição:** apesar da orientação praticamente universal dos governos no sentido de estimular a competição nos mercados do setor de internet, a análise detalhada mostrou que os arranjos vigentes são suscetíveis ao empreendedorismo institucional por parte dos agentes mais hábeis ou poderosos, que frequentemente conseguem dire-

cionar a ação legítima do estado em benefício próprio, explicando uma série de evidências da análise empírica – acesso preferencial a licenças, retardos injustificados de procedimentos governamentais, complexidade excessiva dos procedimentos etc.

O quadro teórico proposto para a análise setorial se consubstanciou na hipótese de que a organização do setor se deu, primordialmente, por meio de uma dinâmica dual – ou coevolucionária – envolvendo instituições e tecnologia. Na maioria dos segmentos do setor, a hipótese é que prevaleceram as forças que conduzem ao cenário da (intensa) competição schumpeteriana, em um cenário de inovação e diferenciação contínuas. Mesmo nesse caso as estruturas de mercado foram sistematicamente moldadas pelas instituições setoriais, também em evolução. Importantes instituições de governança, construídas a partir de redes sociais por meio do empreendedorismo institucional dos agentes mais hábeis, foram críticas para o desenvolvimento do setor, por meio do papel estabilizador da padronização tecnológica e da regulação. Alguns segmentos, entretanto, puderam operar sob uma lógica institucional distinta, articulada a partir de redes hierárquicas estabelecidas historicamente pelas firmas mais poderosas, privilegiando a restrição da competição, eventualmente com o suporte involuntário do estado.

Definidos os fatos estilizados e as hipóteses teóricas, a etapa seguinte de pesquisa foi a especificação e a construção de um modelo formal. Ele deveria ser capaz de testar se as hipóteses são adequadas e compatíveis para a reprodução dos fatos estilizados, bem como identificar outras condições relevantes para os resultados verificados, mas não previstas pelo quadro teórico. Para essa finalidade, foi selecionada a metodologia *History-friendly*, um tipo particular de modelagem de simulação computacional *agent-based*.

A pesquisa metodológica indicou que a abordagem dos sistemas complexos é particularmente adequada para a modelagem formal de processos sociais e institucionais, justamente por permitir o tratamento de propriedades emergentes e sua realimentação para diferentes níveis analíticos – *upward* e *downward causation*. A emergência é a característica-chave para a análise de sistemas complexos e a simulação *agent-based* é o artefato usu-

almente mais adequado para estudá-la, pois apresenta diversas características convenientes para modelagem. Isso inclui a capacidade de modelar agentes heterogêneos e as interações locais entre eles, recursos essenciais para a representação e a apreensão de fenômenos agregados emergentes.

O uso de modelos de simulação como suporte para a análise empírica é também usual na abordagem evolucionária. Os modelos *History-friendly* representam a segunda geração de modelos nessa tradição. Eles foram criados explicitamente para o estudo de setores industriais, com o objetivo de permitir a avaliação de teorias qualitativas sobre os mecanismos que afetam a evolução setorial, utilizando a informação disponibilizada pela análise empírica apreciativa para construção e validação dos modelos. A aderência – ou não – dos resultados da simulação com os fatos estilizados permite uma primeira avaliação da adequação lógica do quadro teórico. A análise do modelo possibilita ainda o aprofundamento dessa avaliação, inclusive permitindo identificar fenômenos não explicitamente modelados ou mesmo sequer previstos *a priori*.

O modelo proposto é baseado em 42 equações, 41 parâmetros ajustáveis e 9 variáveis que requerem condições iniciais diferentes de zero. Em comparação com modelos semelhantes, a quantidade de parâmetros mostrou-se razoavelmente parcimoniosa. O modelo foi implementado com o uso da ferramenta LSD, desenvolvida pelo Professor Marco Valente, por meio de mais de 1.000 linhas de programação em linguagem orientada a objetos C++. O modelo opera em tempo discreto e permite a observação detalhada dos estados de cada objeto individual (provedores, usuários, tecnologias, redes e suas estruturas agregadas) ao longo do tempo simulado. O sistema de simulação admite, ainda, a configuração e experimentação de cenários contrafatuais, a partir da modificação dos parâmetros que definem as características do cenário *history-friendly* básico.

A calibração do modelo logrou ser realizada com parcela significativa dos parâmetros baseados em valores empíricos. Isso simplificou o processo de análise, dado o conhecimento prévio, pelo menos, das ordens de grandeza adequadas para a exploração das possibilidades de variação no espaço paramétrico. A partir dos valores de calibração seleti-

onados, foi realizada extensiva análise de sensibilidade do modelo para mudanças nesses valores. Dos 50 itens de calibração, entre parâmetros e valores iniciais, pouco mais de uma dezena deles se mostrou crítica na determinação dos resultados mais importantes do modelo.

Como esperado, os resultados produzidos ao longo das dezenas de milhares de “rodadas” executadas com o modelo de simulação, necessárias tanto para a avaliação do impacto de mudanças nos parâmetros como para a obtenção de valores representativos dos processos estocásticos produzidos, mostraram-se extremamente úteis para a compreensão dos mecanismos do sistema econômico virtual. Além disso, esses resultados se mostraram bastante próximos, qualitativamente, daqueles observados no sistema real, indicando, em primeira aproximação, a adequação do quadro teórico de referência adotado para a especificação do modelo. O modelo comprovou, ainda, que diversas das hipóteses teóricas foram críticas para a obtenção de resultados simulados qualitativamente semelhantes com aqueles do setor real.

A análise dos fatos estilizados provenientes da análise empírica apreciada com o uso do modelo de simulação permitiu o esclarecimento consistente de uma série importante de questões. Os principais motivos da concentração e da restrita dinâmica competitiva foram identificados por meio de fenômenos emergentes, em particular a influência do tamanho das redes de usuários dos provedores maiores, subsidiados pela presença de economias de escala e de características particulares dos processos cognitivos dos usuários. Os mecanismos que frequentemente restringiram e suavizaram a competição também foram explicitados, a partir de convenções estabelecidas nas redes de relacionamento entre provedores ou da ação inadvertida do estado. O papel da dinâmica da inovação tecnológica foi esclarecido, inclusive quanto aos seus efeitos potencialmente contraditórios, em especial no caso de êxito do empreendedorismo institucional dos agentes mais poderosos.

Mostrou-se, na sequência, que para a geração uma estrutura setorial menos concentrada, o modelo dependeria de um cenário contrafactual baseado em uma alteração improvável, pelo menos no curto prazo, dos parâmetros empíricos observados. Isso porque esse cenário se baseia, crucialmente, na alteração de mecanismos institucionais estabeleci-

dos ou em mudanças significativas nas trajetórias tecnológicas correntes, processos tipicamente de prazo longo.

Como conclusão geral, ficou evidente na análise o número significativo de fatores de ordem institucional importantes na determinação dos resultados obtidos. Sem desconsiderar a importância de outros fatores, processos institucionais foram dominantes sobre o desdobramento de diversos fenômenos relevantes verificados no sistema simulado. Ressalte-se, isso não significa que elementos clássicos da análise industrial, como os da Organização Industrial convencional ou da teoria evolucionária, não tenham desempenhado o papel esperado. Entretanto, conforme mostrou o modelo, alguns dos resultados usualmente explicados apenas por esses fatores dependeram, algumas vezes de forma crucial, da concorrência de fatores institucionais frequentemente desconsiderados. Nessa direção, por exemplo, o modelo foi empregado para rejeitar a hipótese de que a simples eliminação das economias de escala (ou mesmo a introdução de deseconomias), isoladamente, seria suficiente para alterar qualitativamente as características estruturais do setor, em particular a concentração.

Dentre os fenômenos institucionais mais relevantes, destacou-se a influência dos processos de formação das preferências dos agentes. A introdução de variabilidade endógena nas preferências dos usuários, mesmo que apenas parcial, deu origem a fenômenos de natureza emergentes suficientemente poderosos para alterar a dinâmica da estrutura setorial. Além disso, propriedades emergentes do processo evolucionário de aprendizado das firmas, dentro de redes de relacionamento local, direcionaram o modo pelo qual as firmas escolhem suas estratégias e, portanto, a forma pela qual competem entre si. Não foram identificadas, ainda, tendências que conduzissem a estratégias “ótimas”, ou mesmo convergentes, pelo menos enquanto a demanda permaneceu dinâmica no modelo, indicando a compatibilidade com a hipótese de racionalidade limitada dos agentes nesse cenário.

Foram também analisados com o modelo eventuais desdobramentos não intencionais de um conjunto de ações do estado. Com isso, foi possível identificar potenciais vantagens competitivas associadas aos provedores maiores, a partir da hipótese de habilidades diferenciadas no relacionamento com os agentes governamentais.

A utilização de uma metodologia de modelagem baseada na história, além da análise empírica apreciativa tradicional, parece oferecer perspectivas significativas para os estudos setoriais. Ao ir além da associação *ad hoc* entre fatos estilizados e artefatos explicativos teóricos, os modelos de simulação oferecem uma alternativa metodológica menos arbitrária e mais rigorosa para a análise empírica, ao permitir a avaliação lógica e comparativa das escolhas analíticas do pesquisador. Entretanto, como qualquer abordagem fundamentada na história e na inferência por abdução, esse método também apresenta limitações importantes. Em primeiro lugar, os benefícios analíticos dependem da qualidade da análise histórica e dos dados disponíveis. Em segundo, a ambição dos modelos não deve ir além do teste de hipóteses teóricas adequadamente formuladas e da apreensão sistemática de suas consequências, previstas ou não; a generalidade das conclusões se restringirá sempre à parcela do espaço teórico experimentado, restrito por definição. Portanto, a conveniência do uso de modelos de simulação depende, crucialmente, da capacidade do pesquisador para reconhecer e trabalhar com as limitações impostas pela metodologia. Em particular, a robustez da análise será um resultado direto da qualidade da informação utilizada e das opções de modelagem escolhidas a partir da informação disponível. Além, obviamente, da qualidade técnica dos modelos em si.

Feitas as ressalvas pertinentes, os resultados produzidos a partir das análises empírica e teórica, validadas e aprofundadas por meio do modelo de simulação, permitiram a compreensão detalhada da organização geral do setor de internet e da configuração da estrutura e da dinâmica competitiva do mercado de acesso. A combinação de fatores de ordem institucional e evolucionária moldou a trajetória histórica do setor como um todo, como se depreendeu da análise dos agentes, das instituições e da base de conhecimento do sistema setorial da internet. Questões institucionais, materializadas em redes de relacionamento, convenções e outras formas de pensar compartilhadas socialmente, foram fundamentais na configuração particular do segmento de acesso à internet. Isso se deu seja durante a emergência de instituições de padronização e regulação setorial, seja pela ação cooperativa dos agentes, a despeito da competição nos mercados, ou, ainda, na forma de fenôme-

nos emergentes de *downward causation* que modificaram endogenamente a dinâmica da demanda, realçando o papel decisivo dos usuários no desenvolvimento da internet.

Esperamos que, neste ponto, esteja clara a resposta à questão central da dissertação. Em breve resumo, a aparente contradição, entre a dinâmica tecnológica e a concentração do mercado verificadas no segmento de acesso à internet brasileiro, representa a conjugação de duas forças poderosas, que atravessam todo o setor, mas que nesse mercado se fazem sentir com intensidade desigual. A vigorosa dinâmica tecnológica experimentada pelo segmento de acesso foi responsável por três ciclos de inovação radical durante menos de 15 anos (acesso discado, banda larga fixa, banda larga móvel). Entretanto, as novas tecnologias – desenvolvidas fora do segmento pelos fornecedores de equipamentos e sistemas – não criaram oportunidades tecnológicas de diferenciação significativas entre os provedores de acesso. Dada a disponibilidade, em princípio equânime, das tecnologias, o papel clássico do entrante tecnicamente inovador foi limitado. Pelo contrário, de forma algo surpreendente, a dinâmica tecnológica foi especialmente favorável para os incumbentes de telecomunicações.

Todas as três principais gerações de tecnologias de acesso foram desenvolvidas de forma a alavancar as capacidades legadas das operadoras de telecomunicações (redes físicas, espectro radioelétrico etc.). A escolha das trajetórias tecnológicas se deu, em parte, devido à posição que essas firmas detinham, tanto nas organizações de padronização e governança setorial como nas redes de relacionamento com os fabricantes de equipamentos e sistemas. Isso proporcionou para os provedores incumbentes, se não uma vantagem temporal no acesso à tecnologia, o benefício de dispor dos ativos complementares mais adequados e, portanto, de custos iniciais mais reduzidos quando da sua implantação. Esse cenário foi agravado, em algumas situações, pela ação involuntária do estado, que retardou ainda mais o acesso dos entrantes aos recursos já disponíveis para os incumbentes (licenças, espectro, compartilhamento, interconexão etc.), inclusive sob a influência direta destes. No Brasil, isso se verificou de forma especialmente intensa, ocasionando o atraso, por vários anos, da adoção de novas tecnologias e aumentando ainda mais a vantagem das empresas dominantes, inclusive pelo aumento dos prazos para a depreciação dos seus investimentos.

À luz do exposto, consideramos que a hipótese central da dissertação, sobre a importância central dos fenômenos de ordem institucional no setor de internet, em particular na configuração da dinâmica da competição no mercado de acesso, é pertinente. Apesar da relevância da dinâmica tecnológica para o dinamismo do setor, uma conjugação particular de estruturas institucionais permitiu que, no mercado de acesso à internet, as expectativas de competição ampla e dinâmica fossem parcialmente frustradas, pelo menos no caso brasileiro.

Referências²⁵¹

- ACS, Z.; AUDRETSCH, D. B. Technological Regimes, Learning and Industry Turbulence. *Mimeo*, Berlin, 1991.
- ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações). Serviço de Comunicação Multimídia: Dados Informativos. 2011a. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/257088.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2011.
- _____. Serviço de Comunicação Multimídia: Participação de Mercado de Acessos Brasil considerando grupo econômico - Março de 2011. 2011b. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/261092.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2011.
- _____. Serviço de Comunicação Multimídia: Participação de Mercado de Acessos UF considerando grupo econômico - Março de 2011. 2011c. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/261093.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2011.
- _____. Serviço de Comunicação Multimídia: Participação de Mercado de Investimento Brasil considerando grupo econômico - Março de 2011. 2011d. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/documentos/261094.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2011.
- _____. Relatório Consolidado de Tecnologia por Prestadora, AR e UF - Março de 2011. 2011e. Disponível em: <<http://sistemas.anatel.gov.br/SMP/Administracao/Consulta/Consolidado-DadosMesaMes/tela.asp?SISQSmodulo=18940>>. Acesso em 13 nov. 2011.
- ANDERSEN, E. S.; VALENTE, M. Introduction to artificial evolutionary processes. *Mimeo*, DRUID, Aalborg University, 2002. Disponível em: <<http://www.business.auc.dk/evolution/esapapers/esa02/andval1.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2011.
- ANDERSON, P. W.; ARROW, K. J.; PINES, D. Foreword. In ANDERSON, P. W.; ARROW, K. J.; PINES, D. (Ed.) *The Economy as an Evolving Complex System*, Reading: Addison-Wesley, 1988.
- ANSARI, S.; GARUD, R. Inter-generational transitions in socio-technical systems: The case of mobile communications. *Research Policy*, Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 382-392, Mar. 2009.
- ARROW, K. Technical information and industrial structure. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 5, n. 2, p. 645-652, 1996.
- _____. Key Note Speech at the International Conference on Complex Systems. New England Complex Systems Institute, 2000. Disponível em: <http://www.comdig.org/index.php?id_issue=2000.21#658>. Acesso em: 15 mai. 2011.
- _____. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Washington: NBER, 1962. 646 p.
- ARTHUR, W. B. Out-of-Equilibrium Economics and Agent-Based Modeling. In JUDD, K.; TESHATSIAN, L. (Ed.) *Handbook of Computational Economics: Agent-Based Computational Economics*, v. 2, Amsterdam: Elsevier, 2006. 1659 p.
- _____. Interview with R. Delorme and G. Hodgson on Complexity Economics. In FINCH, J.; ORILLARD, M. (Ed.) *Complexity and the Economy: implications for economic policy*, Cheltenham: Edward Elgar, 2005. 336 p.

²⁵¹ Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Todas as traduções das citações dos textos em língua estrangeira são livres e de responsabilidade do autor.

- _____. Cognition: The Black Box of Economics. In COLANDER, D. (Ed.) *The Complexity Vision and the Teaching of Economics*, Northampton: Edward Elgar, 2000. 328 p.
- _____. Complexity in Economic Theory: Inductive Reasoning and Bounded Rationality. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 84, n. 2, p. 406-411, 1994.
- _____. Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-In by Historical Events. *Economic Journal*, Oxford, v. 99, n. 394, p. 116-131, 1989.
- _____. Self-Reinforcing Mechanisms in Economics. In ANDERSON, P. W.; ARROW, K. J.; PINES, D. (Ed.) *The Economy as an Evolving Complex System*, Reading: Addison-Wesley, 1988.
- ARTHUR, W. B.; DURLAUF, S.; LANE, D. A. Process and Emergence in the Economy. In ARTHUR, W. B.; DURLAUF, S.; LANE, D. A. (Ed.). *The Economy as an Evolving Complex System II*, Reading: Addison-Wesley, 1997.
- AXELROD, R. *The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration*. Princeton: Princeton University Press, 1997. 232 p.
- _____. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books. 1984. 241 p.
- AXELROD, R.; TEFATSION, L. A Guide for Newcomers to Agent-Based Modeling in the Social Sciences. In TEFATSION, L.; JUDD K. (Ed.). *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*. Amsterdam: North-Holland. 2006. 1659 p.
- BAIN, J. S. (1959). *Industrial organization: a treatise*. Greenwich, CN: JAI, 1987. 606p.
- _____. *Barriers to new competition: their character and consequences in manufacturing industries*. Cambridge, MA: Harvard University, 1956. 329 p.
- BARNEY, J. B. Types of competition and the theory of strategy: Toward an integrative framework. *The Academy of Management Review*, Briarcliff Manor, v. 11, n. 4, p. 791-800, Oct. 1986.
- BATIFOULIER, P.; LARQUIER, G. Introduction – De la convention et de ses usages. In BATIFOULIER, P. (Org.). *Théorie des Conventions*, Paris: Economica, 2001.
- BATTILANA, J.; LECA, B.; BOXENBAUM, E. How Actors Change Institutions: Towards a Theory of Institutional Entrepreneurship. *The Academy of Management Annals*, v. 3, n. 1, p. 65-107, 2009.
- BAUM, J. A. C.; SHIPILOV, A. V.; ROWLEY, T. J. Where do small worlds come from? *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 12, n. 4, p. 697-725, Aug. 2003.
- BAUMOL, W. J.; PANZAR, J. C.; WILLIG, R. D. (1982) *Contestable markets and the theory of industry structure*. Ed. rev. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, 1988. 538 p.
- BECKERT, J. How Do Fields Change? The interrelations of Institutions, Networks, and Cognition in the Dynamics of Markets, *Organization Studies*, v.31, n. 5, p. 605-627, 2010.
- _____. Agency, Entrepreneurs, and Institutional Change: The Role of Strategic Choice and Institutionalized Practices in Organizations. *Organization Studies*, v. 20, n. 5, p. 777-799, 1999.
- BELUSSI, F.; ARCANGELI, F. A typology of networks: flexible and evolutionary firms. *Research Policy*, Amsterdam, v. 27, n. 4, p. 415-428, Aug. 1998.
- BENNER, M. J. Financial market reactions following technological discontinuities: a non-event study in two industries. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 17, n. 1, p. 109-154, 2007.
- BESEN, S. M.; FARRELL, J. Choosing How to Compete: Strategies and Tactics in Standardization. *Journal of Economic Perspectives*, Pittsburgh, v. 8, n. 2, p. 117-131, Spring 1994.

- BIRKE, D.; SWANN, P. Network effects and the choice of mobile phone operator. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 16, n. 1-2, p. 65-84, Apr. 2006.
- BLOCH, F. Endogenous structures of association in oligopolies. *Rand Journal of Economics*, Santa Monica, v. 26, n. 3, p. 537-556, Autumn 1995.
- BLS (Bureau of Labor Statistics – United States Department of Labor). Producer Price Index Industry Data. Disponível em: <<http://www.bls.gov/ppi>>. Acesso em: 15 nov. 2011.
- BOHLIN, A.; GRUBER, H.; KOUTROUMPIS, P. Diffusion of new technology generations in mobile communications. *Information Economics and Policy*, Amsterdam, v. 22, n. 1, p. 51-60, Mar. 2010.
- BOLTANSKI, L.; THEVENOT, L. *De la justification: Les économies de la grandeur*. Paris: Gallimard, 1991. 485 p.
- BORRUS, M. Left for Dead: Asian Production Networks and the Revival of US Electronics. *BRIE Working Papers*, Brookings Institution, Washington, n. 100, Apr. 1997.
- BOUCKAERT, J.; DIJK, T.; VERBOVEN, F. Access regulation, competition, and broadband penetration: An international study. *Telecommunications Policy*, Amsterdam, v. 34, n. 11, p. 661-671, Dec. 2010.
- BOURDIEU, P. *Esquisse d'une théorie de la pratique*. Genève: Droz, 1972. 269 p.
- BRENNER, T. Agent Learning Representation: Advice on Modelling Economic Learning. In TESFATSION, L.; JUDD K. (Ed.). *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*. Amsterdam: North-Holland. 2006. 1659 p.
- BRENNER, T.; WERKER, C. A Taxonomy of Inference in Simulation Models. *Computational Economics*, Berlin, v. 30, n. 3, p. 227–244, 2007.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F. Sectoral systems of innovation: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries. In EDQUIST, C. (Ed.). *Systems on Innovation*. London: Pinter, 1997. 437 p.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation. *Economic Journal*, Oxford, v. 110, n. 463, p. 388-410, Apr. 2000.
- BRITTO, J. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.
- BROCK, W. A. Scaling in economics: a reader's guide. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 8, n. 3, p. 409-446, 1999.
- _____. Nonlinearity and Complex Dynamics in Economics and Finance. In ANDERSON, P. W.; ARROW, K. J.; PINES, D. (Ed.) *The Economy as an Evolving Complex System*, Reading: Addison-Wesley, 1988.
- CAMBINI, C.; JIANG, Y. Broadband investment and regulation: A literature review. *Telecommunications Policy*, Amsterdam, v. 33, n. 10-11, p. 559-574, Nov.-Dec. 2009.
- CAMBINI, C.; RONDI, L. Capital structure and investment in regulated network utilities: evidence from EU telecoms. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 21, n. 1, p. 31–71, Feb. 2012.
- CARLTON, D. W. Why Barriers to Entry Are Barriers to Understanding. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 94, n. 2, p. 466-470, May 2004.
- CARLTON, D. W.; PERLOFF, G. M. *Modern Industrial Organization*. 2 ed. New York: Harper Collins, 1994. 973 p.

- CARVALHO, M. S. *A trajetória da Internet no Brasil: do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de governança*. 2006. 239 f. Dissertação de mestrado, Engenharia de sistemas e computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.
- CERF, V. et al. Brief History of the Internet. 2000. Disponível em: <<http://www.internetsociety.org/internet/internet-51/history-internet/brief-history-internet>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- CETIC.BR (Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação). Pesquisa sobre Provedores de Serviços Internet no Brasil: TIC Provedores 2011. 2011b. Disponível em: <<http://www.cetic.br/provedores/2010/apresentacao-tic-provedores-2010.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- _____. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2010*. São Paulo: CGI.br, 2011a. 584 p.
- _____. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2009*. São Paulo: CGI.br, 2010. 474 p.
- _____. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2008*. São Paulo: CGI.br, 2009. 463 p.
- _____. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2007*. São Paulo: CGI.br, 2008. 358 p.
- _____. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2006*. São Paulo: CGI.br, 2007. 322 p.
- _____. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2005*. São Paulo: CGI.br, 2006. 306 p.
- CHANDLER, A. *Scale and Scope: The dynamics of industrial capitalism*. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 860 p.
- _____. *The Visible Hand: The managerial revolution in American business*. Cambridge: Belknap Press, 1977. 608 p.
- CHIAROMONTE, F.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovative Learning and Institutions in the Process of Development: On the Microfoundation of Growth Regimes. In THOMSON, R. (Ed.). *Learning and Technological Change*. New York: St. Martin, p. 117-149, 1993. 290p.
- CISCO Inc. Barômetro Cisco da Banda Larga. Disponível em: <<http://www.cisco.com/web/BR/barometro/barometro.html>>. Acesso em: 13 nov. 2011.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and Learning: The Two Faces of R & D. *Economic Journal*, Oxford, v. 99, n. 397, p. 569-596, Sep. 1989.
- COLANDER, D. Complexity and the History of Economic Thought. Middlebury College Economics Discussion Paper, n. 08-04, Mar. 2008.
- _____. The future of economics: the appropriately educated in pursuit of the knowable. *Cambridge Journal of Economics*, Oxford, v. 29, n. 6, p. 927-941, Nov. 2005.
- COMPUTERWORLD. Anatel recebe sugestões para licitação de 3,5 GHz para WiMax. 2011. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br/telecom/2011/06/06/anatel-recebe-sugestoes-para-licitacao-de-3-5-ghz-para-wimax>>. Acesso em 30 dez. 2011.
- _____. Teles podem participar de leilão de WiMax, decide Justiça. 2006. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br/telecom/2006/09/29/idgnoticia.2006-09-29.4173996316>>. Acesso em 30 dez. 2011.

- CONNER, K. R. A historical comparison of resource-based theory and five schools of thought within industrial organization economics: Do we have a new theory of the firm? *Journal of Management*, Memphis, v. 17, n. 1, p. 121-154, 1991.
- CORIAT, B.; DOSI, G. The Nature and Accumulation of Organizational Competences/Capabilities. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v. 1, n. 2, p. 275-326, jul.-dez. 2002.
- _____. Learning How To Govern and Learning How To Solve Problems: on the Co-Evolution of Competences, Conflicts and Organizational Routines. In CHANDLER JR., A. D.; HAGSTRÖM, P.; SÖLVELL, Ö. (Eds.). *The Dynamic Firm*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- CORIAT, B.; WEINSTEIN, O. The social construction of markets. *Issues in Regulation Theory*, Paris, n. 53, p. 1-4, 2005.
- CORROCHER, N. The Internet services industry: Sectoral dynamics of innovation and production and country-specific trends in Italy and in the UK. *Working Paper ESSY*, 2001. Disponível em: <<http://www2.cespri.unibocconi.it/essy/wp/corroch.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2011.
- COSTA, P.; BIANCHINI, D. Caracterização da demanda futura de usuários da internet no Brasil: uma contribuição para o desenvolvimento de políticas governamentais de inclusão digital e acesso a internet. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 135-162, 2008.
- COSTA NETO, P. L. O. *Estatística*. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 264 p.
- CYERT, R. M.; MARCH, J. G. (1963) *A behavioral theory of the firm*. 2 ed. Cambridge: Blackwell, 1992. 252 p.
- DALUM, B.; VILLUMSEN, G. Fixed data communications: challenges for Europe. In EDQUIST, C. (Ed.). *The Internet and Mobile Telecommunications System of Innovation: Developments in Equipment, Access and Content*. Cheltenham: Edward Elgar, 2003. 273 p.
- DASGUPTA, P.; STIGLITZ, J. Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity. *Economic Journal*, Oxford, v. 90, n. 358, p. 266-293, Jun. 1980.
- DAVID, P. A. Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 75, n. 2, p. 332-337, May 1985.
- DAVIES, A. Innovation in Large Technical Systems: The Case of Telecommunications”, *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 5, n. 4, p. 1143-1180, 1996.
- DAWID, H. Agent-based Models of Innovation and Technological Change. In TEFATSION, L.; JUDD K. (Ed.). *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*. Amsterdam: North-Holland, 2006. 1659 p.
- DELORME, R. Theorizing complexity. In FOSTER, J.; METCALFE, J. S. (Ed.). *Frontiers of Evolutionary Economics*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 80-108, 2001.
- DEMSETZ, H. Barriers to entry. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 72, n. 1, p. 47-57, Mar. 1982.
- DE NEGRI, F.; RIBEIRO, L. C. Tendências tecnológicas mundiais em telecomunicações. *Radar IPEA*, Brasília, n. 10, p. 7-12, 2010.
- DENZAU, A.; NORTH, D. Shared Mental Models: Ideologies and Institutions. *Kyklos*, Zürich, v. 47, n. 1, p. 3-31, 1994.
- DEQUECH, D. Instituições e a relação entre economia e sociologia. *Estudos Econômicos*, v. 41, n. 3, p. 599-619, 2011.

- _____. Institutions, social norms, and decision-theoretic norms. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 72, n. 1, p. 70-78, 2009.
- _____. Logics of justification and logics of action. *Journal of Economic Issues*, v. 42, n. 2, p. 527-535, 2008.
- _____. The New Institutional Economics and the theory of behaviour under uncertainty. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 59, n. 1, p. 109-131, 2006.
- _____. Uncertainty: individuals, institutions and technology. *Cambridge Journal of Economics*, Oxford, v. 28, n. 3, p. 365-378, May 2004.
- _____. Conventional and unconventional behavior under uncertainty. *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 26, n. 1, p. 145-168, 2003.
- _____. Fundamental uncertainty and ambiguity. *Eastern Economic Journal*, Easton, v. 26, n. 1, p. 41-60, 2000.
- DIMAGGIO, P. J. Interest and agency in institutional theory. In ZUCKER, L. (Org.). *Institutional Patterns and Organizations*, Cambridge: Ballinger, 1988.
- DIMAGGIO, P. J.; HARGITTAL, E.; NEUMAN, W. R.; ROBINSON, J. P. Social Implications of the Internet. *Annual Review of Sociology*, Palo Alto, v. 27, p. 307-336, Aug. 2001.
- DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. Introduction. In POWELL, W.; DIMAGGIO, P. (Org.). *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago: University of Chicago Press, 1991.
- _____. The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, v. 48, n. 2, p. 147-160, 1983.
- DISTASO, W.; LUPI, P.; MANENTI, F. M. Platform competition and broadband uptake: Theory and empirical evidence from the European Union. *Information Economics and Policy*, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 87-106, Mar. 2006.
- DOBBIN, F. The Sociological View of the Economy. In DOBBIN, F. (Org.). *The New Economic Sociology: A Reader*. Princeton: Princeton University Press, 2004.
- DODGSON, M. Exploring new combinations in innovation and entrepreneurship: social networks, Schumpeter, and the case of Josiah Wedgwood (1730–1795). *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 20, n. 4, p. 1119-1151, Aug. 2011.
- DOPFER, K.; FOSTER, J.; POTTS, J. Micro-meso-macro. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 14, n. 3, p. 263-279, Jul. 2004.
- DOPFER, K.; POTTS, J. Evolutionary foundations of economics. In METCALFE, S.; FOSTER, J. (Ed.). *Evolution and Economic Complexity*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 3-23, 2004. 227 p.
- DOSI, G. *Technical Change and Industrial Transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. New York: St. Martin Press, 1984. 338 p.
- _____. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, Amsterdam, v. 11, n. 3, p. 147-162, Jun. 1982.
- DOSI, G.; FAGIOLO, G.; ROVENTINI, A. Schumpeter Meeting Keynes: A Policy-Friendly Model of Endogenous Growth and Business Cycles. *LEM Working Paper Series*, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, n. 2008/21, Oct. 2008a.
- _____. The microfoundations of business cycles: an evolutionary, multi-agent model. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 18, n. 3-4, p. 413-432, 2008b.

- DOSI, G.; MALERBA, F.; MARSILI, O.; ORSENIGO, L. Industrial structures and dynamics: evidence, interpretations and puzzles. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 6, n. 1, p. 3-24, 1997.
- DOSI, G.; MARENGO, L. On the Convergence of Evolutionary and Behavioral Theories of Organizations: a Tentative Roadmap. *LEM Working Paper Series*, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, n. 2007/01, Jan. 2007.
- DOSI, G.; MARENGO, L.; FAGIOLO, G. Learning in Evolutionary Environments. *LEM Working Paper Series*, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, n. 2003/20, Oct. 2003.
- DOSI, G.; NELSON, R. R. Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes. In HALL, B.; ROSENBERG, N. (Eds.). *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 1. Amsterdam: Elsevier, 2010. 804 p.
- _____. An introduction to evolutionary theories in economics. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 4, n. 3, p. 153-172, Sep. 1994.
- DOSI, G.; ORSENIGO, L.; LABINI, M. S. Technology and the Economy. In SMELSER, N.; SWEDBERG, R. (Org.). *The Handbook of Economic Sociology*. 2 ed. Princeton: Princeton University Press, 2005.
- DWECK, E. A Formalização da Interação Micro-Macrodinâmica: ABM e simulações em ciências sociais. XV Encontro Nacional de Economia Política, Sessões Ordinárias, 2010.
- EARL, P. E.; POTTS, J. The market for preferences. *Cambridge Journal of Economics*, Oxford, v. 28, n. 4, p. 619-633, Jul. 2004.
- EARL, P. E.; WAKELEY, T. Alternative perspectives on connections in economic systems. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 20, n. 2, p. 163-183, Apr. 2010.
- EDQUIST, C. The fixed Internet and mobile telecommunications sectoral system of innovation: equipment production, access provision and content provision. In: MALERBA, F. (Ed.). *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. New York: Cambridge University Press, 2004. 519 p.
- EISENHARDT, K. Agency Theory: An Assessment and Review. *The Academy of Management Review*, v. 14, n. 1, p. 57-74, 1989.
- EPSTEIN, J. M. *Generative Social Science: Studies in Agent-based Computational Modeling*. Princeton: Princeton University Press, 2006. 352 p.
- ETZKOWITZ, H.; MELLO, J. M. C.; ALMEIDA, M. *Research Policy*, Amsterdam, v. 34, n. 4, p. 411-424, May 2005.
- FARRELL, J.; SALONER, G. Standardization, Compatibility, and Innovation. *Rand Journal of Economics*, Santa Monica, v. 16, n. 1, p. 70-83, Spring 1985.
- FAULHABER, G. R.; HOGENDORN, C. The Market Structure of Broadband Telecommunications. *Journal of Industrial Economics*, Colchester, v. 48, n. 3, p. 305-329, Sep. 2000.
- FCC (Federal Communications Commission) The Internet: A Short History of Getting Connected. 2004. Disponível em: <<http://transition.fcc.gov/omd/history/internet>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- FLIGSTEIN, N. *The architecture of markets*. Princeton: Princeton University Press, 2001a. 288 p.
- _____. Social Skill and the Theory of Fields. *Sociological Theory*, Washington, v. 19, n. 2, p. 105-125, Jul. 2001b.
- _____. Social Skill and Institutional Theory. *American Behavioral Scientist*, Sedona, v. 40, n. 4, p. 397-405, Feb. 1997.

- FLIGSTEIN, N; DAUTER, L. The Sociology of Markets. *Annual Review of Sociology*, Palo Alto, v. 33, p. 105-128, Aug. 2007.
- FRENKEN, K. Technological Innovation and Complexity Theory. *Economics of Innovation and New Technology*, Oxford, v. 15, n. 2, p. 137–155, 2006.
- FRIEDLAND, R., ALFORD, R. R. Bringing society back in: Symbols, practices, and institutional contradictions. In POWELL, W. W.; DIMAGGIO, P. J. (Ed.). *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago: University of Chicago Press, 1991. 478 p.
- FUDENBERG, D.; TIROLE, J. The Fat Cat Effect, the Puppy Dog Ploy and the Lean and Hungry Look. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 74, n. 2, p. 361-368, May 1984.
- FUNK, J. L. The co-evolution of technology and methods of standard setting: the case of the mobile phone industry. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 19, n. 1, p. 73-93, Feb. 2009.
- GARAVAGLIA, C. Modelling industrial dynamics with “History-friendly” simulations. *Structural Change and Economic Dynamics*, Amsterdam, v. 21, n. 4, p. 258-275, Nov. 2010.
- _____. History-Friendly Simulations for Modeling Industrial Dynamics, Working Paper n. 4, v. 19, Eindhoven Centre for Innovation Studies, Eindhoven University of Technology, 2004.
- GARAVAGLIA, C.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Entry, market structure and innovation in a history-friendly model of the evolution of the pharmaceutical industry. In MAZZUCATO, M.; DOSI, G. (Ed.). *Knowledge Accumulation and Industry Evolution. The Case of Pharma-Biotech*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 234-265, 2006. 446 p.
- GARUD, R.; KARNØE, P. Bricolage versus breakthrough: distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. *Research Policy*, Amsterdam, v. 32, n. 2, p. 277-300, 2003.
- _____. Path Creation as a Process of Mindful Deviation. In GARUD, R.; KARNØE, P. (Org.). *Path Dependence and Creation*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. 417 p.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. Chamberlin’s New Economics and the Production Unit. In KUENNE, R. (Ed.). *Monopolistic Competition Theory: Studies on Impact*, New York: Wiley, 1967.
- GIBBONS, R. *Game Theory for Applied Economists*. Princeton: Princeton University Press, 1992. 267 p.
- GIDDENS, A. *The Constitution of Society*. Berkeley: University of California Press, 1984. 402 p.
- GOYAL, S. *Connections: An Introduction to the Economics of Networks*. Princeton: Princeton University Press, 2007. 289 p.
- GOYAL, S; MORAGA, J. L. R&D Networks. *Rand Journal of Economics*, Santa Monica, v. 32, n. 4, p. 686-707, Winter 2001.
- GRANOVETTER, M. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness. *American Journal of Sociology*, Chicago, v. 91, n. 3, p. 481-510, Nov. 1985.
- GREEN, J. R.; TEECE, D. J. Four Approaches to Telecommunications Deregulation and Competition: The USA, the UK, Australia and New Zealand. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 7, n. 4, p. 623-635, Dec. 1998.
- GREENSTEIN, S. The emergence of the Internet: collective invention and wild ducks. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 19, n. 5, p. 1521-1562, Oct. 2010.
- GREENSTEIN, S.; MCDEVITT, R. Evidence of a modest price decline in US broadband services. *Information Economics and Policy*, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 200-211, Jun. 2011.
- GREIF, A. *Institutions and the Path to the Modern Economy*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

- GSMA (Global Mobile System Association). Wireless Intelligence. 2011. Disponível em: <<http://www.wirelessintelligence.com>>. Acesso em 30 nov. 2011.
- GUIZZO, E. Linha do Tempo da Internet no Brasil. 2007. Disponível em: <<http://www.internetnobrasil.net>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- HAGEDOORN, J. Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. *Research Policy*, Amsterdam, v. 31, n. 4, p. 477-492, May 2002.
- HARDY, C.; MAGUIRE, S. Institutional Entrepreneurship. In GREENWOOD, R. et al. (Org.). *Handbook of Organizational Institutionalism*, Thousand Oaks: Sage, 2008.
- HASENCLEVER, L.; FERREIRA, P. M. Estrutura de mercado e inovação. In KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.
- HASENCLEVER, L.; TIGRE, P. Estratégias de inovação. In KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.
- HIGDON, D.; HEITMANN, K.; LAWRENCE, E.; HABIB, S. Using the Bayesian Framework to Combine Simulations and Physical Observations for Statistical Inference. In BIEGLER, L. et al. (Ed.). *Large-Scale Inverse Problems and Quantification of Uncertainty*. Chichester: John Wiley, 2011. 372 p.
- HINDESS, B. *Political Choice and Social Structure: An Analysis of Actors, Interests, and Rationality*. Aldershot: Edward Elgar, 1989. 216 p.
- HITT, L.; TAMBE, P. Broadband adoption and content consumption. *Information Economics and Policy*, Amsterdam, v. 19, n. 3-4, p. 362-378, Oct. 2007.
- HODGSON, G. M. Markets. In DAVIS, J. B. et al. (Org.). *The Handbook of Socio-Economics*, Aldershot: Elgar, 2008.
- _____. What are Institutions? *Journal of Economic Issues*, v. 40, n. 1, p. 1-25, 2006.
- _____. The Evolution of Institutions: An Agenda for Future Theoretical Research. *Constitutional Political Economy*, v. 13, n. 2, p. 111-127, 2002.
- _____. The Approach of Institutional Economics. *Journal of Economic Literature*, v. 36, n. 1, p. 166-192, 1998.
- _____. *Economics and Institutions*, Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1988.
- HODGSON, G. M.; KNUDSEN, T. The complex evolution of a simple traffic convention: the functions and implications of habit. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Amsterdam, v. 54, n. 1, p. 19-47, 2004.
- HÖFFLER, F. Cost and benefits from infrastructure competition: Estimating welfare effects from broadband access competition. *Telecommunications Policy*, Amsterdam, v. 31, n. 6-7, p. 401-418, Jul.-Aug. 2007.
- HOLLAND, J. H. *Emergence: From Chaos to Order*, Boston: Addison-Wesley, 1998. 258 p.
- _____. Genetic Algorithms. *Scientific American*, New York, v. 267, p. 66-72, Jul. 1992.
- _____. The Global Economy as an Adaptive Process. In ANDERSON, P. W.; ARROW, K. J.; PINES, D. (Ed.) *The Economy as an Evolving Complex System*, Reading: Addison-Wesley, 1988.
- HUGHES, T. E. The Evolution of Large Technological Systems. In BIJLCER, W. E.; HUGHES, T. E.; PINCH, T. J. (Ed.). *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge: MIT Press, 1987.
- HWANG, H.; POWELL, W. W. Institutions and Entrepreneurship. In ACS, Z.; AUDRESTSCH, D. (Org.). *Handbook of Entrepreneurship Research*, New York: Springer, 2005.

- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2011.
- _____. *Sistema de Contas Nacionais: Brasil 2004-2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. 125 p.
- _____. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de Indicadores 2009*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. 288 p.
- _____. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Acesso à Internet e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal 2008*. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 217 p.
- _____. *Pesquisa Anual de Serviços: Suplemento Produtos e Serviços 2006-2007*. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 106 p.
- _____. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Acesso à Internet e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal 2005*. Rio de Janeiro: IBGE, 2007a. 247 p.
- _____. *Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE: versão 2.0*. Rio de Janeiro: IBGE, 2007b. 423p.
- IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Análise e recomendações para as políticas públicas de massificação de acesso à internet em banda larga. *Comunicados do IPEA*, Brasília, n. 46, abr. 2010.
- ITU (International Telecommunications Union) *Measuring the Information Society*: 2011. Geneva: ITU, 2011. 157 p.
- JACKSON, M. O.; YARIV, L. Diffusion of Behavior and Equilibrium Properties in Network Games. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 97, n. 2, p. 92-98, May 2007.
- JAGD, S. Economics of Convention and New Economic Sociology: Mutual Inspiration and Dialogue. *Current Sociology*, v. 55, n. 1, p. 75-91, 2007.
- JENSEN, J. B.; MCGUCKIN, R. H. Firm Performance and Evolution: Empirical Regularities in the US Microdata. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 6, n. 1, p. 25-47, 1997.
- JEPPELSON, R. Institutions, Institutional Effects, and Institutionalization. In POWELL, W. W.; DIMAGGIO, P. J. (Ed.). *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago: University of Chicago Press, 1991. 478 p.
- JONARD, N.; YILDIZOĞLU, M. Technological diversity in an evolutionary industry model with localized learning and network externalities. *Structural Change and Economic Dynamics*, Amsterdam, v. 9, n. 1, p. 35-53, Mar. 1998.
- KALDOR, N. Capital Accumulation and Economic Growth. In LUTZ, F. A.; HAGUE D. C. (Ed.). *The Theory of Capital*, London: Macmillan, p. 177-222, 1961. 415 p.
- KATZ, M. L.; SHAPIRO, C. Network Externalities, Competition, and Compatibility. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 75, n. 3, p. 424-440, Jun. 1985.
- KAVASSALIS, P.; SOLOMON, R. J.; BENGHOZI, P. J. The Internet: a paradigmatic rupture in cumulative telecom evolution, *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 5, n. 4, p. 1097-1126, 1996.
- KIM, C.; LEE, K. Innovation, technological regimes and organizational selection in industry evolution: a 'History Friendly Model' of the DRAM industry. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 12, n. 6, p. 1195-1221, Dec. 2003.
- KINDLEBERGER, C.P. Standards as Public, Collective and Private Goods. *Kyklos*, Zürich, v. 36, n. 3, p. 377-397, Aug. 1983.
- KINGSTON, C.; CABALLERO, G. Comparing Theories of Institutional Change. *Journal of Institutional Economics*, v. 5, n. 2, p. 151-180, 2009.

- KIRMAN, A. The economy as an evolving network. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 7, n. 3, p. 339-353, Jul. 1997.
- _____. Whom or what does the representative individual represent? *Journal of Economic Perspectives*, Pittsburgh, v. 6, n. 1, p. 117-136, Winter 1992.
- KLEPPER, S. Entry, exit, growth, and innovation over the product life cycle. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 86, n. 3, p. 562-583, Jun. 1996.
- KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Eds.). *The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth*. Washington: National Academy, p. 275-305, 1986. 640 p.
- KLÜGL, F. A Validation Methodology for Agent-Based Simulations. In: SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING, 2008, Fortaleza. *Proceedings...* New York: Association for Computing Machinery, 2008. p. 39-43.
- KNUDSEN, T.; SWEDBERG, R. Capitalist Entrepreneurship: Making Profit through the Unmaking of Economic Orders. *Capitalism and Society*, v. 4, n. 2, art. 3, 2009.
- KÖNIG, M. D.; BATTISTON, S.; SCHWEITZER, F. Modeling Evolving Innovation Networks. In PYKA, A.; SCHARNHORST, A. (Eds.). *Innovation Networks: Understanding Complex Systems*, Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- KRUSE, J. Priority and Internet Traffic. Working Paper Series, Helmut Schmidt University, Hamburg, n. 96, Aug. 2009.
- KUPFER, D. Barreiras estruturais à entrada. In KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.
- LATSIS, J.; LARQUIER, G.; BESSIS, F. Are conventions solutions to uncertainty? Contrasting visions of social coordination. *Journal of Post Keynesian Economics*, v. 32, n. 4, p. 535-558, Sum. 2010.
- LAVOIE, M. *Foundations of Post-Keynesian Economic Analysis*. Aldershot: Edward Elgar, 1992. 461 p.
- LAWSON, T. *Economics and reality*. London: Routledge, 1997. 364 p.
- LEHR, W. H.; CHAPIN, J. M. On the convergence of wired and wireless access network architectures. *Information Economics and Policy*, Amsterdam, v. 22, n. 1, p. 33-41, Mar. 2010.
- LEWIS, D. K. *Convention: a philosophical study*. Cambridge: Harvard University Press, 1969. 213 p.
- LI, W.; XU, L. C. The Impact of Privatization and Competition in the Telecommunications Sector around the World. *Journal of Law and Economics*, Chicago, v. 47, n.2, p. 395-430, Oct. 2004.
- LIEBOWITZ, S. J.; MARGOLIS; S. E. Network Externalities (Effects). In NEWMAN, P. (Ed.). *The New Palgrave's Dictionary of Economics and the Law*, London: Macmillan, 1998.
- _____. Are Network Externalities a New Source of Market Failure? 1996. Disponível em: <<http://wwwpub.utdallas.edu/~liebowit/netwextn.html>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- LOASBY, B. J. *Knowledge, Institutions and Evolution in Economics*. London: Routledge, 1999. 168 p.
- MACKIE-MASON, J. K.; VARIAN, H. R. Economic FAQs about the Internet. 1996. Disponível em: <<http://people.ischool.berkeley.edu/~hal/people/hal/papers.html>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

- _____. Some Economics of the Internet. 1994a. Disponível em:
<<http://people.ischool.berkeley.edu/~hal/people/hal/papers.html>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- _____. Pricing the Internet. 1994b. Disponível em:
<<http://people.ischool.berkeley.edu/~hal/people/hal/papers.html>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- MACY, M. W.; WILLER, R. From Factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling. *Annual Review of Sociology*, Palo Alto, v. 28, p. 143-166, 2002.
- MALERBA, F. Industry Evolution and History-Friendly Models. Plenary paper for the International Schumpeter Society Conference, Aalborg, Jun. 2010.
- _____. Innovation and the evolution of industries. *Journal of Evolutionary Economics*, Heidelberg, v. 16, n. 1-2, p. 3-23, Apr. 2006.
- _____. Sectoral Systems of Innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, London, v. 14, n. 1-2, p. 63-82, Jan-Mar 2005.
- _____. *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. New York: Cambridge University Press, 2004. 519 p.
- _____. Sectoral Systems of Innovation and Production. *Research Policy*, Amsterdam, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.
- MALERBA, F.; NELSON, R. R. Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 20, n. 6, p. 1645-1675, Dec. 2011.
- MALERBA, F.; NELSON, R. R.; ORSENIGO, L.; WINTER, S. 'History-friendly' Models of Industry Evolution: The Computer Industry. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 8, n. 1, p. 3-40, 1999.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Knowledge, Innovative Activities and Industrial Evolution. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 9, n. 2, p. 289-314, 2000.
- _____. The Dynamics and Evolution of Industries. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 5, n. 1, p. 51-87, 1996.
- MALERBA, F.; SUNIL, M. *Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries: Actors, Structure and Evolution*. Cheltenham: Edward Elgar, 2009. 394 p.
- MARCH, J. G. *A Primer on Decision Making*. New York: Free Press, 1994. 289 p.
- MCAFEE, R. P.; MIALON, H. M.; WILLIAMS M. A. What Is a Barrier to Entry? *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 94, n. 2, p. 461-465, May 2004.
- MCFARLAND, J.; SWILER, L. Calibration and Uncertainty Analysis for Computer Simulations with Multivariate Output. In BIEGLER, L. et al. (Ed.). *Large-Scale Inverse Problems and Quantification of Uncertainty*. Chichester: John Wiley, 2011. 372 p.
- METCALFE, S. *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. New York: Routledge, 1998. 153 p.
- METCALFE, S.; FOSTER, J. Introduction and overview. In METCALFE, S.; FOSTER, J. (Ed.). *Evolution and Economic Complexity*. Cheltenham: Edward Elgar, p. ix-xix, 2004. 227 p.
- MILGROM, P.; ROBERTS, J. Limiting pricing and entry under incomplete information. *Econometrica*, Chicago, v. 50, n. 2, p. 443-460, Mar. 1982.
- MINICOM (Ministério das Comunicações). *Exposição de Motivos nº 231 – Projeto da Lei Geral de Telecomunicações*. Brasília, 1996.

- MORONE, P.; TAYLOR, R. *Knowledge Diffusion and Innovation: Modelling Complex Entrepreneurial Behaviours*. Cheltenham: Edward Elgar, 2010. 177 p.
- MOWERY, D. C.; SIMCOE, T. Is the Internet a US invention?: an economic and technological history of computer networking. *Research Policy*, Amsterdam, v. 31, n. 8-9, p. 1369-1387, Dec. 2002.
- MUSGRAVE, R. A. *The theory of public finance: a study in public economy*. New York: McGraw-Hill, 1959. 628 p.
- NELSON, R. R. Physical and social technologies, and their evolution. In NELSON, R. R. (Org.). *Technology, Institutions, and Economic Growth*, Cambridge: Harvard University Press, 2005a.
- _____. Introduction. In NELSON R. R. (Org.). *The limits of market organization*, New York: Russell Sage Foundation, 2005b.
- _____. The coevolution of technology and institutions as the driver of economic growth. In FOSTER, J.; METCALFE, J. S. (Ed.). *Frontiers of Evolutionary Economics*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 19-30, 2001.
- _____. Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change, *Journal of Economic Literature*, Pittsburgh, v. 33, n. 1, p. 48-90, Mar. 1995.
- NELSON, R. R.; SAMPAT, B. Making sense of institutions as a factor shaping economic performance. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 44, p. 31-54, 2001.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. Preface to the Japanese Translation of ‘An Evolutionary Theory of Economic Change’. *LEM Working Paper Series*, Sant’Anna School of Advanced Studies, Pisa, n. 2007/04, Jan. 2007.
- _____. (1982). *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Trad. C. Heller. Campinas: Ed. UNICAMP, 2005. 631 p.
- NET (Net Serviços de Comunicação S.A.). Relações com Investidores: Financeiro e Operacional – Relatórios Anuais. Disponível em: <<http://ri.netservicos.com.br>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- NEWMAN, D. Monster RASs: Growing Pains? *Data Communications*, Manhasset, Apr. 1999.
- NOAM, E. M. Beyond liberalisation: From the network of networks to the system of systems”, *Telecommunications Policy*, Amsterdam, v. 18, n. 4, p. 286-294, 1994.
- NORTH, D. C. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 152 p.
- OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) Price ranges, Monthly subscriptions, with/without line charge (Sept. 2010). 2010. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/ict/broadband>>. Acesso em 15 nov. 2011.
- OI (Tele Norte Leste Participações S.A.). Relações com Investidores: Relatórios Financeiros. Disponível em: <<http://ri.oi.com.br>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- ORMEROD, P.; ROSEWELL, B. Validation and Verification of Agent-Based Models in the Social Sciences. *Lecture Notes in Computer Science*, Berlin, v. 5466, p. 130-140, 2009.
- _____. On the methodology of assessing agent-based evolutionary models in the social sciences. In METCALFE, S.; FOSTER, J. (Ed.). *Evolution and Economic Complexity*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 24-37, 2004. 227 p.
- ORLÉAN, A. L’économie des conventions: définitions et résultats. In ORLÉAN, A. (Org.). *Analyse économique des conventions*. 2 ed. Paris: PUF, 2004.

- PAVITT, K. Chips and Trajectories: How Does the Semiconductor Influence the Sources and Directions of Technical Change? In MACLEOD, R. (Ed.). *Technology and the Human Prospect: Essays in Honour of C. Freeman*. London: Pinter, 1986. 256 p.
- _____. Sectoral patterns of technological change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, Amsterdam, v. 13, n. 6, p. 343-374, Dec. 1984.
- PEREIRA, M. C. Modelo Setor Internet. 2012. Disponível em: <<http://sites.google.com/site/modelosetorinternet>>. Acesso em: 21 jan. 2012.
- PEREIRA, P.; RIBEIRO, T. The impact on broadband access to the Internet of the dual ownership of telephone and cable networks. *International Journal of Industrial Organization*, Amsterdam, v. 29, n. 2, p. 283-293, Mar. 2011.
- PEREZ, C.; SOETE, L. Catching up in technology: Entry barriers and windows of opportunity. In DOSI, G. et al. (Ed.). *Technical change and economic theory*, London: Pinter, 1988. p. 458-479.
- PETERAF, M. A. The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic Management Journal*, Chicago, v. 14, n. 3, p. 179-191, Mar. 1993.
- PINTO JR., H. Q. Estratégias de financiamento. In KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.
- PINTO JR., H. Q.; FIANI, R. Regulação econômica. In KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.
- POLANYI, K. *The Great Transformation*. Boston: Beacon, 1944.
- PORTER, M. E. Competition and antitrust: Toward a productivity-based approach to evaluating mergers and joint-ventures. *Antitrust Bulletin*, Carmel, v.46, n.4, p. 919-958, Winter 2001.
- _____. (1980). *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 3ª ed. Trad. E. M. Pinho Braga. Rio de Janeiro: Campus, 1986. 362 p.
- POSSAS, M. L. Eficiência Seletiva: uma Perspectiva Neo-Schumpeteriana Evolucionária sobre Questões Econômicas Normativas. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 73-94, jan.-mar. 2004.
- _____. Concorrência schumpeteriana. In KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. 640 p.
- POSSAS, M. L.; KOBLITZ, A.; LICHA, A.; OREIRO, J. L.; DWECK, E. Um Modelo Evolucionário Setorial. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 55, n.3, p. 333-377, jul./set. 2001.
- POSSI, P. UMTS World. 2006. Disponível em: <<http://www.umtsworld.com>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- POTTS, J. *New Evolutionary Microeconomics: Complexity, Competence and Adaptive Behaviour*. Cheltenham: Edward Elgar, 2000. 239 p.
- POWELL, W. W. Expanding the scope of institutional analysis. In POWELL, W. W.; DIMAGGIO, P. J. (Ed.). *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago: University of Chicago Press, 1991. 478 p.
- PRADO, E. F. S. *Economia, complexidade e dialética*. São Paulo: Pleiade, 2009. 165 p.
- _____. Microeconomia reducionista e microeconomia sistêmica. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 303-322, mai.-ago. 2006a.
- _____. Instituições deliberadas ou espontâneas. *Análise*, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 105-118, 2006b.

- PRESS, W. H.; FLANNERY, B. P.; TEUKOLSKY, S. A.; VETTERLING, W. T. *Numerical Recipes in Fortran: The Art of Scientific Computing*, 2 ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1992. 933 p.
- PURI, M; ZARUTSKIE, R. On the lifecycle dynamics of venture-capital and non-venture-capital-financed firms. *NBER Working Paper Series*, National Bureau of Economic Research, Cambridge, n. 14250, Aug. 2008.
- PYKA, A. Innovation networks in economics: from the incentive-based to the knowledge-based approaches, *European Journal of Innovation Management*, Bingley, v. 5, n. 3, p. 152-163, 2002.
- PYKA, A.; EBERSBERGER, B.; HANUSCH, H. A conceptual framework to model long-run qualitative change in the energy system. In METCALFE, S.; FOSTER, J. (Ed.). *Evolution and Economic Complexity*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 191-213, 2004. 227 p.
- PYKA, A.; FAGIOLO, G. Agent-Based Modelling: A Methodology for Neo-Schumpeterian Economics. Working Paper n. 272, Institut for Volkswirtschaftslehre, Universitaet Augsburg, 2005.
- PYKA, A.; GILBERT, N.; AHRWEILER, P. Agent-Based Modelling of Innovation Networks – The Fairytale of Spillover. In PYKA, A.; SCHARNHORST, A. (Eds.). *Innovation Networks: Understanding Complex Systems*, Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- RASMUSSEN, S.; BARRETT, C. L. Elements of a Theory of Simulation. In MORÁN, F.; MORENO, A.; MERELO, J.J.; CHACÓN, P. (Ed.). *Advances in Artificial Life*. Berlin: Springer, p. 515-529, 1995.
- ROSENKOPF, L.; TUSHMAN, M. L. The coevolution of community networks and technology: lessons from the flight simulation industry. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 7, n. 2, p.311-346, Jun. 1998.
- ROSSER JR., J. B. On the Complexities of Complex Economic Dynamics. *Journal of Economic Perspectives*, Pittsburgh, v. 13, n. 4, p. 169-192, Fall 1999.
- ROTHAERMEL, F.T.; THURSBY, M. *Research Policy*, Amsterdam, v. 34, n. 3, p. 305-320, Apr. 2005.
- SAVIOTTI, P. P. Knowledge Networks: Structure and Dynamics. In PYKA, A.; SCHARNHORST, A. (Eds.). *Innovation Networks: Understanding Complex Systems*, Berlin: Springer, 2009.
- _____. Introduction. In SAVIOTTI, P. P. (Ed.). *Applied Evolutionary Economics*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 1-31, 2003. 349 p.
- SCHENK, K.-E. *Economic Institutions and Complexity*. Cheltenham: Edward Elgar, 2003. 186 p.
- SCHMALENSEE, R. Sunk costs and antitrust barriers to entry. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 94, n. 2, p. 471-475, May 2004.
- SCHUMPETER, J. A. (1943). *Capitalism, socialism and democracy*. 5 ed. New York: Routledge, 1976. 437 p.
- _____. (1912). *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. Tr. M. S. Possas. São Paulo: Nova Cultural, 1997. 237 p.
- SCOTT, W. R. *Institutions and Organizations*. 3 ed. Thousand Oaks: Sage, 2008.
- _____. *Institutions and Organizations*. 2 ed. Thousand Oaks: Sage, 2001.
- SEAE (Secretaria de Acompanhamento Econômico – Ministério da Fazenda); SDE (Secretaria de Direito Econômico – Ministério da Justiça). Guia para análise econômica de atos de Concentração horizontal. Portaria Conjunta SEAE/SDE n. 50, Brasília, 1 ago. 2001.

- SEPIN (Secretaria de Política de Informática e Automação - Ministério da Ciência e Tecnologia). Evolução da Internet no Brasil e no Mundo. *Mimeo*, Brasília, 2000.
- SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, New York, v. 27, n. 3, p. 379-423, Jul. 1948.
- SHAPIRO, C.; VARIAN, H. R. (1999). *A economia da informação: como os princípios econômicos se aplicam a era da internet*. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 397 p.
- SHY, O. *The economics of network industries*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2001. 315p.
- _____. *Industrial Organization: Theory and Applications*. Cambridge: MIT Press, 1995. 466 p.
- SILVERBERG, G.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, Diversity and Diffusion: a Self-organization Model. *Economic Journal*, Oxford, v. 98, n. 393, p. 1032-1054, 1988.
- SILVERBERG, G.; VERSPAGEN, B. Learning, innovation and economic growth: a long-run model of industrial dynamics. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 3, n. 1, p. 199-223, 1994.
- SIMON, H. A. Organizations and Markets, *Journal of Economic Perspectives*, Pittsburgh, v. 5, n. 2, p. 25-44, Spring 1991.
- _____. Rational decision making in business organizations. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 69, n. 4, p. 493-513, Sep. 1979.
- _____. The Role of Expectations in an Adaptive or Behavioristic Model. In BOWMAN, M. (Org.). *Expectations, Uncertainty, and Business Behavior*, New York: Social Science Research Council, 1958.
- SIMONSEN, M. H. Rational Expectations, Game Theory and Inflationary Inertia. In ANDERSON, P. W.; ARROW, K. J.; PINES, D. (Ed.) *The Economy as an Evolving Complex System*, Reading: Addison-Wesley, 1988.
- SIQUEIRA, E. *Brasil: 500 Anos de Comunicações - A Eterna Busca da Liberdade*. São Paulo: Dezembro, 2000.
- _____. *Três Momentos da História das Telecomunicações no Brasil*. São Paulo: Dezembro, 1997.
- SPERRY, R.W. In defense of mentalism and emergent interaction. *Journal of Mind and Behavior*, Orono, v. 12, n. 2, p. 221-246, Spring 1991.
- STEIN, J. Conversations among Competitors. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 98, n. 5, p. 2150-2162, Dec. 2008.
- STIGLITZ, J. E. Technological Change, Sunk Costs, and Competition. *Brookings Papers on Economic Activity*, Washington, v. 18, n. 3, p. 883-937, 1987.
- _____. On the Irrelevance of Corporate Financial Policy. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 64, n. 6, p. 851-866, Dec. 1974.
- STORPER, M.; SALAIS, R. *Worlds of Production*, Cambridge: Harvard University Press, 1997.
- STURGEON, T. J. Modular production networks: a new American model of industrial organization. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 11, n. 3, p. 451-496, Jun. 2002.
- SUGDEN, R. (1986), *The Economics of Rights, Co-operation and Welfare*. 2 ed. Oxford: Blackwell, 2004.
- TEECE, D. J. Reflections on 'Profiting from Innovation'. *Research Policy*, Amsterdam, v. 35, n. 8, p. 1131-1146, Oct. 2006.
- _____. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, Amsterdam, v. 15, n. 6, p. 285-305, Dec. 1986.

- TEECE, D. J.; PISANO, G. The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v. 3, n. 3, p. 537-556-533, 1994.
- TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, Chicago, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.
- TELEBRASIL (Associação Brasileira de Telecomunicações). *O Desempenho do Setor de Telecomunicações no Brasil - Séries Temporais: Segundo Trimestre de 2011*. Rio de Janeiro: TELEBRASIL, 2011.
- TELECO. Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br>>. Acesso em 30 dez. 2011.
- TELEFÔNICA S.A. Relações com Investidores: Relatórios de Informação ao Mercado. Disponível em: <<http://telefonica.mediagroup.com.br/pt>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- TELETIME. Anatel não muda leilão das faixas de 3,5 GHz e 10,5 GHz. 2006. Disponível em: <<http://www.teletime.com.br/16/08/2006/anatel-nao-muda-leilao-das-faixas-de-3-5-ghz-e-10-5-ghz/tt/65626/news.aspx>>. Acesso em: 30 dez. 2011.
- TENNENHOUSE, D.; LAMPSON, B.; GILLETT, S. E.; KLEIN, J. S. Virtual Infrastructure: Putting Information Infrastructure on the Technology Curve. *Computer Networks and ISDN Systems*, Amsterdam, v. 28, n. 13, p. 1769-1790, Oct. 1996.
- TESFATSION, L. Agent-Based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory. In TEFATSION, L.; JUDD K. (Ed.). *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*. Amsterdam: North-Holland. 2006. 1659 p.
- _____. Agent-based computational economics: Modelling economies as complex adaptive systems. *Information Sciences*, Amsterdam, v. 149, n. 4, p. 262-268, Feb. 2003.
- THORNTON, P.; OCASIO, W. Institutional Logics. In GREENWOOD, R. et al. (Org.). *The Sage Handbook of Organizational Institutionalism*, Thousand Oaks: Sage, 2008.
- TIGRE, P. B. Inovação e teorias da firma em três paradigmas. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 67-111, jan.-jun. 1998.
- TIM (TIM Participações S.A.). Relações com Investidores: Central de Resultados. Disponível em: <<http://www.timpartri.com.br>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- TIROLE, J. *The theory of industrial organization*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988. 479 p.
- TOLBERT, P. S.; ZUCKER, L. G. The Institutionalization of Institutional Theory. In CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. (Ed.). *Handbook of Organization Studies*, Thousand Oaks: Sage, 1996.
- TORDJMAN, H. How to study markets? An Institutional Point of View. *Revue d'Economie Industrielle*, v. 107, n. 3, p. 19-36, 2004.
- UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). *Information Economy Report 2010: ICTs, Enterprises and Poverty Alleviation*. New York: United Nations, 2010.
- USDJ (United States Department of Justice); FTC (Federal Trade Commission) *Horizontal Merger Guidelines*. 2010. Disponível em: <<http://www.justice.gov/atr/public/guidelines/hmg-2010.html>>. Acesso em: 22/12/2011.
- UTTERBACK, J. M. (1994). *Dominando a dinâmica da inovação*. Trad. L. Liske. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996. 264 p.
- VALENTE, M. Markets for Heterogeneous Products: a Boundedly Rational Consumer Model. *LEM Working Paper Series*, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, n. 2009/11, Sep. 2009.
- _____. Simulation Methodology: an Example in Modeling Demand. *Mimeo*, 2002.

- VALENTE, M.; CIARLI, T.; LORENTZ, A. Introduction to Lsd. 2010. Disponível em: <<http://www.labsimdev.org/download/Sime10/slidesIntro.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2011.
- VARIAN, H. R. *Microeconomia: Princípios Básicos*. 7ª ed. Trad. M. J. C. Monteiro; R. Doninelli. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 807 p.
- VISCUSI, W. K.; HARRINGTON JR., J. E.; VERNON, J. M. *Economics of Regulation and Antitrust*. 4 ed. Cambridge: MIT Press, 2005. 927 p.
- VIVO S.A. Relações com Investidores: Relatórios de Informação ao Mercado. Disponível em: <<http://vivo.mediagroup.com.br/port/home>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- WALLSTEN, S. Understanding International Broadband Comparisons: 2009 Update. 2009. Disponível em: <<http://www.techpolicyinstitute.org/publications>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- _____. Whence Competition in Network Industries? Broadband and Unbundling Regulations in OECD Countries. 2007. Disponível em: <<http://www.techpolicyinstitute.org/publications>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- WATTS, D. J. Networks, Dynamics, and the Small-World Phenomenon. *American Journal of Sociology*, Chicago, v105, n. 2, p. 493-527, Sep. 1999.
- WEBER, M. (1921). *Economy and Society: An Outline of Interpretive Sociology*. Volume 1. Trad. M. Tübingen. New York: Bedminster, 1968.
- WEISS, L. W. The Structure-Conduct-Performance Paradigm and Antitrust. *University of Pennsylvania Law Review*, Pennsylvania, v. 127, n. 4, p. 1104-1140, Apr. 1979.
- WERKER, C.; BRENNER, T. Empirical Calibration of Simulation Models. Working Paper n. 4, v. 13, Eindhoven Centre for Innovation Studies, Eindhoven University of Technology, 2004.
- WILLIAMSON, O. The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. *Journal of Economic Literature*, v. 38, n. 3, p. 595-613, 2000.
- _____. Prologue: the mechanisms of governance. In WILLIAMSON, O (Org.). *The Mechanisms of Governance*, Oxford: Oxford University Press, 1996.
- WINDRUM, P. Neo-Schumpeterian simulation models. In HANUSCH, H.; PYKA, A. (Ed.). *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*. Cheltenham: Edward Elgar, p. 405-439, 2007. 1209 p.
- WINDRUM, P.; BIRCHENHALL, C. Is life cycle theory a special case?: dominant designs and the emergence of market niches through co-evolutionary learning. *Structural Change and Economic Dynamics*, Amsterdam, v. 9, n.1, p. 109-134, 1998.
- WINDRUM, P.; FAGIOLO, G.; MONETA, A. Empirical Validation of Agent-Based Models: Alternatives and Prospects. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Surrey, v. 10, n. 2, p. 8-37, 2007.
- YOON, M.; LEE, K. Agent-based and “History-Friendly” Models for Explaining Industrial Evolution. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, Tokyo, v. 6, n.1, p. 45-70, 2009.
- YOUNG, H. P. Innovation Diffusion in Heterogeneous Populations: Contagion, Social Influence, and Social Learning. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 99, n. 5, p. 1899-1924, Dec. 2009.
- _____. The Economics of Convention. *Journal of Economic Perspectives*, Pittsburgh, v. 10, n. 2, p. 105-122, 1996.
- ZAKON, R. H. Hobbes’ Internet Timeline 10.1. 2010. Disponível em: <<http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

Apêndice A: Valores de calibração

Neste apêndice serão apresentados os valores de referência propostos para cada parâmetro ou valor inicial. Esses valores são provenientes da pesquisa empírica apresentada no capítulo 1, sempre que disponíveis, ou de premissas justificadas do modelista. Os testes de sensibilidade são efetuados em torno desses valores. A seguir serão detalhados e justificados os valores adotados para todos os parâmetros e valores iniciais não triviais requeridos pelo modelo.

A.1. Calibração dos parâmetros

O modelo requer a definição de 41 parâmetros agrupados em duas classes de objetos. A primeira classe é composta por objetos do tipo “contêiner” – ou objetos que contêm outros objetos. Parâmetros de objetos dessa classe afetam de forma homogênea todos os objetos neles contidos, representando tipicamente parâmetros sistêmicos ou parcela do ambiente institucional do modelo. A segunda classe é formada por objetos individuais, que modelam os agentes, sendo que os parâmetros desses objetos usualmente representam as premissas comportamentais individuais – e distintas – de cada agente.

A.1.1. Parâmetros sistêmicos

Os parâmetros sistêmicos são frequentemente passíveis de calibração a partir da evidência empírica ou, pelo menos, permitem o ajuste da sua ordem de grandeza a partir de informações provenientes do sistema econômico real.

g_B (taxa de crescimento do orçamento dos usuários): a taxa periódica de crescimento do orçamento de cada objeto/agente User do modelo tem valor de referência **0**, ou seja, não é assumida variação ao longo do tempo no orçamento alocado pelos usuários para contratação do serviço de acesso à internet. Essa premissa é baseada na evidência empírica (CETIC.BR, 2006-2011; IBGE, 2011) que aponta para relativa estabilidade deste valor no período em que os dados estão disponíveis (2005-2010).

g_{users} (taxa de crescimento logística da população de usuários potenciais): essa taxa é parâmetro da curva logística representando a evolução do número de agentes do tipo “User” ao longo do tempo simulado. A curva logística costuma ser uma aproximação razoável do processo de difusão de novos produtos pela população (YOUNG, 2009; MORONE; TAYLOR, 2010). O valor de referência **0,048** para g_{users} é proveniente do ajuste da curva logística ao perfil real de crescimento do número de usuários

efetivos da internet no Brasil (COSTA; BIANCHINI, 2008) e as expectativas de saturação desse mercado no longo prazo (CETIC.BR, 2006-2011; IBGE, 2011).

pop_0 (população inicial de usuários potenciais): número inicial de objetos “User”, representando agentes do tipo usuário dos serviços de acesso à internet. Adotado o valor de **180**, representando um mercado inicial diretamente endereçável de cerca de 1.800.000 usuários potenciais do serviço de acesso, razoavelmente superior – mas ainda compatível com a ordem de grandeza – dos valores históricos de usuários efetivos (SEPIN, 2000; CETIC.BR, 2006-2011; IBGE, 2011). O valor selecionado é o que permite o ajuste mais adequado da curva logística aos dados reais ao longo de todo o período de simulação.

pop^{max} (tamanho final da população de usuários potenciais): esse é o número final da curva logística de crescimento do número de agentes User no modelo. O valor de referência adotado, **11.700 objetos User**, representa um mercado real equivalente a 117 milhões de usuários potenciais, com base nas pesquisas de intenção de consumo disponíveis (CETIC.BR, 2006-2011) e o limite mínimo de preço mensal (R\$ 10,00) que tem viabilizado a prestação de serviços de telecomunicações no Brasil, conforme discutido no capítulo 1. Essa escolha representa, com a parametrização proposta, a manutenção de um grupo de cerca de 7% da população potencialmente interessada não atendida pelo serviço de acesso.

T^{avg} (tempo médio de duração do contrato de serviço): representa o tempo que os usuários se comprometem, em média, com os provedores de acesso contratados. O valor de referência adotado é de **4 UT** (unidades de tempo), oriundo da evidência anedótica de prevalência da oferta de contratos com duração de 1 ano (ou 4 trimestres).

T^{var} (desvio padrão do tempo de duração do contrato): indica o desvio padrão do tempo de duração dos contratos firmados pelos usuários com os provedores de acesso. O valor escolhido como referência para a simulação foi de **2 UT**, a partir da premissa de que não existe variação significativa da duração dos contratos fora da faixa 6-18 meses. Essa faixa é compatível com a evidência anedótica, que apresenta casos de ofertas com duração T^{avg} desde 1 até 8 trimestres, apesar de consideramos que a quantidade de usuários nessas ofertas limítrofes é pouco significativa.

cm_0 (relação entre custo de manutenção e preço inicial da tecnologia): o custo de manutenção das redes é representado como um percentual do custo de capital das redes. Este critério é aderente à realidade empírica e razoavelmente estável. O valor de referência adotado, **0,0053 por UT** (trimestre), é baseado na média histórica do mercado brasileiro (TELEBRASIL, 2011; relatórios financeiros dos provedores).

p_{incr} (probabilidade Poisson da inovação incremental no tempo): o valor médio adotado para o período entre inovações incrementais, parâmetro de uma distribuição Poisson, é de **8 UT**. Esse valor de referência, equivalente a um período de 2 anos, é baseado em evidência anedótica obtida durante a pesquisa empírica, que indicou baixa probabilidade de incrementos anuais consecutivos.

p_{rad} (probabilidade Poisson da inovação radical no tempo): o valor de referência utilizado para o intervalo médio entre inovações radicais, **28 UT**, foi baseado nas informações empíricas coletadas no capítulo 1 (SEPIN, 2000; TELEBRASIL, 2011). Deve-se ressaltar a população reduzida de eventos deste tipo (3) na curta história do setor, além da premissa da manutenção deste período médio ao longo da simulação, o que pode levar a erros de avaliação relevantes.

p_{inc}^{tech}	(desconto disponível para incumbentes): a disponibilidade de preços preferenciais para provedores do grupo dos incumbentes pode ser simulada por meio deste parâmetro. Foi arbitrado o valor de referência 0,3 (desconto de 30% para incumbentes) a partir de alguma informação anedótica disponível, uma vez que os descontos “por volume e relacionamento” praticados pelos fornecedores de equipamentos não são normalmente tornados públicos.
T_{depr}^{tech}	(período de utilização dos equipamentos de rede antes da depreciação): é o período máximo de utilização dos equipamentos de rede antes da sua desativação e substituição por equipamento mais moderno. O valor adotado de 40 (10 anos) representa a prática corrente no Brasil, conforme informação anedótica, e é compatível com o prazo de depreciação estipulado pela Receita Federal.
v_{incr}	(desvio padrão reduzido da produtividade da inovação incremental): o valor de referência arbitrado para o desvio padrão (em múltiplos da média) do aumento da produtividade das inovações incrementais é de 0,049 . Essa premissa foi ajustada de forma a manter a possibilidade de aumentos significativos da produtividade a partir de inovações radicais, sem desconsiderar a possibilidade de inovações incrementais relevantes ao longo da vida das tecnologias, conforme evidência obtida a partir da variação dos custos do setor nos EUA (CROES, 1995; GREENE, 1997; NEWMAN, 1999; BLS, 2011), dada a indisponibilidade deste tipo de informação no Brasil. Esse valor é proporcional ao período médio p_{incr} entre inovações incrementais e representa um incremento anual médio de produtividade de cerca de 2,5%.
v_{rad}	(desvio padrão reduzido da produtividade da inovação radical): cada inovação radical no setor de redes para acesso à internet representou, historicamente, um desvio padrão equivalente a 1,7 vezes a produtividade média da tecnologia anterior. Este valor foi adotado a partir da diferença histórica da produtividade entre a primeira (<i>dial-up</i>) e a segunda (ADSL) geração da tecnologia de acesso à internet, a partir da variação dos custos industriais nos EUA (BLS, 2011).
c_f	(custo fixo por usuário): o modelo assume custo fixo por usuário ativo na rede do provedor, com valor de referência de 102 UM/UT , ou o equivalente ao valor de R\$ 34,00/mês/usuário, obtido a partir de informação empírica histórica (TELEBRASIL, 2011; relatórios financeiros dos provedores). Esse é uma premissa conservadora, pois é razoável supor que o custo fixo irá cair ao longo do tempo, apesar da evidência empírica disponível não apontar nessa direção.
c_s	(fator de escala para custos operacionais): foi assumido um valor de referência arbitrário de 0,9 , de forma a proporcionar ganhos de escala crescentes, mas modestos, cuja existência é indicada pela evidência empírica do setor, apesar da dificuldade de avaliação do valor adequado para seu impacto.
e^{max}	(número máximo de entrantes por período): como a decisão de entrada é decidida de forma apenas parcialmente endógena ao modelo, considerou-se conveniente limitar o número de entrantes em um dado período, adotando se o valor arbitrário de até 1 novo provedor entrando no mercado a cada UT. Esta restrição procurou aproximar a evidência histórica sobre entrada de provedores no setor (ANATEL, 2011; TELEBRASIL, 2011) à dinâmica de atração de entrantes o modelo. Note-se que o modelo considera apenas provedores com <i>market share</i> mínimo s^{min} (1%), logo provedores menores não são considerados no modelo, o que se mostra razoável a partir da perspectiva empírica.

g_s^{sens}	(sensibilidade do <i>market share</i> – variação mínima perceptível): valor do <i>threshold</i> de responsividade comportamental dos provedores a variações na taxa de mudança dos <i>market shares</i> , de forma a capturar no modelo a percepção de que os agentes do setor concreto reagem apenas a mudanças que não sejam muito pequenas na taxa. O de referência valor da sensibilidade g_s^{sens} , entretanto, foi arbitrado em 0,05 , dada a indisponibilidade de dados empíricos.
k_0	(tamanho médio da rede do provedor entrante): conforme o número de usuários no setor cresce, aumenta o tamanho médio dos provedores entrantes, conforme a razão k_0 , com valor arbitrado de 0,055 . Este valor foi escolhido com base no tamanho do entrante de maior sucesso no histórico do setor (TELEBRASIL, 2011).
n_{exit}	(número de períodos com resultados ruins antes da saída do mercado): a saída de firmas do mercado acontece após n_{exit} períodos consecutivos com resultados ruins (caixa ou <i>market share</i>), conforme a equação (61). O valor de referência foi arbitrado em 20 UT , ou o equivalente a 5 anos de resultados ruins, por falta de dados empíricos específicos do setor.
n_{min}^{strat}	(número mínimo de períodos entre mudanças de estratégia competitiva da firma): o processo de aprendizado adaptativo das firmas é limitado pelo número de períodos necessários para a adequada avaliação da estratégia corrente. O valor foi arbitrado em 12 UT (ou 3 anos), dada a dificuldade de obtenção de dados empíricos dessa natureza.
p_{max}	(preço máximo do serviço de acesso): é o preço mensal máximo que os provedores podem oferecer o serviço, representando um teto fixado a partir de uma determinação governamental. Entretanto, seu valor de referência na simulação é 600 UM (unidades monetárias) para cada objeto “User” – representando um grupo de 10.000 usuários reais. O valor adotado é próximo ao orçamento máximo disponível para cada User (~R\$ 200/mês), conforme evidência empírica (CETIC.BR, 2011), indicando a inexistência de limite efetivo na prática, como apontado no capítulo 1.
p_{step}	(taxa de variação de preços): quando no modelo o provedor decide alterar seu preço, ele realiza isso em incrementos ou decrementos p_{step} do preço do período anterior, gradativamente. Esse tipo de comportamento pode ser observado na evidência empírica, que mostra serem muito mais frequentes os ajustes incrementais de preços, em detrimento de ajustes radicais – que, entretanto, também são verificados. O valor de referência adotado é de 0,05 por UT (5%), escolhido de forma a capturar a ordem de grandeza da evidência anedótica empírica.
q	(sensibilidade do usuário à disponibilidade de capacidade de rede): como não existe relação linear entre capacidade de rede e qualidade, o fator q ajusta esta não linearidade como apresentado na equação (29). Por falta de dados para aferição deste valor, foi arbitrado o valor de referência 0,5 para o parâmetro. A evidência empírica anedótica aponta para valores de q significativamente menores do que 1.
r_0	(taxa base de juros por período): foi adotado como referência o valor médio da taxa de juros real de mercado (<i>ex</i> BNDES) disponível para os provedores no ano de 2010 (relatórios financeiros dos provedores), equivalente a 0,042 por UT , ou 17,8% ao ano antes dos impostos (<i>pre-tax</i>). O valor pontual foi escolhido dada a tendência decrescente desse valor ao longo da série histórica, uma vez que ele é mantido constante ao longo da simulação.
r_{inc}	(diferencial de juros disponível para incumbentes): existe a possibilidade de oferta de taxas de juros diferenciadas para os incumbentes, normalmente associadas à obtenção

de financiamentos com taxas subsidiadas de financiadores como o BNDES, frequentemente não disponíveis para entrantes. Foi adotado o valor de referência de **0,83**, relativo à diferença entre as melhores taxas médias reais oferecidas pelo BNDES e o valor médio da taxa de juros real disponível para os grandes provedores (relatórios financeiros), assumindo que o BNDES seja responsável por cerca de 50% do *funding* dessas firmas.

- r_{lev} (sensibilidade da taxa de juros à alavancagem): parâmetro indicando a sensibilidade positiva da taxa de juros disponível para o provedor em relação à sua alavancagem financeira, conforme a equação (56). O valor de referência arbitrado de **0,10** procura captar este fenômeno indicado pela evidência empírica.
- r_{size} (sensibilidade da taxa de juros ao tamanho da firma): A taxa de juros de cada provedor tem, ainda, sensibilidade negativa para o tamanho do provedor, medido pelas suas receitas, conforme aponta a evidência empírica. O valor dessa sensibilidade, entretanto, não está disponível e foi arbitrado em **0,01**.
- s_e (*market share* mínimo não ocupado para estimular entrada): a decisão de entrada de novas firmas no mercado é estimulada (“acelerada”) pela existência de uma parcela de usuários potenciais não atendidos pelos provedores existentes – devido aos preços elevados. O valor de referência arbitrado é de **0,05**, dada a inexistência de dados empíricos, apesar da tendência de estímulo adicional para a entrada nessas situações ser recepcionada pela evidência empírica.
- s^{inc} (*market share* mínimo para provedor ser considerado incumbente): de acordo com dados históricos de diversos setores, as firmas maiores detêm vantagens comparativas no processo competitivo. O parâmetro s^{inc} auxilia na identificação dos provedores que dispõem dessa condição – os incumbentes – indicando o *market share* mínimo de qualificação, adotado no limite inferior clássico de **20%** (SEAE; SDE, 2001).
- s^{min} (*market share* mínimo para provedor continuar no mercado virtual): para efeitos analíticos, os provedores que mantém *market share* inferior a s^{min} por n_{exit} unidades de tempo são eliminados do mercado virtual por conveniência analítica, dada sua contribuição pouco relevante para os processos setoriais. O valor de referência arbitrado é de **1%**, frequentemente adotado pelas entidades que realizam levantamentos de mercado para considerar a contribuição individual de uma dada firma.
- T_{min}^e (período mínimo entre entradas no mercado): frequentemente existem restrições práticas ou regulatórias para a entrada de novos provedores no mercado (licenças, acesso a recursos críticos etc.), retardando a entrada. O parâmetro T_{min}^e tenta capturar parcialmente esse efeito – em conjunto com e^{max} – restringindo a entrada apenas aos períodos múltiplos de T_{min}^e . Apesar da existência de importante evidência empírica sobre as restrições à entrada, como apresentado no capítulo 1, a forma com que elas são modeladas é arbitrária, buscando, no entanto, reproduzir qualitativamente o perfil da entrada verificado historicamente. O valor de referência escolhido foi de **4 UT**, ou seja, a entrada é avaliada pelas firmas candidatas anualmente.
- T^{inc} (período mínimo de mercado para provedor ser considerado incumbente): em conjunto com s^{inc} , este parâmetro define o tempo mínimo no mercado para um provedor poder ser considerado como incumbente. O requerimento de tempo mínimo para entrada no grupo dos incumbentes é suportada pela evidência empírica, apesar do valor de referência adotado, **20 UT** (5 anos), ser arbitrário, dada a dificuldade de obtenção deste tipo de informação objetivamente.

T^{plan} (período de planejamento de rede): devido à complexidade técnica da tarefa, aos tempos de implantação necessários e às escalas mínimas aplicáveis, o processo de expansão e redução das redes dos provedores acontece em ciclos de T^{plan} períodos. Conforme com a evidência empírica, o valor de referência estipulado é de **4 UT**, ou um ano.

A.1.2. Parâmetros individuais

Devido à indisponibilidade de dados empíricos para a calibragem da maioria dos parâmetros destas classes de objetos, as faixas de variação de referência foram frequentemente arbitradas pelo modelista e serão objeto de especial atenção durante a análise de sensibilidade.

b_1^k (sensibilidade para preço): o parâmetro da equação (26) que pondera a importância do preço na avaliação do usuário varia, de modo aleatório, **entre 0,3 e 0,6** para cada um, mantendo-se constante para cada objeto “User” durante toda a simulação.

b_3^k (sensibilidade para *market share*): a ponderação da importância do *market share* do provedor na decisão de compra do usuário varia aleatoriamente **entre 0,1 e 0,3**. Cada “User” mantém esse valor durante a simulação.

e_d^k (desvio padrão do erro de avaliação da qualidade da rede): o valor do desvio padrão do erro associado à acuidade do usuário na percepção de qualidade do serviço é sorteado aleatoriamente **entre 0,0 e 0,5** para cada “User” e mantido fixo durante a simulação.

e_s^k (margem mínima de melhoria para substituição do provedor atual): a melhoria do valor da utilidade percebida requerida para a troca do provedor de acesso varia **entre 1,0 e 1,5** (ou entre 0 e 50%), de forma aleatória, para cada “User”.

m_L^i (meta de rentabilidade sobre o capital empregado): valor que representa o objetivo de rentabilidade do provedor para cada período de planejamento T^{plan} (4 UT ou 1 ano), mantido fixo em **0,17 (17%)** antes dos impostos (IR/CSLL) para todos os provedores ao longo da simulação. Este valor é proveniente do *benchmark* empírico específico do setor em análise (relatórios financeiros dos provedores).

m_M^i (meta de qualidade de rede): valor alvo para a qualidade da rede do provedor no processo de planejamento de rede, variando inicialmente **entre 0,5 e 1,5** para cada provedor, a partir da evidência que os provedores buscam posicionar-se com diferentes estratégias de qualidade. Os valores escolhidos, entretanto, são arbitrários e podem ser alterados endogenamente durante a simulação conforme a estratégia adotada pelo provedor.

m_Q^i (perfil de resposta do planejamento de capacidade relativo ao passado): no momento de realizar a projeção da demanda futura, cada provedor usa expectativas adaptativas a partir do crescimento do passado. O parâmetro m_Q^i representa a parcela do desempenho passado que o provedor projeta para o próximo período de planejamento. Esse procedimento está baseado na experiência anedótica empírica disponível. O valor de referência escolhido, **0,5**, é igual para todos os provedores e é mantido constante durante a simulação, obviamente uma simplificação do comportamento real dos agentes.

A.2. Calibração dos valores iniciais

São 9 as variáveis do modelo que requerem valores iniciais não triviais (diferentes de zero), sempre que possível baseados na evidência empírica.

- $B_{t_0}^k$ (orçamento inicial de cada usuário): o valor do orçamento disponível, para contratação de serviço de acesso à internet, em cada objeto User é gerado aleatoriamente a partir de uma distribuição normal truncada – somente são utilizados **valores maiores do que 30** – com **média 84** e **desvio padrão 180 UM/UT**, ou o equivalente a um piso mensal de R\$ 10,00, média de R\$ 28,00 e desvio padrão de R\$ 60,00. Estes valores de referência foram estabelecidos a partir da evidência empírica disponível (CETIC.BR, 2006-2011).
- $prov_0^k$ (provedor de acesso inicial dos primeiros usuários): cada indivíduo da população pop_0 em $t = 0$ tem um provedor associado para os primeiros T^{avg} (4 UT) períodos de simulação. Os usuários iniciais são **distribuídos aleatoriamente**, de modo uniforme, entre os N_0^{prov} provedores iniciais. O orçamento B_0^k desses usuários iniciais é automaticamente ajustado para o preço P_0^i do provedor alocado.
- $group_{t_0}^i$ (grupo social inicial de cada provedor – 0: entrante, 1: incumbente): todos os provedores existentes no início da simulação são considerados incumbentes (**group = 1**). Todos os provedores que entram na simulação após o período $t = 0$ são configurados inicialmente como entrantes (**group = 0**).
- N_0^{prov} (número inicial de provedores): número inicial de objetos Provider, representando os agentes do tipo provedor de acesso à internet. Iniciado com o valor de **4**, baseado na evidência histórica (TELEBRASIL, 2011).
- P_0^i (preço inicial dos primeiros provedores): o preço de referência inicial para os provedores existentes no início da simulação é arbitrado como sendo $\frac{p^{max}}{2}$ e igual para todos. Provedores entrantes em $t > 0$ utilizam o preço médio praticado no mercado como referência e não dependem desse valor.
- $Q_{t_0}^{M,i}$ (capacidade de rede instalada inicial de cada provedor): a capacidade da rede com que cada provedor inicia no mercado de acesso à internet é gerada a partir de sorteio com distribuição normal, **média de 25 UC** (unidades de capacidade) e **desvio padrão de 25 UC**. O valor escolhido é, *grosso modo*, minimamente compatível com o número inicial pop_0 de usuários, proveniente da análise empírica.
- $strat_{t_0}^i$ (estratégia de negócio inicial de cada provedor): a estratégia inicial de cada provedor é **sorteada aleatoriamente**²⁵² entre as estratégias disponíveis conforme o grupo ($group_{t_0}^i$) ao qual o provedor pertence. Adequando a matriz de estratégias à evidência empírica (TELEBRASIL, 2011; relatórios financeiros), as estratégias de números 9 e 19 (preço alvo igual ao custo médio do mercado) foram desabilitadas.
- a_0^1 (produtividade inicial da primeira tecnologia): o valor inicial da produtividade da primeira tecnologia de rede, o inverso do seu preço por UC (unidade de capacidade), foi

²⁵² Devido à pouca informação empírica disponível. A escolha arbitrária de uma estratégia particular única poderia comprometer os resultados do modelo, ao limitar a experimentação dos agentes na busca por estratégias melhores. Em situações como essa, Brenner e Werker (2007) sugerem que seja experimentado o maior número possível de alternativas. Dessa forma, foram ativadas todas as estratégias definidas na Tabela 3, à exceção de duas.

arbitrado em **0,00093 UC/UM**. Este valor guarda relação com a ordem de grandeza do custo histórico médio da primeira tecnologia de acesso à internet (dial-up), de R\$ 1.080,00 por acesso (CROES, 1995; GREENE, 1997; NEWMAN, 1999).

Q_{min}^1

(capacidade mínima de instalação ou expansão da primeira tecnologia): foi escolhida uma modularidade mínima de **10 UC** para a implantação ou expansão da primeira tecnologia de rede disponível, de forma arbitrária mas compatível com os demais valores iniciais.

Apêndice B: Resultados da análise de sensibilidade

Este apêndice apresenta os resultados obtidos durante a análise de sensibilidade do modelo de simulação, conforme especificado no capítulo 4.

Os pontos selecionados para teste dos parâmetros estão apresentados na Tabela 5. São testados 4 pontos selecionados – denominados de “V1” a “V4” – para cada parâmetro, além do valor inicial de calibração – indicado por “V0”. Esses pontos foram definidos a partir de uma dupla estratégia. Para valores com referências empíricas disponíveis – indicadas por “Ref. mín.” e “Ref. máx.” na Tabela 5 – buscou-se utilizar esses valores para a definição dos pontos de teste. Nos demais casos, os valores foram arbitrados a partir da compatibilidade com as ordens de grandeza empíricas e a sensibilidade do modelista.

Os valores V1 e V4 foram escolhidos para representar os limites inferior e superior de teste, a partir de considerações sobre factibilidade, razoabilidade e grandeza, provenientes sempre que possível das análises empírica ou teórica. Os valores V2 e V3 foram selecionados para representarem limites de variação “esperados”, com base na evidência empírica, quando disponível, ou na avaliação do autor.

Tabela 5 – Valores para teste de sensibilidade dos parâmetros.

Parâmetro	V0	Ref. mín.	Ref. máx.	V1	V2	V3	V4
g_B	0	-0,138	0,296	-0,106	-0,053	0,053	0,106
g_{users}	0,048			0,04	0,044	0,052	0,056
pop_0	180	43		43	110	200	250
pop^{max}	11700	12600		8000	10000	12600	15000
T^{avg}	4	2	8	2	3	5	6
T^{var}	2			0,5	1	3	4
cm_0	0,0053	0,0045	0,006	0,003	0,0045	0,006	0,008
p_{incr}	8	8		4	6	10	12
p_{rad}	28	20	36	12	20	36	48
p_{inc}^{tech}	0,3	0,3		0	0,15	0,4	0,5
T_{depr}^{tech}	40	40		12	20	48	60
v_{incr}	0,049	0,049		0,02	0,04	0,06	0,08
v_{rad}	1,7	1,7		1,2	1,5	1,9	2,2
c_f	102	89	110	76	89	110	118
c_s	0,9			0,7	0,8	1	1,1

e^{max}	1			0	2	3	4
g_s^{sens}	0,05			0	0,025	0,075	0,1
k_0	0,055	0,055		0,01	0,025	0,075	0,1
n_{exit}	20			4	12	28	40
n_{min}^{strat}	12			4	8	16	20
p^{max}	600			200	400	800	1000
p_{step}	0,05			0,01	0,025	0,1	0,2
q	0,5			0,1	0,25	0,75	1
r_0	0,042	0,023	0,0475	0,01	0,023	0,0475	0,06
r_{inc}	0,83	0,83		0,6	0,7	0,9	1
r_{lev}	0,1			0	0,05	0,2	0,3
r_{size}	0,01			0	0,005	0,02	0,04
s_e	0,05			0,01	0,03	0,075	0,1
s^{inc}	0,2	0,2		0,1	0,15	0,3	0,5
s^{min}	0,01			0,001	0,005	0,025	0,05
T_{min}^e	4			1	2	8	16
T^{inc}	20			8	16	24	32
T^{plan}	4	4		1	2	8	12
b_1^{k*}	0,3			0	0,15	0,45	0,6
	0,6			0,3	0,4	0,7	0,8
b_3^{k*}	0,1			0,2	0,1	0	0
	0,3			0,5	0,4	0,2	0
e_d^k	0			0	0	0,5	1
	0,5			0	0,25	1	2
e_s^k	1			1	1	1	1
	1,5			1	1,25	2	3
m_L^i	0,17	0,14	0,19	0,07	0,14	0,19	0,25
m_M^i	0,5			1	0,75	0,25	0,1
	1,5			1	1,25	2	4
m_Q^i	0,5			0,2	0,4	0,75	1
$B_{t_0}^{avg}$	84	84		30	60	100	120
$B_{t_0}^{var}$	180	180		100	140	220	260
$B_{t_0}^{min}$	30	30		10	20	60	90
N_0^{prov}	4	2	4	1	2	6	10
$Q_{t_0}^{M,avg}$	25			10	20	30	50
$Q_{t_0}^{M,var}$	25			10	20	30	50
α_0^1	0,00093	0,00093		0,0006	0,0008	0,0011	0,0015
Q_{min}^1	10			1	5	20	50

(*Parâmetros testados conjuntamente, devido à relação de dependência)

Os dados brutos gerados pelas rodadas de simulação são tratados de modo a permitir a aferição do impacto relativo de cada parâmetro sobre os indicadores adotados. Para tanto, os resultados são analisados em 5 passos. No primeiro, as 5 séries temporais, geradas por cada valor de parâmetro (V0, V1, V2, V3 e V4) para cada indicador, são testadas, conjuntamente, contra a hipótese de que suas médias são iguais, com a aplicação de análise de variância (modelo de efeitos aleatórios)²⁵³. No segundo, o mesmo teste é aplicado apenas às 3 séries geradas por parâmetros dentro da faixa “esperada” (V0, V2 e V3). Adotou-se nível de significância de 1% para todos os testes estatísticos neste apêndice.

Em seguida, são analisados os desvios máximos das médias de cada experimento em relação ao cenário de calibração (V0), normalizados pelo desvio padrão de cada indicador nesse cenário. A análise é realizada tanto para o conjunto completo de valores de teste (V1-V4) como para aqueles que delimitam a faixa “esperada” (V2 e V3).

Por fim, é construído um intervalo de confiança²⁵⁴ para o valor médio de cada indicador no cenário V0 ao longo do tempo, com nível de significância 1%. Sobre esse intervalo, são plotados os resultados para os quatro valores experimentais médios de cada parâmetro (V1-V4) ao longo do tempo. A partir da plotagem é realizada a análise gráfica, que busca avaliar o afastamento ou não dos resultados dos experimentos da faixa que permite – ou não – considerá-los “visualmente” distintos²⁵⁵ daqueles obtidos a partir dos valores de calibração inicial V0.

²⁵³ A aplicação da análise de variância para a comparação de experimentos assume algumas premissas, como a normalidade dos resíduos e a homocedasticidade, que não podem ser garantidas para experimentos de simulação. Entretanto, o método é robusto e leva a resultados válidos, por aproximação, mesmo com algum afastamento dessas premissas (COSTA NETO, 1977). A adoção de testes mais robustos é uma extensão natural da pesquisa.

²⁵⁴ A premissa de distribuição amostral normal do estimador adotado (média) não pode ser garantida neste caso. Entretanto, considerando o tamanho das “amostras” simuladas, os intervalos de confiança representam uma boa aproximação dos valores esperados para a “população” (COSTA NETO, 1977).

²⁵⁵ A análise gráfica foi realizada a partir da inspeção visual do comportamento das curvas referentes a cada valor V1-V4 assumido pelos parâmetros para cada indicador. Quando as 4 curvas ficaram integral ou marginalmente contidas dentro do intervalo de confiança ao longo de todo o período de simulação, a variação do parâmetro foi considerada como não significativa para explicação do indicador e vice-versa.

Tabela 6 – Resultados do teste de sensibilidade dos parâmetros.

	# signific. (S ou P)	Δ máx méd/dp	HHIs		sTentr		Nprov		HHIK		LKTavgentr		ageavg		Pavg		VMRP		Mavg		popcov	
			Signifi- cante?	Δ máx méd/dp																		
b1-b3	9	1,61	S	1,93	S	4,07	S	4,10	S	1,53	P	1,21	N	0,14	P	0,33	P	1,48	P	0,84	P	0,43
cs	8	2,02	S	1,48	S	2,85	S	1,88	S	1,59	N	2,49	S	0,51	S	1,95	N	0,29	S	4,27	S	2,87
q	9	0,98	S	0,82	S	1,53	S	1,14	S	0,68	S	0,95	N	0,18	P	0,19	S	1,02	S	3,02	P	0,31
gB	10	N/A	S	0,67	S	1,84	S	0,96	S	1,81	S	1,63	S	0,61	P	0,30	S	0,99	S	143,79	S	5,60
Bvar	8	0,41	S	0,46	S	0,39	P	0,30	P	0,43	S	0,31	N	0,15	N	0,12	P	0,35	P	0,90	S	0,65
Pmax	8	1,54	S	0,46	N	0,17	S	0,38	S	0,49	N	10,83	P	0,26	S	0,57	S	0,81	S	1,01	S	0,45
pop0	8	0,63	S	0,46	S	0,55	S	0,50	S	0,62	S	0,80	N	0,11	P	0,21	N	0,14	S	2,65	P	0,27
gssens	10	0,56	S	0,36	S	0,84	P	0,53	P	0,24	S	0,99	P	0,36	S	0,48	P	0,20	S	1,01	S	0,58
Nprov	9	1,43	S	0,34	S	0,90	P	0,24	S	0,26	N	9,49	S	0,26	S	0,54	S	0,35	S	1,15	S	0,74
a	9	0,28	S	0,34	P	0,21	S	0,42	S	0,45	P	0,22	P	0,16	P	0,28	N	0,05	P	0,29	S	0,38
ed	9	0,32	S	0,30	S	0,52	S	0,46	S	0,23	S	0,67	N	0,05	P	0,16	P	0,29	P	0,27	P	0,22
emax	10	1,36	P	0,37	P	0,75	S	4,01	S	1,18	S	1,12	P	0,58	P	0,61	P	0,59	S	3,29	P	1,05
mM	9	2,71	P	0,36	P	0,28	P	0,26	P	0,20	N	21,78	P	0,20	P	0,21	P	0,34	P	3,16	P	0,27
Pstep	10	1,20	P	0,35	S	0,47	P	0,58	P	0,53	S	1,03	P	0,20	S	0,91	S	4,55	S	1,90	S	1,46
smin	7	0,43	P	0,35	S	0,36	S	1,25	S	0,46	S	0,52	N	0,07	N	0,05	S	0,63	S	0,60	N	0,05
Ptechinc	9	0,27	P	0,35	P	0,25	S	0,49	P	0,33	P	0,38	P	0,17	P	0,20	N	0,09	P	0,21	P	0,25
prad	10	2,28	P	0,34	P	0,44	S	0,38	S	0,68	S	3,07	S	0,34	S	0,29	P	0,57	S	16,27	S	0,48
mL	9	0,30	P	0,30	P	0,18	P	0,37	P	0,40	P	0,42	P	0,18	P	0,26	P	0,36	N	0,19	P	0,36
pincr	4	0,24	P	0,27	P	0,35	N	0,20	N	0,25	P	0,59	N	0,03	N	0,09	N	0,15	P	0,33	N	0,10
Temin	7	0,55	P	0,26	S	0,46	S	1,33	S	0,76	S	1,14	P	0,23	N	0,12	N	0,23	S	0,77	N	0,22
Bmin	8	0,52	P	0,26	P	0,33	S	0,72	S	0,71	S	1,28	P	0,45	N	0,09	N	0,09	S	0,78	S	0,46
Tavg	5	0,25	P	0,25	P	0,36	P	0,31	P	0,37	P	0,49	N	0,09	N	0,11	N	0,09	N	0,26	N	0,12
popmax	4	0,21	P	0,23	N	0,26	P	0,26	P	0,28	N	0,39	N	0,09	N	0,14	N	0,09	P	0,19	N	0,19
cm0	3	0,17	P	0,23	N	0,22	P	0,13	P	0,16	N	0,27	N	0,09	N	0,12	N	0,10	N	0,21	N	0,13
Ttechdepr	6	0,28	P	0,23	P	0,22	P	0,29	P	0,29	N	0,78	N	0,09	N	0,12	P	0,25	N	0,34	P	0,16
gusers	5	0,21	P	0,23	N	0,16	P	0,20	P	0,24	P	0,29	N	0,06	N	0,08	N	0,06	P	0,64	N	0,12
rlev	3	0,30	P	0,22	N	0,22	P	0,22	P	0,22	N	1,67	N	0,06	N	0,06	N	0,10	N	0,14	N	0,06
r0	7	0,25	P	0,22	P	0,18	P	0,38	P	0,31	S	0,51	N	0,08	N	0,08	P	0,18	P	0,49	N	0,11
vrad	7	0,24	P	0,22	N	0,17	P	0,27	P	0,25	P	0,33	N	0,13	P	0,20	N	0,13	P	0,38	P	0,28
QMaver	5	0,19	P	0,21	N	0,22	P	0,17	P	0,22	P	0,37	N	0,06	N	0,08	N	0,05	S	0,42	N	0,08
mQ	1	0,15	P	0,21	N	0,17	N	0,11	N	0,21	N	0,10	N	0,05	N	0,09	N	0,13	N	0,32	N	0,16
cf	3	0,17	P	0,20	N	0,24	N	0,09	P	0,13	P	0,53	N	0,09	N	0,09	N	0,13	N	0,11	N	0,11
Qmin	7	N/A	P	0,20	P	0,20	S	0,52	S	0,56	N	5E+09	N	0,07	P	0,18	N	0,15	S	3,40	P	0,31
vincr	6	0,20	P	0,20	N	0,23	P	0,23	P	0,21	P	0,32	N	0,08	N	0,13	N	0,06	P	0,38	P	0,17

Tabela 6 (continuação) – Resultados do teste de sensibilidade dos parâmetros.

	# signific. (S ou P)	Δ máx méd/dp	HHIs		sTentr		Nprov		HHIK		LKTavgentr		ageavg		Pavg		VMRP		Mavg		popcov	
			Signifi- cante?	Δ máx méd/dp																		
rsiz	5	0,18	P	0,16	P	0,23	P	0,18	P	0,17	P	0,35	N	0,12	N	0,10	N	0,06	N	0,32	N	0,15
sinc	5	0,22	P	0,15	S	0,58	P	0,18	P	0,18	P	0,65	N	0,06	N	0,09	N	0,03	N	0,16	N	0,14
rinc	5	0,15	P	0,14	N	0,20	P	0,11	P	0,12	P	0,44	N	0,07	N	0,06	N	0,05	P	0,20	N	0,08
Tinc	6	0,20	P	0,13	P	0,35	P	0,23	P	0,20	N	0,26	N	0,10	N	0,11	N	0,11	P	0,31	P	0,17
se	6	0,24	P	0,13	P	0,24	S	0,44	S	0,40	N	0,18	P	0,27	N	0,07	N	0,06	P	0,52	N	0,12
Tvar	2	0,17	N	0,14	N	0,09	N	0,15	N	0,14	P	0,31	N	0,09	N	0,12	N	0,06	P	0,44	N	0,17
QMvar	2	0,15	N	0,14	N	0,20	N	0,14	P	0,17	N	0,19	N	0,07	N	0,07	N	0,11	P	0,29	N	0,11
Tplan	1	4,17	N	0,13	N	0,14	N	0,13	N	0,11	N	40,33	N	0,07	N	0,08	N	0,15	P	0,41	N	0,12
Baver	6	0,19	N	0,10	N	0,15	P	0,15	P	0,14	P	0,36	N	0,11	N	0,04	P	0,17	P	0,39	P	0,25
nstratmin	6	0,21	N	0,10	N	0,15	P	0,21	P	0,16	P	0,35	N	0,06	N	0,12	P	0,33	P	0,46	P	0,21
es	4	0,13	N	0,09	P	0,22	P	0,17	P	0,21	N	0,13	N	0,10	N	0,05	N	0,11	P	0,14	N	0,09
k0	4	0,28	N	0,07	S	0,34	P	0,29	P	0,48	N	0,27	N	0,09	N	0,09	N	0,15	S	0,89	N	0,12
nexit	8	N/A	N	0,03	P	0,33	S	1,20	S	0,54	P	1249	P	0,23	N	0,15	S	1,51	S	1,00	P	0,24

Testes de impacto significativo de cada parâmetro realizados ao nível de 1% de significância.

“ Δ máx méd / dp”: desvio máximo médio absoluto dividido pelo desvio padrão.

“# signif.”: número de resultados significantes.

“S”: sim, “N”: não, “P”: possível.

A Tabela 6 sumariza os resultados obtidos, a partir de algumas simplificações. A significância do parâmetro sobre cada indicador foi avaliada como positiva (“S”) quando a análise de variância rejeitou a hipótese das 5 médias analisadas (V0-V5) serem iguais. No caso da rejeição da hipótese apenas no teste de 3 médias (V0, V2, e V3) ou na análise gráfica do intervalo de confiança, a significância foi considerada como possível (“P”). Na situação de não rejeição da hipótese de médias iguais em nenhum dos três testes, a significância do parâmetro sobre o indicador foi considerada não relevante (“N”). Já os desvios máximos das médias foram avaliados conjuntamente, a partir da média aritmética entre os desvios normalizados – para V1-V4 e V2-V3 – dos experimentos para cada indicador.

Os resultados na Tabela 6 foram ordenados conforme a importância dos parâmetros sobre os valores assumidos pelo índice de Herfindahl-Hirschman para o *market share*, HHI^S , adotado como indicador-chave para a análise da estrutura setorial. A partir dessa perspectiva, visando controlar o número de variáveis envolvidas, é proposta a análise de sensibilidade conjunta de todos os parâmetros, no intervalo de teste de cada um, cuja variação teve impacto significativo e relevante sobre o indicador HHI^S . Por impacto significativo adota-se o critério já apresentado (análise de variância). Por relevante consideram-se os parâmetros cujo impacto máximo médio tenha sido superior a 0,5 vezes o desvio padrão observado para o indicador no cenário de calibração (V0). Foram selecionadas, a partir daí, 5 parâmetros para a análise de sensibilidade conjunta (c_s, b_1, b_3, q, g_B).

A Tabela 7 apresenta as combinações de valores de parâmetros utilizadas para a avaliação da sensibilidade conjunta. A análise foi realizada utilizando os limites dos valores “esperados” para cada parâmetro (V2 e V3), explorando todo o conjunto de combinações possíveis²⁵⁶.

Foi realizada, ainda, a análise preliminar – não tabulada aqui – utilizando um conjunto maior de valores (4) para cada parâmetro (V1, V2, V3 e V4). Devido ao número de combinações possíveis (256), não foi possível realizar o processo de 100 rodadas para a obtenção de médias representativas dos indicadores para cada combinação no tempo dispo-

²⁵⁶ Como os valores de b_1 e b_3 são interdependentes (Equação 3.14), seus valores são testados conjuntamente.

nível para a dissertação²⁵⁷. Entretanto, os resultados preliminares, com apenas 10 rodadas, não indicaram comportamentos qualitativamente distintos daqueles apreendidos por meio da análise com o conjunto mais restrito de valores de parâmetros (Tabela 7).

Tabela 7 – Conjuntos de valores para teste de sensibilidade conjunta.

Conjunto	b_1	b_2	b_3	g_B	c_s	q	
1	0,15	0,40	0,10	0,40	-0,053	0,80	0,25
2	0,15	0,40	0,10	0,40	-0,053	0,80	0,75
3	0,15	0,40	0,10	0,40	-0,053	1,00	0,25
4	0,15	0,40	0,10	0,40	-0,053	1,00	0,75
5	0,15	0,40	0,10	0,40	0,053	0,80	0,25
6	0,15	0,40	0,10	0,40	0,053	0,80	0,75
7	0,15	0,40	0,10	0,40	0,053	1,00	0,25
8	0,15	0,40	0,10	0,40	0,053	1,00	0,75
9	0,45	0,70	0,00	0,20	-0,053	0,80	0,25
10	0,45	0,70	0,00	0,20	-0,053	0,80	0,75
11	0,45	0,70	0,00	0,20	-0,053	1,00	0,25
12	0,45	0,70	0,00	0,20	-0,053	1,00	0,75
13	0,45	0,70	0,00	0,20	0,053	0,80	0,25
14	0,45	0,70	0,00	0,20	0,053	0,80	0,75
15	0,45	0,70	0,00	0,20	0,053	1,00	0,25
16	0,45	0,70	0,00	0,20	0,053	1,00	0,75

Os resultados obtidos no teste de sensibilidade conjunta estão representados na Tabela 8. Como esperado, praticamente todas as combinações de valores dos parâmetros testados produziram resultados significativamente distintos²⁵⁸ daqueles obtidos no cenário de calibração. Desse processo restou evidente, ainda, a característica de não linearidade do modelo. Os efeitos combinados das mudanças dos parâmetros frequentemente superaram substancialmente a soma das contribuições individuais.

²⁵⁷ O tempo estimado para a geração e processamento das 25.600 rodadas necessárias para o teste seria de cerca 300h (12,5 dias), considerando o equipamento disponível (Intel Core 2 Duo de 2,26GHz).

²⁵⁸ A série gerada para cada indicador foi comparada com aquelas obtidas com os valores de calibração, por meio da comparação das médias populacionais com um teste t e nível de significância de 1%.

Tabela 8 – Resultados do teste de sensibilidade conjunta.

Conj.	# signific. (S ou P)	Δ méd / dp	HHIs		sTentr		Nprov		HHIK		LKTavgentr		ageavg		Pavg		VMRP		Mavg		popcov	
			Signifi- cante?	Δ / dp																		
1	10	9,11	S	-0,18	S	0,88	S	0,54	S	-1,67	S	-1,42	S	-0,62	S	0,09	S	-0,53	S	80,0	S	-5,17
2	9	12,4	S	-1,81	S	3,89	S	2,58	S	-2,04	S	-0,71	S	-0,45	S	-0,17	N	0,17	S	107,2	S	-4,92
3	10	61,8	S	-0,64	S	2,17	S	0,55	S	-1,97	S	-1,72	S	-0,70	S	1,58	S	-0,43	S	602,0	S	-5,87
4	9	50,0	S	-2,22	S	4,45	S	2,38	S	-2,24	S	-1,41	S	-0,35	S	1,03	N	-0,05	S	479,8	S	-5,74
5	10	0,91	S	0,53	S	-0,63	S	-1,19	S	0,96	S	2,03	S	0,50	S	-0,13	S	0,89	S	-1,23	S	1,03
6	10	1,26	S	-0,46	S	1,45	S	0,53	S	-0,24	S	3,06	S	0,07	S	-0,28	S	4,22	S	1,24	S	1,05
7	9	0,62	N	0,03	S	-0,86	S	-0,79	S	0,35	S	-0,52	S	0,45	S	0,74	S	0,27	S	-1,30	S	0,84
8	10	1,62	S	-1,71	S	2,61	S	1,90	S	-1,42	S	2,67	S	-0,05	S	0,78	S	2,76	S	1,44	S	0,84
9	10	2,32	S	-1,33	S	3,02	S	2,32	S	-1,96	S	-1,06	S	-0,47	S	-0,29	S	-0,65	S	7,20	S	-4,91
10	10	11,5	S	-2,65	S	6,53	S	3,90	S	-2,32	S	-0,67	S	-0,44	S	-0,29	S	-0,23	S	92,9	S	-4,80
11	10	8,14	S	-2,15	S	4,30	S	2,80	S	-2,30	S	-1,42	S	-0,39	S	0,91	S	-0,40	S	60,9	S	-5,75
12	10	44,8	S	-3,02	S	7,13	S	4,17	S	-2,46	S	-1,31	S	-0,24	S	0,76	S	-0,30	S	423,2	S	-5,67
13	9	0,64	S	0,17	S	0,62	N	0,01	S	0,48	S	1,47	S	0,26	S	-0,40	S	0,72	S	-1,19	S	1,04
14	10	1,32	S	-1,06	S	2,69	S	1,49	S	-0,96	S	1,13	S	0,06	S	-0,63	S	2,34	S	1,74	S	1,11
15	10	1,12	S	-1,08	S	1,31	S	1,83	S	-1,06	S	2,11	S	0,07	S	0,77	S	1,06	S	-1,07	S	0,82
16	10	2,24	S	-2,80	S	5,55	S	3,82	S	-2,10	S	2,09	S	-0,04	S	0,73	S	2,30	S	2,09	S	0,84

Testes de impacto significativo de cada conjunto de parâmetros realizados ao nível de 1% de significância.

“ Δ / dp”: desvio dividido pelo desvio padrão.

“# signif.”: número de resultados significantes.

“S”: sim, “N”: não, “P”: possível.