



**MARIANA SAVEDRA PFITZNER**

**A CO-EVOLUÇÃO ENTRE OS SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO E A GESTÃO  
DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NAS ORGANIZAÇÕES: OS CASOS DE ENERGIA E  
MINERAÇÃO NO BRASIL**

**CAMPINAS**

**2014**





**NÚMERO: 312/2014**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**MARIANA SAVEDRA PFITZNER**

**“A CO-EVOLUÇÃO ENTRE OS SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO E A GESTÃO  
DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NAS ORGANIZAÇÕES: OS CASOS DE ENERGIA E  
MINERAÇÃO NO BRASIL”**

**ORIENTADOR: PROF. DR. SÉRGIO LUIZ MONTEIRO SALLES-FILHO**

**CO-ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES**

**TESE DE DOUTORADO APRESENTADA AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA  
UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTORA EM POLÍTICA  
CIÊNCIA E TECNOLÓGICA**

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE  
DEFENDIDA PELA ALUNA MARIANA SAVEDRA PFITZNER E  
ORIENTADA PELO PROF. DR. SÉRGIO LUIZ MONTEIRO SALLES-  
FILHO**

---

**CAMPINAS**

**2014**

iii

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Geociências  
Cássia Raquel da Silva - CRB 8/5752

P482c Pfitzner, Mariana Savedra, 1980-  
A co-evolução entre os sistemas setoriais de inovação e a gestão da inovação tecnológica nas organizações : os casos de energia e mineração no Brasil / Mariana Savedra Pfitzner. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Sérgio Luiz Monteiro Salles-Filho.  
Coorientador: José Luiz Pereira Brittes.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Sistema de inovação. 2. Gestão da inovação. I. Salles-Filho, Sérgio Luiz Monteiro, 1959-. II. Brittes, José Luiz Pereira. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Co-evolution of sectoral innovation systems and innovation technology management in organizations : the cases of energy and mining in Brazil

**Palavras-chave em inglês:**

Innovation system

Innovation management

**Área de concentração:** Política Científica e Tecnológica

**Titulação:** Doutora em Política Científica e Tecnológica

**Banca examinadora:**

Sérgio Luiz Monteiro Salles-Filho [Orientador]

Glicia Vieira dos Santos

Muriel de Oliveira Gavira

André Tosi Furtado

Edson Costa Teixeira

**Data de defesa:** 25-08-2014

**Programa de Pós-Graduação:** Política Científica e Tecnológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM  
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AUTORA: Mariana Savedra Pfitzer

"A CO-EVOLUÇÃO ENTRE OS SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO E A GESTÃO DA  
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NAS ORGANIZAÇÕES: OS CASOS DE ENERGIA E  
MINERAÇÃO NO BRASIL

ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho

CO-ORIENTADOR: Dr. José Luis Pereira Brittes

Aprovada em: 25/08/2014

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho

 Presidente

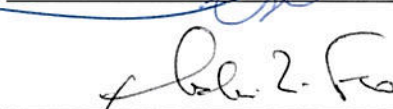
Profa. Dra. Glícia Vieira dos Santos




Profa. Dra. Muriel de Oliveira Gavira



Prof. Dr. André Tosi Furtado



Dr. Edson Costa Teixeira



Campinas, 25 de agosto de 2014.



*A Jesus, que empresta inteligência aos homens segundo a sua conveniência.*





## ***AGRADECIMENTOS***

Agradeço primeiramente ao Senhor Jesus, autor da vida, que me ajudou a concluir este trabalho no prazo. Também presto minha gratidão a minha mãe Alzira e a minha avozinha Olga pelo carinho e paciência que tiveram comigo ao longo destes quatro anos de batalha. Embora meu querido avô Coronel José Savedra já esteja desfrutando das benesses da vida eterna, não posso deixar de mencionar a importância capital dele na constituição do meu caráter e da minha educação formal.

Devo grande parte das realizações ao meu amado esposo Stefan, que sempre foi compreensivo comigo e nunca reclamou das horas que passei trabalhando.

Também agradeço ao Professor Sérgio Salles, modelo de excelência em tudo o que faz, e ao Professor José Luiz Brittes, meu mentor, por terem me orientado com tanto cuidado, dirimindo todas as dúvidas de pesquisa que tive. Sem eles, esta tese jamais teria sido escrita.

Agradeço ao Professor Waldemar e ao Professor Aguinaldo pelas oportunidades profissionais interessantes que foram apresentadas entre 2010 e 2012, enriquecendo sobremaneira minha carreira acadêmica. Agradeço ao Secretário Samuel por me permitir fazer a diferença na Prefeitura desde 2013.

Agradeço à Valdirene, a qual me deu muita motivação para continuar este trabalho, à Luciana Lenhari, cuja tese de doutorado me serviu como parâmetro de qualidade, e aos amigos do coração: Andrea, Bia, Leo Dainese, Michael, Maria Kondratjuk, Kormanicki, Franzie, Lucca, Robson, Soraia, Lile, Martinha e Thiago La Torre. Presto ainda agradecimentos sinceros aos colegas da Vale: Cláudia, Luciana, Salomão, Fabiano, Denile, Denise e Josiane. Agradeço à Alessandra da Samarco e ao Jaelton da Cemig. Neste período, conheci também bons colegas em Furnas e na Eletronorte aos quais sou extremamente grata por me concederem entrevistas: Edson, Josiel, Renato e Neusa. Na CPFL, o Donadon e a Nilvana foram excelentes colegas. Agradeço ao Wilson da ACS por me fazer compreender a extrema relevância das *startups* para o desenvolvimento técnico-econômico do país.

Expresso gratidão às pessoas queridas conheci através da Prefeitura de Campinas: Samuel, Manú, Ney, Vini, Fernando Oliveira, Leandro Telles, Fernando Rossilho, Helio, Rosimeire, Paulo,

Angélica, Eros, Mara, Claudia, Mariangela, Marcon, Vânia, Ellen, Gomes, Adriana Leles, Rafa, Alexandre, Valquiria, André von Zuben, José Moutinho, Prof. Ulysses, Prof. Doktor Stember e Alexandra Caprioli. Por fim, agradeço ao amigo e *coach* Azarite pela confiança em mim depositada, à querida Isabelle (minha companheira de violino), queridos Denilson e Lucia, amados Pastor Caio Otranto e Silvana, precioso Pastor Marcos Aurélio, amados Nando, Regina e Guilherme Parra, estimada Maria Auxiliadora e ao meu admirável professor de violino, Jailton. Retenha-se: sem o universo das cordas, esta tese teria sido como música de uma nota só.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**A CO-EVOLUÇÃO ENTRE OS SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO E A GESTÃO  
DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NAS ORGANIZAÇÕES: OS CASOS DE ENERGIA E  
MINERAÇÃO NO BRASIL**

**RESUMO**

**Tese de Doutorado**

**Mariana Savedra Pfitzner**

Esta tese analisa os Sistemas Setoriais de Inovação (SSIs) de energia e mineração brasileiros, comparando-os com os de outros três países (Canadá, Alemanha e Austrália) e mostra evidências de que os SSIs e seu respectivo modelo de gestão da inovação co-evoluem e são coerentes em seus níveis de desenvolvimento. Os SSIs são pautados pelas relações mercadológicas e não-mercadológicas entre seus atores, isto é, empresas, governos e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs). A avaliação dos SSIs de energia e mineração aqui proposta está fundamentada em três eixos, que representam o macroambiente (externo à empresa), assim como no conjunto de estruturas (fatores determinantes), processos e ferramentas de gestão da inovação, pertencentes ao microambiente empresarial. Quanto ao macroambiente, o Eixo 1 constitui-se da dinâmica produtiva e de C,T&I do Brasil e demais países, derivada da análise das cadeias produtivas e da construção de indicadores setoriais de esforço e desempenho, os quais ajudam a caracterizar a densidade dos SSIs brasileiros *vis-à-vis* o Canadá, a Alemanha e a Austrália. O Eixo 2 descreve os grupos de atores comuns a todos os países e avalia seu protagonismo, presença, influência e dependência nos respectivos SSIs. O Eixo 3 analisa marcos e diplomas legais favoráveis à difusão da inovação. Por seu turno, a caracterização do microambiente empresarial é feita por intermédio de *multiple case studies* e de indicadores de esforço e desempenho em seis empresas brasileiras (Vale, Samarco, Cemig, CPFL, Furnas e Eletronorte). Na condução dos estudos de caso mapearam-se estratégias, processos de gestão da inovação, ferramentas, governança e aspectos da cultura empresarial que são comuns às empresas. Tem-se que a gestão da inovação nas organizações pesquisadas co-evoluiu com o macroambiente dos SSIs – os quais não têm densidade – e está adstrita ao desenvolvimento desses.

**Palavras-chave:** Sistema de Inovação, Gestão da Inovação





UNIVERSITY OF CAMPINAS  
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

**CO-EVOLUTION OF SECTORAL INNOVATION SYSTEMS AND INNOVATION  
TECHNOLOGY MANAGEMENT IN ORGANIZATIONS: THE CASES OF ENERGY  
AND MINING IN BRAZIL**

**ABSTRACT**

**PhD Thesis**

**Mariana Savedra Pfitzner**

This PhD analyses the Brazilian Sectoral Systems of Innovation (SSIs) for energy and mining by comparing them with other countries (Canada, Germany and Australia) and it also shows evidences that the model of innovation management in organizations co-evolve coherently with the requirements of the SSI. The SSIs are based on market and non-market relations, including companies, government and Science and Technology Institutions (STIs). The proposed evaluation of the SSIs for energy and mining is based on three axes that represent the macroenvironment (outside companies' borders) and a group of structures as well as innovation management processes and tools, which belong to the microenvironment. Regarding the macroenvironment, the first axis is formed by the productive and ST&I (Science, Technology and Innovation) dynamics particularly on the productive chains and performance indicators. This axis characterize Brazilian's SSIs density *vis-à-vis* the Canadian, German and Australian ones. The second axis describes common groups of actors for the selected countries and evaluates their role, presence, influence and dependence regarding their SSIs. The third axis analyses the legal aspects that foster innovation diffusion. The characterization of the organizational microenvironment is carried by multiple case studies and indicators that measure effort and performance in six Brazilian companies (Vale, Samarco, Cemig, CPFL, Furnas and Eletronote). While analysing the case studies, the strategies, processes of innovation management, governance and aspects of the organizational culture that are common to the companies have been raised. Therefore, innovation management in organizations co-evolves with the macroenvironment of the Brazilian SSIs – which do not have density – and its development is attached to them.

**Keywords:** Innovation System, Innovation Management



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	1
Metodologia da tese.....	10
Estrutura da tese.....	17
Capítulo 1 - As Relações entre Sistemas Setoriais, Estratégias e Gestão da Inovação.....	21
Introdução .....	21
1.1. Escopo de estudo dos Sistemas Setoriais de Inovação e seus condicionantes .....	29
1.2. Proposta de caracterização dos Sistemas Setoriais de Inovação .....	33
1.3. A co-evolução entre Sistemas Setoriais de Inovação e estruturas de gestão da inovação	
43	
1.4. Considerações finais do capítulo .....	49
Capítulo 2 - Eixo 1: Os Sistemas Produtivo e de C,T&I em Energia e Mineração .....	51
Introdução .....	51
2.1. Energia.....	52
2.2. Mineração .....	59
2.3. Considerações finais do capítulo .....	68
Capítulo 3 - Eixo 2: Os atores e seus papéis em Energia e Mineração .....	69
Introdução .....	71
3.1. Energia.....	74
3.1.1. Brasil .....	74
3.1.2. Canadá.....	90
3.1.3. Alemanha .....	100
3.1.4. Austrália.....	109
3.2. Mineração .....	119
3.2.1. Brasil .....	119
3.2.2. Canadá.....	133
3.2.3. Alemanha .....	142
3.2.4. Austrália.....	150

3.3. Considerações finais do capítulo .....	160
Capítulo 4 - Eixo 3: A Institucionalidade em Energia e Mineração .....	163
Introdução .....	163
4.1. Brasil.....	165
4.1.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico no Brasil .....	165
4.1.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral no Brasil.....	171
4.1.3. A institucionalidade de C,T&I no Brasil .....	174
4.2. Canadá .....	179
4.2.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico no Canadá.....	179
4.2.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral no Canadá .....	183
4.2.3. A institucionalidade de C,T&I no Canadá.....	187
4.3. Alemanha.....	190
4.3.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico na Alemanha .....	190
4.3.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral na Alemanha .....	194
4.3.3. A institucionalidade de C,T&I na Alemanha.....	196
4.4. Austrália.....	199
4.4.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico na Austrália .....	199
4.4.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral na Austrália .....	202
4.4.3. A institucionalidade de C,T&I na Austrália .....	204
4.5. Considerações finais: o marco analítico integrador.....	207
Capítulo 5 - Gestão da Inovação nos Setores de Energia e Mineração e a Co-Evolução com os SSI.....	211
Introdução .....	211
5.1. Modelos de gestão da inovação .....	213
5.2. Resultados dos estudos de caso e mapeamento de estruturas, processos e ferramentas.....	223
5.2.1. Estruturas.....	224
5.2.2. Processos e ferramentas .....	230
5.3. Indicadores organizacionais da amostra .....	235
5.4. Considerações finais do capítulo .....	240



Capítulo 6 - Conclusões .....	243
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	247
ANEXO 1 - Matrizes quadradas de influência e dependência por SSI e país estudado .....	267
ANEXO 2 .....	275
ANEXO 3 .....	279



## LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Direcionadores do crescimento dos setores intensivos em recursos naturais.....	8
Figura 2 - Etapas do estudo de caso: da teoria à formulação do roteiro semiestruturado.....	17
Figura 1.1 - Formas de participação do governo, da universidade e empresas no processo de inovação .....	25
Figura 1.2 - Os determinantes de um Sistema Nacional de Inovação.....	28
Figura 1.3 - Escopos dos diferentes tipos de sistemas de inovação .....	29
Figura 1.4 - Elementos da dinâmica da inovação tecnológica nas empresas de energia e mineração .....	35
Figura 1.5 - Modelo geral de caracterização de atores (Eixo 2) .....	39
Figura 1.6 - Modelo geral da matriz de influência e dependência (Eixo 2).....	41
Figura 1.7 - Modelo geral do <i>chart</i> da matriz de influência e dependência.....	42
Figura 1.8 - Modelo geral da matriz de caracterização das políticas e marcos legais de C,T&I ...	43
Figura 1.9 - Articulação entre estratégia competitiva e estratégia de inovação .....	47
Figura 1.10 - Co-evolução entre SSIs e gestão da inovação .....	49
Figura 5.1 - Gestão de portfólio de P&D na Vale: comparação entre projetos segundo o impacto potencial da inovação <i>versus</i> contribuição do projeto para a empresa .....	215
Figura 5.2 - Gestão da inovação segundo Tidd, Bessant e Pavitt .....	217
Figura 5.3 - Modelo de estruturas da inovação .....	218
Figura 5.4 - Modelo de gestão estratégica da inovação tecnológica de Quadros.....	219
Figura 5.5 - Modelo em camadas do <i>roadmap</i> tecnológico .....	220
Figura 5.6 - Ferramenta de <i>stage-gate</i> de desenvolvimento de novos produtos .....	221
Figura 5.7 - Modelo de gestão da inovação segundo Gavira .....	222
Figura 5.8 - Mapeamento da gestão da inovação nas empresas da amostra .....	224
Figura 5.9 - Temas e subtemas balizadores de chamadas de editais (geração de ideias).....	231



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Concentração de depósitos de patentes via PCT em energias alternativas_(2005-2011).....	57
Gráfico 2.2 - Evolução nas perdas de energia nos sistemas elétricos (%) .....	59
Gráfico 2.3 - Produção tecnológica comparada: total de patentes depositadas via PCT para o setor de mineração entre 2005 e 2011 .....	65
Gráfico 2.4 - Evolução das exportações de minérios entre 2000 e 2011_(x 1.000 dólares americanos correntes).....	66
Gráfico 2.5 - Valores adicionados em 2006_(em bilhões de dólares americanos) .....	67
Gráfico 3.1 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica brasileiro .....	89
Gráfico 3.2 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica canadense .....	99
Gráfico 3.3 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica alemão.....	109
Gráfico 3.4 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica australiano.....	119
Gráfico 3.5 - Influência e dependência do SSI de mineração brasileiro .....	132
Gráfico 3.6 - Influência e dependência do SSI de mineração canadense.....	141
Gráfico 3.7 - Influência e dependência do SSI de mineração alemão.....	149
Gráfico 3.8 - Influência e dependência do SSI de mineração australiano.....	159



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Consumo de energia elétrica e produção de energia primária da Alemanha, do Canadá e da Austrália.....	5
Quadro 2 - Breve descrição da amostra selecionada.....	10
Quadro 3 - Principais grupos de autores, suas correntes acadêmicas e contribuições teórico-conceituais para a tese .....	12
Quadro 4 - Tipologia e critérios de escolha da amostra.....	15
Quadro 1.1 - Taxonomias de sistemas e suas características .....	23
Quadro 1.2 - Indicadores setoriais de esforço inovador e desempenho do Eixo 1 .....	37
Quadro 3.1 - Quantidade de fontes bibliográficas empregadas por SSI e país para a pesquisa de atores (Eixo 2).....	73
Quadro 3.2 - As dez maiores usinas do país em operação .....	75
Quadro 3.3 - Matriz de caracterização de atores no Brasil para energia.....	83
Quadro 3.4 - Matriz de caracterização dos atores de energia para o Canadá.....	94
Quadro 3.5 - Matriz de caracterização dos atores de energia para a Alemanha .....	104
Quadro 3.6 - Matriz de caracterização dos atores de energia para a Austrália .....	113
Quadro 3.7 - As dez maiores produtoras de minério no Brasil .....	120
Quadro 3.8 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para o Brasil .....	127
Quadro 3.9 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para o Canadá.....	137
Quadro 3.10 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para a Alemanha.....	145
Quadro 3.11 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para a Austrália .....	155
Quadro 4.1 - Quantidade de fontes bibliográficas empregadas por SSI e país para a pesquisa de atores (Eixo 3).....	164
Quadro 4.2 - Competências legais de licenciamento por esfera da federação .....	167
Quadro 4.3 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica brasileiro .....	170
Quadro 4.4 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração brasileiro .....	173

Quadro 4.5 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração no Brasil.....	178
Quadro 4.6 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica canadense.....	182
Quadro 4.7 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração canadense.....	186
Quadro 4.8 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração no Canadá.....	189
Quadro 4.9 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica alemão.....	193
Quadro 4.10 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração alemão.....	195
Quadro 4.11 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração na Alemanha.....	198
Quadro 4.12 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica australiano.....	201
Quadro 4.13 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração australiano.....	204
Quadro 4.14 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração na Austrália.....	206
Quadro 5.1 - Modelos de gestão da inovação e escopo.....	213
Quadro 5.2 - Modelo de gestão da inovação de Adams, Bessant e Phelps.....	216
Quadro 5.3 - Descrição das principais atribuições das áreas de gestão da inovação por empresa.....	227
Quadro 5.4 - Palavras-chave e patentes das empresas selecionadas.....	238
Quadro 5.5 - Resumo das características encontradas no mapeamento.....	240



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução das exportações dos cinco principais grupos de produtos brasileiros_(U\$ bilhões) .....	4
Tabela 2 - Empresas, período das entrevistas, número de profissionais entrevistados e cargos....	16
Tabela 1.1 - Intensidade de P&D por setor selecionado .....	34
Tabela 2.1 - Evolução dos recursos totais investidos em P&D em energia elétrica_(milhões de dólares americanos de 2012) .....	58
Tabela 2.2 - Investimentos em P&D&I pelas empresas do setor de mineração_(em milhões de dólares americanos de 2005) .....	66
Tabela 2.3 - Evolução do saldo em U\$ milhões para indústrias de equipamentos elétricos, mecânicos e de transportes .....	69
Tabela 3.1 - Arrecadação dos fundos setoriais, empenho de recursos e o percentual efetivamente aproveitado em projetos de P&D&I (R\$ correntes de 2012) .....	80
Tabela 3.2 - Investimentos em pesquisa mineral no mundo (x U\$ 1.000).....	120
Tabela 4.1 - DEC (horas) e FEC (volume de interrupções) nacionais apurados e os limites definidos pela ANEEL .....	169
Tabela 4.2 - Evolução da arrecadação do TAH e da CFEM entre 2005 e 2012_(R\$ milhões) ....	172
Tabela 4.3 - Percentual de aplicação direta das empresas no P&D da ANEEL (% da ROL).....	176
Tabela 4.4 - Cobrança de <i>royalties</i> no Canadá, <i>Northwestern Territories</i> .....	185
Tabela 5.1 - Evolução dos investimentos em P&D para as empresas selecionadas .....	235
(em R\$ milhões) .....	235
Tabela 5.2 - Evolução dos depósitos de patentes para os quinquênios_2000-2005 e 2006-2011.	238
Tabela 5.3 - Depósitos efetuados em cotitularidade para os quinquênios_2000-2005 e 2006-2011 .....	239
Tabela 5.4 - Volume de inventores de patentes com publicações científicas em autoria individual e coautoria (2000-2011) .....	240



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABAL - Associação Brasileira de Alumínio

ABCE - Associação Brasileira das Companhias de Energia Elétrica

ABDAN - Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares

ABEólica - Associação Brasileira de Energia Eólica

ABIAPE - Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia Elétrica

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica

ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração

ABPM - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral

ABRACE - Associação Brasileira dos Grandes Consumidores Industriais de Energia e Consumidores Livres

ABRACEEL - Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia Elétrica,

ABRAGE - Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica

ABRAGEF - Associação Brasileira de Geração Flexível

ABRAGEL - Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa

ABRAGET - Associação Brasileira de Geradoras Térmicas

ABRATE - Associação Brasileira das Grandes Empresas de Transmissão de Energia Elétrica

ACS - Associação Campinas Startups

AEMC - Australian Energy Market Commission

AEMO - Australian Energy Market Operator

AER - Australian Energy Regulator

AESO - Alberta Electric System Operator

AFRMM - Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante

AMIRA - Australian Minerals Industries Research Association

ANACE - Associação Nacional dos Consumidores de Energia

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

APEX - Agência Brasileira de Promoção de Exportações

APINE - Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia Elétrica

ARENA - Australian Renewable Energy Agency

AUC - Alberta Utilities Commission

BBergG - Bundesberggesetz

BBPIG - Bundesbedarfsplanungsgesetz

BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft

BEE - Bundesverband Erneuerbare Energie

BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

BImSchG - Bundesimmissionsschutzgesetz

BMWI - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

BNatSchG - Naturschutzgesetz

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CADE - Conselho Administrativo de Defesa Econômica

CAEAT - Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica

CAMIRO - Canadian Mining Industry Research Association

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CDM - Centro de Desenvolvimento Mineral

CEA - Canadian Electricity Association

CEAA - Canadian Environmental Assessment Act

CEL - Centro de Excelência em Logística

CEPA - Canadian Environmental Protection Act

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

CMIC - Canadian Mining Innovation Council

CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor de Energia

CNEB - Canada's National Energy Board

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética

COGEN - Associação da Indústria de Cogeração de Energia

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COMDEMA - Conselhos Municipais do Meio Ambiente

CPNSP - Comissão Tripartite Permanente de Negociação do Setor Elétrico no Estado de São Paulo

CRA - Canada Revenue Agency

CRC - Cooperative Research Centers

CRC Mining - The Cooperative Research Centre for Mining

CSIRO - The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

CTA - Centro Tecnológico da Aeronáutica

CTF - Centro de Tecnologia de Ferrosos

CUT - Central Única de Trabalhadores

DERA - Deutsche Rohstoffagentur

DIN - Deutsches Institut für Normung

DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

EEG - Erneuerbare-Energien-Gesetz

EEX - European Energy Exchange

EFIC - Export Finance and Insurance Corporation

EIA - Estudos de Impactos Ambientais

EnLaG - Energieleitungsausbaugesetz

EnSiG - Energiesicherungsgesetz

EnWG - Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung

EPBC - Environment Protection and Biodiversity Conservation Act

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

EPIA - European Photovoltaic Industry Association

ERAA - Energy Retailers Association of Australia

ESAA - Energy Supply Association of Australia

ESPIC - The Electricity Supply Industry Planning Council

EUAA - Energy Users Association of Australia

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FNU - Federação Nacional dos Urbanitários

GEM - Geo-Mapping for Energy and Minerals

GMC - The Gas Market Company

GRMO - The Gas Retail Market Operator

GWEC - Global Wind Energy Council

HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Point

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

ICT - Instituição de Ciência e Tecnologia

IEA - International Energy Agency

IESO - Independent Electricity System Operator

II - Imposto sobre Importação

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial

IPC - International Patent Classification

IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados

IREQ - Institut de Recherche Hydro Quebec

ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica  
ITV - Instituto Tecnológico Vale  
KWKG - Kraftwärmekopplungsgesetz  
LBEG - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie  
LBGR - Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe  
MAE - Mercado Atacadista de Energia  
MCTI - Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação  
MDIC - Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior  
MIT - Massachusetts Institute of Technology  
MRRT - Minerals Resource Rent Tax  
MTSE - Mining Technology, Service and Equipment  
NABEG - Netzausbaubeschleunigungsgesetz  
NEB - National Energy Board  
NEM - National Electricity Market  
NEMMCO - The National Electricity Market Management Company  
NIT - Núcleo de Inovação Tecnológica  
NRC - National Research Council  
NRCAN - Natural Resources Canada  
OECD - Organization for Economic Cooperation and Development  
ONS - Operador Nacional do Sistema  
OPA - Ontario Power Authority  
PINTEC - Pesquisa de Inovação Tecnológica  
PMUs - Phasor Measurement Units  
PROTEC- Pró-inovação Tecnológica  
RAL - Relatório Anual de Lavra

REIA - Relatórios de Impactos Ambientais

REMCO - The Retail Energy Market Company

ROL - Receita Operacional Líquida

RoLR - Retailer of Last Resort Scheme

RRO - Regulated Rate Options

SEA - Sustainable Energy Association

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SIESP - Sindicato da Indústria de Energia do Estado de São Paulo

SIG - Sistema Integrado de Gestión

SIN - Sistema Interligado Nacional

SINFERBASE - Sindicato Nacional da Indústria de Extração do Ferro e Metais Básicos

SITC - Standard International Trade Classification

SPE - Sociedade de Propósito Específico

TÜV - Technischer Überwachungsverein

USGS - US. Geological Survey

UVPG - Umweltverträglichkeitsplanungsgesetz

VDEW - Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke

VENCorp - The Victorian Energy Networks Corporation

VIK - Verband der industriellen Energie- und Kraftwirtschaft

VTSL - Vale Technical Services Limited

VKU - Verband kommunaler Unternehmen

VRE - Verband der Verbundunternehmen und regionalen Energieversorger in Deutschland

WIPO - World Intellectual Property Organization

ZIM - Zentral Innovationsprogramm Mittelstand



# INTRODUÇÃO

O estudo da inovação tecnológica abarca duas grandes dimensões, quais sejam, a **compreensão da mudança técnica** (ou do desenvolvimento tecnológico) e a sua **gestão**. Enquanto processo de destruição criativa, a inserção do conceito de inovação nos campos de economia e administração trouxe uma nova forma de enxergar as raízes do progresso técnico dos países, da concorrência e do crescimento das empresas.

O estudo da dimensão da mudança técnica interessa aos campos da macroeconomia e da economia industrial, uma vez que procura estabelecer as relações causais entre inovação, crescimento econômico, desenvolvimento, estrutura de mercados e concorrência.

A partir do fim da década de 80, a inovação passou a ocupar posição central no desenvolvimento econômico por meio da abordagem conceitual dos sistemas de inovação, desdobrada nas seguintes teorias: a) sistemas nacionais da inovação, capitaneada por Bengt-Ake-Lundvall, Christopher Freeman e Charles Edquist; b) sistemas setoriais de inovação, com Franco Malerba como referência e; c) sistemas locais de inovação, tendo, dentre outras, a referência de Phillip Cooke.

A economia industrial tradicional, por meio de seus teóricos Joe Bain e Frederic Scherer, adotou o modelo de “estrutura-conduta-desempenho” para explicar que as estruturas de mercado influenciam as estratégias das empresas bem como seus resultados econômico-financeiros. Com a ebulição do paradigma neoschumpeteriano, mais especificamente a partir da obra de Giovanni Dosi (1984) “*Technical change and industrial transformation: the theory and application to the semiconductor industry*”, a visão determinista da economia industrial passou a coexistir com a noção de que as estruturas de mercado co-evoluem com a capacidade de transformação das empresas e dos setores. Em outras palavras, as estruturas de mercado são uma função das oportunidades tecnológicas e das inovações apropriadas no passado.

O estudo da dimensão da gestão inclui a inovação no universo das instituições, mais especificamente, das empresas, e busca a sistematização dos processos de gerenciamento das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) através de modelos. Tais modelos compreendem **estruturas, processos e ferramentas** que podem ser usados para “controlar” o desempenho da inovação nas empresas. A discussão teórica sobre a gestão da inovação apareceu como alternativa à clássica literatura de gestão da qualidade, uma vez que esta última primava

pela identificação de melhorias incrementais no ambiente fabril (FLEURY; FLEURY, 1995), tomando como paradigma a indústria japonesa do pós-guerra. O estudo da gestão da inovação, por seu turno, começou na década de 90, mediante a apresentação do conceito de funis de inovação de Clark e Wheelwright (1993) e do modelo de *stage-gate* para o desenvolvimento de novos produtos de Robert Cooper.

Este trabalho de tese aborda as duas dimensões da inovação tecnológica (a da mudança técnica e da gestão). Assim como para Dosi (1984) as estruturas de mercado co-evoluem com a capacidade de inovação das empresas, *mutatis mutandis*, os Sistemas Setoriais de Inovação (SSIs) co-evoluem com a gestão da inovação das empresas.

Portanto, esta tese utiliza a abordagem conjunta dos SSIs (macroambiente, externo à empresa) e da gestão da inovação (microambiente, interno à empresa), **pressupondo mútua influência (co-evolução) entre as duas dimensões**, assim como o papel-chave das empresas na inovação tecnológica. Ressalte-se que co-evolução embute as relações de influência e dependência entre os atores setoriais, as quais só podem ser percebidas com o tempo.

Os SSIs podem ser constituídos por três macroeixos, quais sejam, dinâmicas produtiva e de Ciência, Tecnologia & Inovação (C,T&I) (Eixo 1), os atores e suas interações (Eixo 2) e a institucionalidade (Eixo 3) (SALLES-FILHO et al., 2012). Unidos, esses eixos formam o chamado marco analítico integrador, que caracteriza qualitativamente a **densidade** dos SSIs. A densidade está diretamente vinculada à concentração de atividades produtivas e tecnológicas nas cadeias de valor de países (QUADROS et al., 2006).

A influência entre SSIs e gestão da inovação empresarial acontece quando a mudança técnica provocada no macroambiente através do fenômeno da inovação, obriga as empresas a (re)agirem por meio da adoção das estratégias organizacionais (competitivas, tecnológicas e de inovação) mais adequadas. Ao mesmo tempo, as opções estratégicas das empresas referentes a compras, investimentos e produção impactam nas escolhas de suas trajetórias tecnológicas<sup>1</sup> e provocam mudanças técnicas no sistema econômico.

Para aplicar esses conceitos, a tese toma como base dois setores que têm como principal característica comum o fato de serem baseados em **recursos naturais**, quais sejam, os de energia e mineração, considerando a realidade brasileira.

---

<sup>1</sup> Entende-se que as trajetórias tecnológicas são os caminhos direcionadores do progresso técnico dentro de um dado paradigma tecnológico (DOSI, 1984).

As chamadas indústrias baseadas em recursos naturais compreendem empresas de recursos minerais, energo-intensivas e agrícolas, cuja natureza de produtos pode ser dividida em “combustível” e “não-combustível” (CUNHA et al., 2007; ANDERSEN, 2011). Tais produtos dessa indústria podem ser categorizados de acordo com a Classificação Padrão Internacional de Comércio (*Standard International Trade Classification*, SITC) (SACHS; WARNER, 1997):

- **Alimentos e animais:** animais vivos, carnes, ovos, peixes, crustáceos, moluscos, invertebrados aquáticos, cereais, vegetais, frutas, café, açúcar, mel, cacau, temperos e ração animal;
- **Bebidas e fumo:** bebidas e tabaco;
- **Materiais brutos, não-combustíveis e não-comestíveis:** couros e peles, sementes e oleaginosos, borracha em estado bruto, cortiça e madeira, papel e celulose, fibras têxteis, fertilizantes, minerais metálicos e não-metálicos (exclusive carvão) e sucata de minerais metálicos;
- **Combustíveis e lubrificantes:** corrente elétrica, petróleo, gás natural, carvão e coque e;
- **Óleos de origem animal e vegetal, gorduras e ceras:** gordura animal e vegetal crua ou processada, ceras de origem animal ou vegetal.

O setor de energia elétrica brasileiro torna-se interessante para o estudo em tela em função de dois aspectos. Primeiro, seus investimentos realizados em P&D&I entre 2005 e 2011 totalizaram o valor expressivo de cerca de R\$ 1 bilhão (POMPERMEYER et al., 2011). Segundo, as concessionárias e permissionárias brasileiras de energia são obrigadas (Lei 9.991/2000) a aplicarem um percentual de sua Receita Operacional Líquida (ROL), que varia entre 0,2% e 0,4% (Lei 12.212/2010), em projetos de P&D&I. A obrigação legal torna o estudo deste SSI atrativo na medida em que motiva a reflexão a respeito da relação entre os esforços envidados pelas empresas em promover a inovação tecnológica e o resultado efetivamente alcançado por esse setor. Nesse sentido, os esforços representam a evolução do volume de investimentos em P&D&I, o volume de projetos executados pelas empresas e a própria sistematização da inovação nas empresas por meio de sua gestão profissionalizada. Os resultados são mensurados através de indicadores organizacionais e setoriais de desempenho, como por exemplo, a evolução da produção tecnológica e a variação nas perdas totais no sistema elétrico.

Por sua monta, selecionou-se o SSI de mineração brasileiro devido ao maior peso dos minérios na pauta de exportação brasileira (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E

COMÉRCIO EXTERIOR, 2010; 2011; 2012) (Tabela 1) e à consequente inserção internacional das companhias mineradoras brasileiras, com destaque para Vale e Samarco. Em 2012, a Vale foi a maior exportadora brasileira e a Samarco ficou em 8º lugar no *ranking* (MDIC, 2012).

Tabela 1 - Evolução das exportações dos cinco principais grupos de produtos brasileiros (US\$ bilhões)

Grupos de produtos	2009	2010	2011	2012	Participação % na pauta exportadora em 2012
Mínero-metalúrgicos*	14,4	30,8	44,2	33,2	13,7%
Petróleo e derivados	14,9	22,8	31,0	30,9	12,7%
Material de transportes e componentes	16,1	21,7	25,1	24,5	10,1%
Produtos metalúrgicos (processados)	14,4	30,8	17,3	15,5	6,4%
Carne	11,4	13,2	15,3	14,2	6,2%
Total	71,2	119,3	132,9	118,3	49,1%

\* Englobam principalmente minérios de alumínio, ferro, manganês, cromo e cobre.  
Fonte: MDIC (2010; 2011; 2012).

Apesar da hipótese de que a economia brasileira esteja passando por uma “desindustrialização” ou “especialização reversa” (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2010), este trabalho aponta algumas evidências de aumento do “esforço inovador” nos SSIs de energia e mineração no Brasil, além de propor indicadores setoriais e organizacionais de esforço e desempenho. Não obstante, a tese penetra no universo da gestão da inovação tecnológica de empresas selecionadas e mostra indícios da co-evolução entre os SSIs e as empresas de energia e mineração.

Os indicadores setoriais são usados como “medidores” da densidade dos SSIs brasileiros em comparação com os de países desenvolvidos selecionados, Canadá, Austrália e Alemanha. O Canadá e a Austrália foram escolhidos devido ao fato de estarem entre os maiores produtores de energia primária do mundo, assim como também figurarem entre os dez maiores consumidores de energia elétrica *per capita* (WORLD BANK, 2014) (Quadro 1).

Quadro 1 - Consumo de energia elétrica e produção de energia primária da Alemanha, do Canadá e da Austrália

País	Consumo anual de energia elétrica (ano base 2011)		Produção anual de energia primária (ano base 2011)	
	KWh per capita	Posição no ranking mundial	Kilatonelada (kt) equivalente de petróleo	Posição no ranking mundial
Alemanha	7.080,9	27 <sup>a</sup> .	124.194,1	23 <sup>a</sup> .
Canadá	16.405,7	3 <sup>a</sup> .	409.028,9	5 <sup>a</sup> .
Austrália	10.719,9	10 <sup>a</sup> .	296.725,8	8 <sup>a</sup> .
Brasil	2.437,96	83 <sup>a</sup> .	249.200,7	10 <sup>a</sup> .

Fonte: elaboração própria. Dados extraídos de World Bank (2014).

A Alemanha foi selecionada devido à base de conhecimento gerada e à capacidade instalada em energias eólica e solar (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2014; GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2012; EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION, 2014). Este país possui a terceira maior capacidade instalada em energia eólica do mundo (31.308 MW) e a primeira em energia solar (35.715 MW). Em termos de conhecimento, a Alemanha tem a maior parcela do volume de patentes mundiais depositadas via *Patent Cooperation Treaty* (PCT)<sup>2</sup> em energia eólica (21%) e é o segundo maior depositante de patentes em energia solar, com 13% do total global (OECD, 2014).

No tocante à mineração, cabe destacar que a escolha desses países, usados para efeito de comparação com o Brasil, se deve à sua proeminente posição no *ranking* mundial de produção de minérios. No caso do Canadá, trata-se do maior produtor mundial de potássio, o segundo maior de telúrio e nióbio e o terceiro maior de titânio (U.S GEOLOGICAL SURVEY, 2013). Em paralelo, o Canadá se destaca por sua vocação tecnológica na exploração mineral e na lavra, pela facilidade de levantamento de *equity capital* no mercado de capitais e pela proximidade geográfica com os EUA (CALAES, 2009). O Canadá estimula o acesso de mineradoras de todos os portes, inclusive das chamadas *junior companies*<sup>3</sup>, no mercado da bolsa de valores. A

<sup>2</sup> Ressalta-se que a escolha da contabilização das patentes depositadas pelo PCT deve-se ao fato de essas invenções patentárias terem alto potencial de se tornarem inovações radicais, uma vez que quando a instituição titular da patente opta pelo depósito nesse regime, garante reserva de mercado em 148 países pelo período de 30 meses, a partir da data da prioridade (WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION, 2013). Depositantes que optam por esse regime “apostam” no amplo impacto potencial de suas invenções.

<sup>3</sup> Essas empresas não são mineradoras consolidadas no mercado, antes são consórcios financeiros que levantam recursos nas bolsas de valores para iniciarem as atividades de exploração e prospecção mineral.

Austrália é a primeira produtora mundial de ouro, lítio, zircônia e bauxita e a segunda maior de chumbo, titânio, manganês, zinco e ferro (USGS, 2013). A Alemanha, a despeito de não ter a atividade mineradora como *driver* de exportação, acumulou capacidades tecnológicas ao longo do século XIX que permitiram o surgimento de empresas exportadoras de equipamentos para lavra (FURTADO; URIAS, 2013). Nesse país também foi fundada a escola de mineração mais antiga do mundo ainda existente, a *Technische Universität Freiberg* (TU Freiberg).

As empresas de energia e mineração, a despeito de serem produtoras de *commodities*, têm investido em P&D&I no Brasil para galgarem vantagens competitivas sustentáveis de custo e diferenciação em suas operações. Tais investimentos possuem como alavancas motivações de ordens regulatório-institucional, econômica e socioambiental. Em função da maior preocupação com investimentos em P&D&I, as empresas de energia e mineração passaram a profissionalizar a gestão da inovação, isto é, a organizar e sistematizar os processos de ideação, mobilização de recursos, seleção e gestão de projetos e portfólio, gestão de redes, gestão da propriedade intelectual e aplicação de resultados.

Porém, ao comparar os elementos constitutivos dos SSIs com os dos países desenvolvidos (Canadá, Alemanha e Austrália), a tese mostra indícios de que os SSIs de energia e mineração do Brasil não são densos, isto é: a) apresentam indicadores setoriais de esforço e desempenho piores que os dos demais países; b) demonstram desarticulação entre seus grupos de atores, baixo protagonismo na difusão da inovação e baixa capacidade de aproveitamento de oportunidades tecnológicas; c) têm uma institucionalidade legal pouco favorável à inovação.

Ora, apesar da constituição de redes de pesquisa com Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), os SSIs brasileiros não conseguiram criar base de conhecimento nacional através de fornecedores de sistemas e equipamentos. Este resultado coaduna-se com o perfil da “industrialização truncada” da América Latina e de sua trajetória de desenvolvimento pautada na imitação. Além de a indústria sofrer com a “falta de criatividade” (pouco inovadora), o seu modelo de desenvolvimento ainda é dependente de empresas transnacionais (FAJNZYLBBER, 1983; PAIVA, 2006). Este fato fica ainda mais claro com a análise do déficit tecnológico brasileiro, que entre 2006 e 2012 aumentou 1.029% (PRÓ-INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2012; 2013).

Os setores de energia e mineração vendem produtos finais (energia e bens minerais) que praticamente não sofrem mudanças (*commodities*), porém, vêm alcançando importância

estratégica nos últimos anos devido a aspectos econômicos, socioambientais e institucionais presentes no macroambiente, que influenciam a mudança técnica.

Em termos globais, os setores intensivos em recursos naturais vivem situação de crescimento. Nesse contexto, os recursos naturais se caracterizam pela oferta limitada, diretamente relacionada à sua “escassez aparente”<sup>4</sup>, e pela sua existência independente de ações antropogênicas (ANDERSEN, 2011; FURTADO; URIAS, 2013).

Ghose (2009) projeta que a demanda por bens minerais aumentará de 26 bilhões de toneladas em 2009 por ano para 50 bilhões de toneladas em 2050. Do ponto de vista dos recursos energéticos, entre 2000 e 2010 a demanda por eletricidade aumentou em 40%. Estima-se que até 2035 a demanda por energia elétrica crescerá mais do que a de qualquer outra forma final de energia, saindo de 18.443 TWh em 2010 para 31.859 TWh em 2035 (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2012).

A demanda global vivida pelos setores baseados em recursos naturais está condicionada por vários direcionadores, tais como o crescimento econômico e populacional de países emergentes (especialmente Índia e China), o aumento da taxa de urbanização, a competição entre os atores para encontrar os melhores recursos (depósitos minerais e acesso às melhores regiões para geração de energia). Outrossim, as pressões regulatórias e da sociedade civil têm desafiado essa indústria a crescer e ao mesmo tempo ser sustentável (Figura 1), sob a perspectiva do uso racional dos chamados “serviços de ecossistema”. Tais serviços compreendem os benefícios “naturalmente” oferecidos pelas distintas funcionalidades do capital ecológico (bioma) para a economia, a exemplo da oferta de água, processamento de nutrientes, formação de solos, controle biológico de espécies, polinização, etc. (COSTANZA et al., 1997).

---

<sup>4</sup> A “escassez aparente” dos recursos naturais surge da relação entre a disponibilidade física e a demanda pelo recurso.

Figura 1 - Direcionadores do crescimento dos setores intensivos em recursos naturais



Fonte: elaboração própria.

O desenvolvimento desta tese se justifica diante da necessidade de um olhar que explique a expansão, as dinâmicas produtiva e de C,T&I, os atores, a institucionalidade e a gestão da inovação no âmbito de dois setores produtores de *commodities* de baixa intensidade tecnológica, mas cada vez mais demandantes de inovações. Nesse contexto, o Brasil passou a ocupar importante posição no cenário econômico mundial, contrariando a tese de que os recursos naturais seriam fonte de “desvantagem competitiva” (ANDERSEN, 2011) e da chamada “doença holandesa”<sup>5</sup>. Canuto e Cavallari (2012) argumentam que a maldição dos recursos naturais não pode ser aplicada para todos os países, antes estando condicionada a fatores como qualidade educacional, direitos de propriedade, grau de evolução das instituições (*good governance*) e progresso não-técnico, os quais determinam como os grupos sociais e as instituições extraem e alocam os recursos naturais. Todavia, as economias desenvolvidas não podem apenas viver de “conhecimento e aprendizado”, pois as mudanças climáticas e consequente redução de terras aráveis têm aumentado o valor e a importância dos recursos naturais no mercado internacional (ANDERSEN, 2011).

<sup>5</sup> A doença holandesa é resultado da exportação abundante de recursos naturais, que sobreaprecia a taxa de câmbio e inviabiliza investimentos nas indústrias de demais bens comercializáveis (BRESSER-PEREIRA, 2010).



Com base na crescente importância dos setores baseados em recursos naturais, as empresas de energia e mineração têm sido motivadas a aumentarem sua eficiência operacional, reduzirem custos, descobrirem novas fontes de recursos naturais, concorrerem com outros *players* de mercado e adquirirem capacidades tecnológicas, a partir dos seus esforços em P&D&I.

Além da comparação entre países no nível setorial, esta tese propõe estudos de caso, restringindo-se à seleção de empresas de grande porte (Vale, Samarco, Furnas, Cemig, CPFL e Eletronorte), representativas em seus setores de atuação. Juntas, Vale e Samarco perfazem 88,3% do mercado brasileiro produtor de minério de ferro (IBRAM, 2011), o que mostra a relevância destas para o setor de mineração. Ademais, a Vale possui cinco centros de P&D no Brasil e um no Canadá, assumindo papel de destaque na construção do SSI de mineração: Centro de Desenvolvimento Mineral (CDM); Centro de Tecnologia de Ferrosos (CTF); Centro de Excelência em Logística (CEL); Instituto Tecnológico Vale de Mineração; o Instituto Tecnológico Vale de Sustentabilidade (ITV) e; o *Vale Technical Services Limited* (VTSL). Desde 2009, a Samarco começou a aplicar recursos de P&D&I em cooperação com outras instituições, direcionados à pesquisa de novas rotas de beneficiamento de minério de ferro. Em 2010, a empresa investiu R\$ 4,5 milhões; em 2011, R\$ 5,5 milhões e entre 2013 e 2015 deverá investir anualmente R\$ 11 milhões (SAMARCO, s.d.a).

Furnas, Eletronorte e Cemig são responsáveis por 22% da geração de energia no país (ANEEL, 2012a) e também foram selecionadas em razão de seus vultosos investimentos em P&D&I. Furnas e Eletronorte fazem parte do grupo Eletrobras, que possui um centro de P&D&I cativo, o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). A CPFL Energia conta com significativo orçamento de P&D&I (cerca de R\$ 33 milhões aplicados ao ano), além de ser a maior distribuidora de energia elétrica privada do Brasil (CPFL, 2008) (Quadro 2).

Quadro 2 - Breve descrição da amostra selecionada

<b>Empresa</b>	<b>Descrição geral da empresa</b>
<b>Cemig</b>	Fundada em 1952, a Cemig é uma <i>holding</i> com mais de 100 empresas atuando na geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica.
<b>Eletronorte</b>	Fundada em 1973, a Eletronorte é uma empresa de geração, transmissão e comercialização de energia elétrica para a região Norte do país.
<b>Furnas</b>	Fundada em 1957, Furnas é uma empresa de geração e transmissão de energia presente em todas as regiões do país, responsável por 10% da capacidade geradora.
<b>CPFL</b>	Fundada em 1912 e privatizada em 1997, atualmente a Companhia Paulista de Força e Luz constitui-se de um grupo de 36 empresas que realiza geração, distribuição e comercialização de energia elétrica.
<b>Vale</b>	Fundada em 1942 e privatizada em 1997, a Vale é a maior comercializadora global de minério de ferro.
<b>Samarco</b>	A Samarco é uma empresa que produz e comercializa pelotas de minério de ferro. Foi fundada em 1977 e é controlada pela Vale e BHP Billiton.

Fonte: elaboração própria.

## Metodologia da tese

Esta tese tem caráter exploratório, pois deseja conhecer a **densidade dos SSIs de energia e mineração e verificar a co-evolução com a gestão da inovação em empresas selecionadas**.

Como consequência, propõe um mapeamento de estruturas, processos e ferramentas de gestão da inovação existentes nas empresas de energia e mineração no Brasil através de estudos de caso, conduzidos pela autora da tese. Em outras palavras, a tese deseja estudar a construção de Sistemas Setoriais de Inovação, considerando a dinâmica produtiva e de C,T&I (Eixo 1), seus atores (Eixo 2), institucionalidade (Eixo 3) e a gestão de P&D&I nas empresas de energia e mineração, apresentando indícios de co-evolução entre os SSIs e a gestão da inovação.

Os três eixos caracterizam a densidade dos SSIs. Nesse contexto, SSIs densos apresentam base produtiva e de C,T&I internalizada na cadeia de valor do país, base legal favorável à inovação tecnológica e articulação entre os atores, combinada ao protagonismo desses últimos na geração e difusão de inovações. Além disso, suas empresas são internacionalizadas, seja por meio de exportações ou pela presença de filiais em outros países.

Segundo Selltiz et al. (1975) a pesquisa exploratória é fundamental para o delineamento de hipóteses, sendo comprovada por meio de pesquisa bibliográfica, documental e estudos empíricos (entrevistas e estudos de caso).

A primeira aproximação com o objeto da tese surgiu por meio de trabalhos de pesquisa e consultoria realizados pela autora entre 2008 e 2012 nas empresas do Sistema Eletrobras, CPFL e Vale. A execução destes no âmbito da inovação e sua gestão levou a uma série de questionamentos:

- a) Em que medida as empresas de mineração e energia contribuem para a trajetória de desenvolvimento técnico-econômico do país?
- b) As empresas de energia e mineração são inovadoras? Como as empresas de energia e mineração inovam e interagem com outros atores? Como mapear essas interações?
- c) Os marcos legais estimulam a inovação tecnológica nos setores de energia e mineração?
- d) Qual a relação entre a gestão da inovação nas empresas de energia e mineração e os Sistemas Setoriais de Inovação nesses dois setores?
- e) Os sistemas setoriais de energia e mineração são densos em relação aos de outros países?

Essas ideias amadureceram com a leitura de relatórios de sustentabilidade e desempenho econômico-financeiro das empresas e textos acadêmicos sobre a dinâmica de C,T&I dos setores de energia e mineração no mundo. Ainda, para fundamentar o discurso e dar corpo à pesquisa, selecionaram-se como abordagens conceituais os autores neoschumpeterianos e os teóricos das estratégias e da gestão da inovação. O Quadro 3 une os principais grupos de autores influenciadores utilizados neste trabalho de acordo com suas contribuições teórico-conceituais.

Quadro 3 - Principais grupos de autores, suas correntes acadêmicas e contribuições teórico-conceituais para a tese

Principais grupos de autores	Corrente acadêmica	Contribuição teórica para a tese
<p>Dosi (1984); Furtado (2002); Malerba (2003); Malerba e Mani (2009); Nelson e Winter (2005); Bin e Salles-Filho (2012); Lemos (2013)</p>	<p>Neoschumpeterianos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Definição de trajetórias tecnológicas:</b> caminhos selecionados dentro de um dado paradigma tecnológico.</li> <li>• <b>Definição de Sistemas Setoriais de Inovação:</b> Sistemas Setoriais de Inovação é um grupo de atores que coopera, compete, incentiva e regula seu ambiente econômico de atuação.</li> <li>• <b>Definição de ecossistemas:</b> <i>loci</i> de co-evolução onde as empresas nascem, crescem, morrem, competem e cooperam. Num ecossistema, cada ator participante tem diferentes funções, que estão voltadas para fortalecer ou enfraquecer os ambientes em que coexistem.</li> <li>• <b>Relação entre estruturas de mercado e crescimento organizacional:</b> articulação entre estruturas de mercado e crescimento das empresas, a qual estabelece uma dinâmica setorial pautada por um processo de co-evolução permanente.</li> <li>• <b>Definição de organizações:</b> sistemas vivos e complexos que interagem com o ambiente externo (macroambiente).</li> <li>• <b>Modelos de inovação e de gestão da inovação:</b> inovação aberta ou fechada, composta por áreas funcionais e processos (gestão de projetos, portfólio, propriedade intelectual, etc.).</li> </ul>
<p>Freeman (1982); Porter (1979; 1980); Sharp (1991); Tidd, Bessant e Pavitt (2005); Adams, Bessant e Phelps (2006); Stonehouse, Snowdon (2007); Smith et al. (2008); Quadros (2008); Ghemawat e Rivkin, (2000); Chesbrough, (2006); Carneiro, Cavalcanti e Silva (2007); Gavira (2008); Vilha (2009); Santos e Pinho (2012)</p>	<p>Escolas das estratégias e da gestão da inovação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conceito de estratégias e sua relevância para as organizações:</b> conjunto de escolhas, determinantes do comportamento e do desempenho das organizações.</li> <li>• <b>Conceito de gestão da inovação:</b> gerenciamento sistemático de recursos e competências internos e externos à empresa visando ao desenvolvimento de novos produtos, processos e tecnologias.</li> </ul>

Fonte: elaboração própria.

De posse dessas proposições iniciais e das influências acadêmicas supramencionadas, elaborou-se a seguinte pergunta norteadora de pesquisa: **“Como se caracterizam os Sistemas Setoriais de Inovação em energia e mineração no Brasil e como as estruturas de inovação evoluem nesses sistemas?”**

Entende-se que essa questão de pesquisa é a mais adequada porque catalisa e concatena todas as proposições iniciais, posto que a abordagem dos Sistemas Setoriais de Inovação é abrangente e flexível, tendo as empresas como seus principais atores (MALERBA; MANI, 2009). Os SSIs abarcam a dinâmica produtiva e de inovação, as instituições e os atores de uma determinada cadeia da indústria (MALERBA, 2003).

Com a questão norteadora, a autora busca e apresenta evidências de que os SSIs de energia e mineração no Brasil não são densos, mas co-evoluem com a gestão da inovação praticada nas empresas.

**O objetivo precípua** desta tese é **mostrar evidências de co-evolução entre os SSIs de energia e mineração no Brasil e a gestão da inovação tecnológica organizacional, analisando a densidade e a constituição desses SSIs de modo comparado com outros países**. A densidade é parametrizada da seguinte forma: a) mensuração de esforço e desempenho por meio de indicadores, presentes no Eixo 1; b) caracterização da articulação e do protagonismo dos atores (influência e dependência na geração e apropriação de inovação) no Eixo 2 e; c) verificação da efetividade dos marcos legais e políticas favoráveis à inovação, Eixo 3.

Isto posto, o objetivo precípua da tese desdobra-se nos seguintes objetivos secundários:

1. Avaliar a dinâmica de C,T&I dos SSIs de energia e mineração do Brasil a partir das cadeias produtivas e das motivações de suas empresas para inovarem;
2. Caracterizar a densidade dos SSIs e assim propor oportunidades de melhoria nos SSIs brasileiros;
3. Mapear processos e estruturas de gestão da inovação das empresas de energia e mineração através da condução de estudos de caso em profundidade;
4. Apresentar evidências de que existe influência entre os SSIs e os processos e as estruturas de gestão da inovação nas empresas.

A pergunta norteadora pressupõe a escolha das estratégias adequadas para coleta e análise de informações. Destarte, o trabalho de pesquisa evoca a adoção das estratégias de pesquisa de

caráter bibliográfico e documental e estudos de caso em profundidade nas empresas de energia e mineração (*multiple case study*).

Quanto à **pesquisa bibliográfica**, usou-se literatura especializada sobre SSIs, cadeias produtivas de energia e mineração, bases de dados da OECD e do Banco Mundial, informações sobre o funcionamento dos mercados de energia e mineração para os países selecionados, gestão da inovação e estratégias, com os seguintes objetivos:

a) **Definir os Sistemas de Inovação e seus eixos:** à luz de Malerba (2003), Malerba e Mani (2009), Garcez (2000), Etzkowitz e Leydesdorff (2000), Furtado (2002), Salles-Filho et al. (2007; 2012), Lundvall (1988), Marques e Oliveira (2009), Lizuka (2009), Lundvall et al. (2011), Seidl et al. (2013) e Furtado e Urias (2013) foi possível caracterizar e diferenciar os Sistemas Setoriais de Inovação dos demais tipos (sistemas nacionais e locais), além de propor um conjunto de três eixos que caracterizam a densidade dos SSIs, esse especificamente fundamentado em Salles-Filho et al. (2012);

b) **Caracterizar a dinâmica produtiva e de C,T&I dos setores em tela, bem como seus atores e a institucionalidade:** consiste na análise das cadeias produtivas, motivações para inovar, atores, institucionalidade e na comparação entre os SSIs de energia e mineração brasileiros e os de outros países desenvolvidos (Canadá, Alemanha e Austrália);

c) **Classificar modelos de gestão da inovação:** a tese se propõe a fazer uma revisão teórica de seis modelos de gestão da inovação (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006; BIN; SALLES-FILHO, 2012; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005; SMITH et al., 2008; QUADROS, 2008; GAVIRA, 2008), trazendo à luz os seus elementos constitutivos;

A **pesquisa documental** objetiva a análise de marcos regulatórios no Brasil, Canadá, na Alemanha e Austrália, com vistas a identificar a presença de políticas setoriais de C,T&I voltadas aos SSIs e os papéis dos órgãos reguladores.

Os **estudos de caso** foram realizados pela autora da tese nas seis empresas de energia e mineração selecionadas (Vale, Samarco, CPFL, Cemig, Eletronorte e Furnas). Por meio desses, mapearam-se as estruturas (fatores determinantes), os desafios, processos e as ferramentas em comum de gestão da inovação tecnológica. Com os estudos de caso, foi possível tanto entender os papéis dos atores nos SSIs (influência e dependência) no macroambiente, quanto mapear a aderência do microambiente à inovação tecnológica.

Os estudos de caso nas empresas foram feitos com profissionais ligados à área de P&D&I entre março e dezembro de 2012. Entrevistaram-se treze pessoas, dispendendo-se em média 1,5 horas com cada profissional. A motivação principal dos estudos não era trabalhar com uma amostra estatisticamente significativa, mas sim com o conhecimento e a experiência dos profissionais, o que demonstra a “não casualidade” da amostragem (SELLTIZ et al., 1975). Pode-se afirmar ainda que a amostra selecionada se caracterizou como “não probabilística” e “por cotas”. Isto porque as entrevistas foram conduzidas com instituições de alta relevância em seus setores, envolvendo pessoas conhecedoras do assunto e com qualificação (pós-graduação, mestrado e doutorado) em inovação, que forneceram informações suficientes para atingir aos objetivos deste trabalho. Em ambos os setores, além de a amostra ser caracterizada por cotas também era “intencional”, uma vez que a escolha dos entrevistados fundamentou-se na identificação prévia dos atores que influenciam diretamente o curso das atividades de P&D&I em suas empresas, tratando-se, portanto, de casos analiticamente relevantes (Quadro 4).

Quadro 4 - Tipologia e critérios de escolha da amostra

	<b>Empresas de energia elétrica</b>	<b>Empresa de mineração</b>
Tipologia da amostra	- Não probabilística - Por cota - Intencional	- Não probabilística - Por cota - Intencional
Critério de escolha	- Significativo volume de investimentos em P&D&I - Presença de Centro de P&D (CEPEL)	- <i>Market-share</i> - Significativo volume de investimentos em P&D&I - Centros de P&D&I

Fonte: elaboração própria.

A junção dos conhecimentos de cada entrevistado nas empresas ajudou a montar parte do quebra-cabeça trazido pela questão norteadora desta pesquisa e também a construir um mapa de estruturas, processos e ferramentas de gestão da inovação (Tabela 2).

Tabela 2 - Empresas, período das entrevistas, número de profissionais entrevistados e cargos

<b>Empresa</b>	<b>Mês/Ano da Entrevista</b>	<b>Número de Entrevistados</b>	<b>Cargos</b>
Furnas	Setembro/2012	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerente de P&amp;D</li> <li>• Engenheiro</li> </ul>
Eletronorte	Outubro/2012	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superintendente de P&amp;D</li> <li>• Gerente de P&amp;D</li> <li>• Coordenador do Núcleo de Inovação Tecnológica</li> <li>• Analista de P&amp;D</li> </ul>
CPFL	Março e outubro/2012	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialista em inovação</li> <li>• Analista sênior em inovação</li> </ul>
Vale	Novembro/2012	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerente de inteligência de mercado</li> <li>• Gerente de projeto de P&amp;D</li> <li>• Engenheiro de mina</li> </ul>
Samarco	Novembro/2012	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialista em P&amp;D</li> </ul>
Cemig	Dezembro/2012	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerente de P&amp;D</li> </ul>
<b>Total</b>		<b>13</b>	

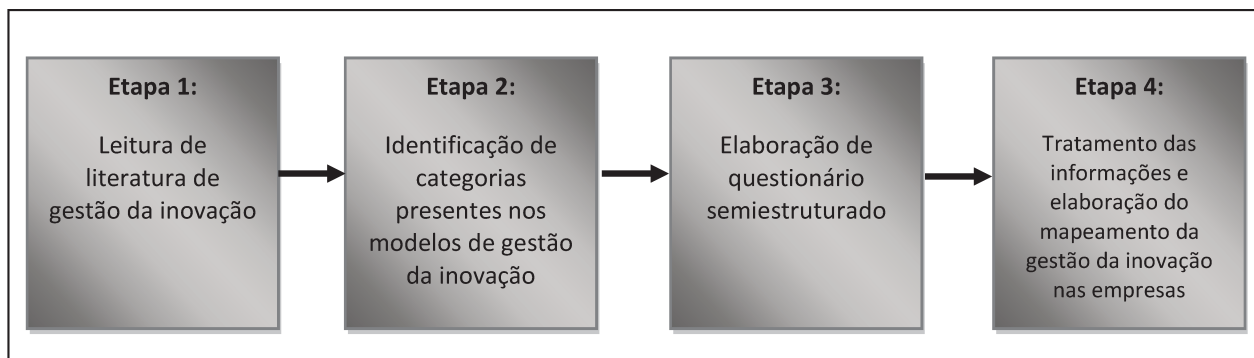
Fonte: elaboração própria.

As entrevistas não foram gravadas, ao longo das reuniões presenciais todas as respostas foram anotadas e confirmadas com os respondentes. Usou-se um roteiro semiestruturado com questões abertas (Anexo 2), interessado em identificar características da governança, os processos da gestão da inovação, as ferramentas, bem como os desafios e oportunidades internos e externos à organização na execução da P&D&I. O roteiro de questões foi elaborado somente após a leitura da literatura de modelos de gestão da inovação.

A leitura prévia feita durante a pesquisa bibliográfica foi relevante para prover conhecimento teórico e permitir a estruturação das “perguntas certas” baseadas nas categorias apresentadas pelos modelos de gestão da inovação estudados (Figura 2).



Figura 2 - Etapas do estudo de caso: da teoria à formulação do roteiro semiestruturado



Fonte: elaboração própria.

Além das pesquisas bibliográfica, documental e dos estudos de caso, a tese também se vale da proposição de indicadores setoriais e organizacionais de esforço e desempenho, tanto para medir o esforço inovador dos setores estudados e das empresas brasileiras selecionadas, quanto para expressar os desempenhos setoriais dos SSI de energia e mineração de maneira comparada com outros países (Canadá, Alemanha e Austrália). Ressalte-se que na construção das métricas setoriais e na análise dos Eixos tomou-se o cuidado de excluir informações de petróleo e gás.

### **Estrutura da tese**

Após esta introdução, a tese divide-se em cinco capítulos. No capítulo 1, propõe uma revisão teórica sobre sistemas de inovação, enfatizando o conceito e os elementos constitutivos dos Sistemas Setoriais de Inovação.

A abordagem dos SSIs é flexível e ampla o suficiente para abarcar a dinâmica produtiva e de C,T&I e a análise de atores, marcos regulatórios e suas instituições. Os SSIs são compostos por empresas, governos, universidades, redes, conhecimento, geração de variedades, seleção e co-evolução. Ainda, esse *approach* confere às empresas papel de destaque na dinâmica de inovação, posto que suas motivações para inovar, estratégias e decisões de investimento são capazes de criar relações mercadológicas e não mercadológicas com outros atores do sistema (ICTs e governo), provocando a mudança técnica no macroambiente. O capítulo cita dois exemplos de SSIs de intensidades tecnológicas diferentes e propõe uma metodologia de caracterização baseada em Salles-Filho et al. (2012) constituída dos três eixos supracitados.

O capítulo 2 desvela o Eixo 1 através das cadeias produtivas de energia e mineração, da análise das motivações dos setores para inovarem e do uso de indicadores setoriais de esforço e desempenho, comparando o Brasil com Canadá, Austrália e Alemanha. A análise das cadeias produtivas mostra indícios da complexidade tecnológica desses setores, além de apontar oportunidades de desenvolvimentos de novos produtos, processos e modelos de negócios. As motivações dos setores para inovarem são desdobradas nas dimensões econômica, socioambiental e institucional. Por sua vez, os indicadores operam como “medidores” da densidade dos SSIs brasileiros face aos dos países desenvolvidos selecionados. Ao final, o capítulo também apresenta a evolução do déficit tecnológico brasileiro, mostrando que, apesar da complexidade tecnológica desses setores e de suas respectivas motivações para inovar, não houve inserção internacional de fornecedores de tecnologias de alto valor agregado.

O capítulo 3 trata dos atores (Eixo 2) nos SSIs de energia e mineração do Brasil, Canadá, da Alemanha e Austrália. Para tal, analisa em detalhes presença, protagonismo, influência e dependência de grupos de atores no contexto dos seus SSIs<sup>6</sup>. Quanto ao setor de energia, foram mapeados 25 atores que se agrupam em: provedores de energia; fornecedores; agentes financeiros; organismos governamentais; consumidores; agentes de P&D&I e associações. No setor de mineração, levantaram-se 20 atores que se distribuem entre os grupos de: fornecedores de bens minerais; fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados; agentes financeiros; organismos governamentais; consumidores; agentes de P&D&I e associações. A presença e o protagonismo dos atores são avaliados de modo comparativo entre os países através de escalas semânticas, que variam entre zero e dois pontos.

A existência de influência e dependência entre eles é reconhecida por meio da natureza das suas interações e tem como resultado uma matriz de influência *versus* dependência. Na elaboração dessas, quando não se pode verificar relacionamento entre os atores atribui-se zero ponto e quando se verifica, um ponto. A somatória dos pontos para cada grupo resulta em gráficos de quatro quadrantes, com áreas de: baixa influência e baixa dependência; alta influência e alta dependência; baixa influência e alta dependência e; alta influência e baixa dependência.

No SSI brasileiro de energia, o capítulo mostra que os grupos de atores concentram-se na região de baixa dependência e baixa influência, o que indica pouca articulação entre esses. Confere-se

---

<sup>6</sup> A metodologia empregada na composição das escalas e matrizes de influência e dependência está descrita em detalhes no capítulo 1, onde se faz a proposta dos três eixos dos SSIs.

neste caso exceção aos provedores de energia (que são monopolistas), aos fornecedores (que definem as tecnologias a serem usadas pelos provedores) e aos órgãos governamentais, os quais formulam a política energética, fiscalizam as concessionárias e controlam os preços. No SSI de mineração brasileiro verifica-se tendência análoga: as empresas de mineração, as quais atuam numa estrutura de oligopólio concentrado, têm alta influência sob os demais atores e também são por eles altamente influenciadas, pois comercializam *commodities*. Da mesma maneira, os fornecedores “dão o tom” acerca das tecnologias utilizadas e os órgãos governamentais têm alta influência uma vez que outorgam a exploração e a lavra, além de fixarem a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

No capítulo 4 são discutidos os marcos regulatórios, enfatizando aqueles favoráveis à inovação nos SSIs de energia e mineração (Eixo 3). Observe-se que, o setor elétrico brasileiro, através da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), criou um marco regulatório no início da década passada (Lei 9.991/2000) para fomentar o investimento das empresas de energia em P&D&I e a formação de redes de pesquisa. O marco legal foi o “impulso necessário” para essas empresas investirem em atividades de pesquisa tecnológica, dada a relativa falta de competição no setor. Além de obrigar as empresas de energia a dispenderem parte da ROL em P&D&I e de gerenciarem seus próprios projetos, o marco legal criou o Fundo Setorial de Energia, o CT-Energ. Este último é também alimentado por parte da ROL das empresas de energia elétrica (0,75% a 1%), mas direciona-se a ICTs (FINEP, 2012a). No setor de mineração brasileiro, não existe um marco regulatório que obrigue as empresas mineradoras a investirem em P&D&I. Parte dos recursos da CFEM alimenta o Fundo Setorial Mineral (CT-Mineral), o qual apoia a pesquisa técnico-científica de pequenas e médias empresas (FINEP, 2012b).

O capítulo 5 aprofunda os modelos de gestão da inovação presentes na literatura e levanta seus componentes precípuos (estruturas, processos e ferramentas). Este capítulo também apresenta os resultados dos estudos de caso realizados nas empresas de energia e mineração brasileiras.

Com base nos relatos e na pesquisa bibliográfica dos modelos de gestão da inovação, propõe-se um mapeamento de estruturas, processos e ferramentas em comum. Esse mapeamento é complementado pelos indicadores organizacionais, obtidos a partir da pesquisa documental dos projetos de P&D&I e do levantamento bibliográfico efetuado nos relatórios de sustentabilidade e econômico-financeiros das empresas. É possível concluir que as empresas de energia e mineração brasileiras – apesar de profissionalizarem a gestão da inovação – ainda apresentam

uma cultura resistente à inovação tecnológica e, além disso, não fazem avaliação de resultados geradores de *feedback loops* de aprendizado. Apesar do aumento nos investimentos em P&D&I verificado nas empresas estudadas entre 2006 e 2011, o desempenho decadente da produção tecnológica indica também que está cada vez mais custoso produzir patentes. Em paralelo, as empresas tomam, na maior parte das vezes, integralmente os resultados das patentes, isto é, não os compartilham com os demais atores dos SSIs. Some-se a isso o fato de os inventores de patentes quase não publicarem artigos científicos em coautoria. Esses são indícios de baixo intercâmbio de fluxos de conhecimento nas empresas desses SSIs.

As conclusões deste trabalho afirmam que, a despeito dos esforços crescentes em P&D&I nos SSIs brasileiros, não se consegue enxergar densidade nesses setores ao compará-los com os dos demais países. E, os resultados trazidos pelo mapeamento da gestão da inovação confirmam esse quadro setorial. O mapeamento de estruturas, processos e ferramentas de gestão da inovação nas empresas brasileiras mostra influência e dependência da gestão da inovação com relação aos SSIs.

Para o fortalecimento do SSI de energia, nas suas conclusões, a tese recomenda a manutenção do encargo tarifário e a possibilidade de as empresas se apropriarem de parte dos resultados financeiros da comercialização de tecnologias geradas pelas atividades de P&D, sem que esses impactem na revisão tarifária. Em paralelo, recomenda a transição para a competição no mercado de consumidores de baixa tensão.

Para o fortalecimento do SSI de mineração, traz-se como sugestão aos municípios que recebem a CFEM a criação de agências de desenvolvimento para administrarem os recursos, aplicando-os em projetos de infraestrutura e desenvolvimento urbano. Propõe também a diversificação dos instrumentos de subvenção para atingirem as empresas *startups* de alto potencial inovador. Não obstante, esse trabalho apresenta ressalvas quanto ao novo marco regulatório do setor mineral, que provocará a redução dos investimentos em exploração.

# Capítulo 1 - As Relações entre Sistemas Setoriais, Estratégias e Gestão da Inovação

## Introdução

Esse capítulo define os sistemas, a inovação e os sistemas de inovação, com destaque para os Sistemas Setoriais de Inovação. Os SSIs não dependem de fronteiras territoriais, antes seus limites são marcados pelas complementaridades, base produtiva, conhecimento e *links* entre as instituições dele participantes (empresas, governos e ICTs). Ainda, o capítulo propõe três eixos e critérios de caracterização dos SSIs de energia e mineração no macroambiente, justificando a comparação internacional com Canadá, Alemanha e Austrália a partir da necessidade de qualificar o desempenho dos SSIs brasileiros. Nesse contexto, o desempenho é caracterizado a partir de indicadores setoriais selecionados, da avaliação dos graus de protagonismo dos atores dos SSIs e de suas interações, bem como pela existência de marcos legais favoráveis à inovação. Após a caracterização dos Eixos, o capítulo mostra no plano teórico a co-evolução entre SSIs e o microambiente, composto pelas estruturas de gestão da inovação.

Os sistemas foram criados para permitirem a análise da forma de operar de diferentes tipos de ecossistemas, isto é, o entendimento das relações estabelecidas entre elementos desse ambiente (vivos ou não), que são estimuladas pelo movimento de causa e efeito (CHEN, 1999). Ainda, a abordagem de sistemas possibilita compreender a interação de seus elementos constitutivos com tudo aquilo que a ele não pertence. As ciências naturais tratam as ligações entre o sistema e o que está fora dele como uma “perturbação”, enquanto as ciências sociais nomeiam essas interações “competição”, “cooperação”, “influência”, “dependência”, “comunicação”, “produção”, “intercâmbio”, dentre outros termos. Observa-se que as taxonomias empregadas para classificar os sistemas levam em conta seu grau de hermetismo (necessidade de interação com o que está fora do sistema), hierarquia (taxonomias subjacentes ao sistema) e natureza dos seus elementos constitutivos (organismos vivos ou elementos não vivos).

Os sistemas podem ser autopoieticos ou alopoieticos, sociais ou físicos e ergódicos ou não ergódicos (RASCH, 1991; CHEN, 1999; SEIDL, 2004). Os sistemas autopoieticos são capazes de se reproduzir por si, embora tenham interação com o ambiente que está de fora (*interactional openness*), ao contrário dos alopoieticos. Os sistemas alopoieticos são completamente dependentes do que vem de fora. Um exemplo de sistema autopoietico são as células, que

precisam de suas próprias moléculas para reprodução. Luhmann (2006) tornou esta abordagem disponível para outras áreas do conhecimento além da biologia, criando o conceito de sistemas sociais. Os sistemas sociais são autopoieticos e sua capacidade operativa é uma função da comunicação, isto é, da elocução (*utterance*), informação (*information*) e do entendimento (*understanding*). Assim, são sistemas sociais a própria sociedade, as interações entre os indivíduos e as organizações.

Por seu turno, os sistemas físicos compreendem elementos não vivos e suas operações são tratadas pelas ciências naturais como “caixas pretas” representadas por “equações de estado”. Nesses sistemas entram *inputs* que se transformam em *outputs* por meio de “funções de transferência”. Chen (1999) separa os sistemas físicos em lineares e não lineares os quais usam elementos (ou variáveis) contínuos ou discretos.

Por fim, a teoria ergódica estuda a “média do comportamento” dos elementos dos sistemas no tempo, dada uma função de distribuição de probabilidade. Os sistemas ergódicos são “previsíveis” e seus processos possuem medidas invariantes ao longo do tempo, fundamentando-se num espaço probabilístico (OLIVEIRA; VIANNA, s.d). Mediante o aparecimento das complementaridades e ligações com o que está fora, os sistemas se tornam complexos e interativos, caindo por terra a sua “ergodicidade” e, portanto, os padrões de comportamento invariáveis (HORST; WENZELBURGER, 2008). O Quadro 1.1 relaciona os sistemas com suas características (hermetismo, hierarquia e natureza dos elementos).

Quadro 1.1 - Taxonomias de sistemas e suas características

	Autopoiéticos	Alopoiéticos	Sociais	Físicos	Ergódicos	Não-ergódicos
Hermetismo	Interação com o que está fora do sistema, mas sua sobrevivência está na própria reprodução por suas estruturas	Interação com o que está fora do sistema é necessária	Interação com o que está fora do sistema, mas sua sobrevivência está na própria reprodução por suas estruturas	Interação com o que está fora do sistema, mas isso normalmente é visto como “perturbação”	Interação com o que está fora do sistema, mas isso normalmente é visto como “perturbação”	Interação com o que está fora do sistema
Hierarquia (subdivisões)	Sistemas biológicos, sociais e psíquicos	Sistemas biológicos e físicos	Sociedade, grupo de pessoas interagindo e organizações	Dividem-se em lineares, não-lineares, usam grandezas contínuas e discretas	Não há uma taxonomia pré-definida, mas esses obedecem a uma função de distribuição de probabilidade	Não há uma taxonomia pré-definida
Natureza dos elementos	Organismos vivos e elementos não-vivos	Organismos vivos e elementos não-vivos	Organismos vivos	Elementos não-vivos	Elementos não-vivos	Organismos vivos e elementos não-vivos
Exemplo	Células	Linha de montagem	Empresas	Bloco em deslocamento	Máquinas	Empresas

Fonte: elaboração própria.

As empresas encaixam-se nas taxonomias dos sistemas sociais, autopoiéticos e não-ergódicos, uma vez que essas precisam se reproduzir usando suas próprias estruturas, mesmo contando com interações externas. Da ótica sociológica de Luhmann, elas se reproduzem a partir da comunicação.

Aplicando a lógica econômica schumpeteriana, pode-se dizer que as empresas são os agentes centrais que se reproduzem (ou crescem) a partir da inovação, caso contrário, as mesmas estão fadadas a morrerem devido à concorrência de mercado. A substituição de velhos hábitos de consumo por novas demandas, a partir da difusão de novos produtos, é a “destruição criadora”, a qual é capaz de romper com a “ergodicidade” do sistema de fluxo circular (SCHUMPETER, 1997). O fluxo circular de Schumpeter é um sistema hermético que sempre se comporta da mesma forma e está baseado em uma economia de produção e trocas, operante de maneira uniforme – sem “perturbações” – para cada período econômico.

Inovação é a combinação de conhecimentos existentes de forma a se atingir novos resultados (produtos, processos e serviços) ou o uso de conhecimento novo, objetivando a introdução de novidades em empresas e mercados. Além de ser classificada segundo a sua natureza

(incremental e radical), a inovação também pode ser caracterizada por grandezas físicas como velocidade e intensidade (OECD, 2005). Em outros termos, alguns setores inovam com maior rapidez que outros. Da mesma maneira, uns introduzem inovações incrementais, enquanto outros setores são adeptos de inovações mais radicais. Para Bartos (2007), por exemplo, o setor de informática é marcado por inovações mais rápidas e radicais, mas o setor de mineração também faz inovações radicais, só que em longos períodos de tempo.

Considerando a inovação no nível micro, ela se constitui o elemento-chave da estratégia de crescimento e sobrevivência das empresas no ambiente de competição (MCT, 2001; OECD, 2005). No nível macro, a inovação é capaz de destruir setores inteiros e instituir novas indústrias, além de aumentar a produtividade dos processos econômicos como um todo (OECD, 2005). Segundo o conceito schumpeteriano de inovação, os empresários inovam para obterem lucros extraordinários, ainda que esses sejam temporários (*windfall gains*).

O Manual de Oslo (OECD, 2005), tipifica a inovação em tecnológica, organizacional e de marketing. A primeira compreende a introdução de novidades e funcionalidades técnicas em produtos e processos, que devem ser percebidas pelo mercado consumidor. A inovação organizacional corresponde à concepção de novos métodos de trabalho que impactem nas rotinas das instituições. A inovação de marketing representa novas maneiras de oferecer e combinar produtos e serviços ao mercado consumidor, isto é, à criação de modelos de negócio diferenciados *vis-à-vis* a concorrência.

As empresas, uma vez que comercializam e difundem as invenções pelo mercado, são os atores centrais os quais fazem o fenômeno da inovação acontecer. O empresário empreendedor não inova de maneira randômica (GIELFI, 2013), antes aprende por experiência (*learning-by-doing*) (ARROW, 1962), uso (*learning-by-using*) (ROSENBERG, 1986), interação com usuários (*learning-by-interacting*) (LUNDVALL, 1988), execução de P&D&I (*learning-by-researching*) (COHEN; LEVINTHAL, 1989) e pelos benefícios derivados das economias de escala (KAHOULI-BRAHMI, 2008). Com isto, ele se torna capaz de gerar novos produtos, serviços e processos para a empresa ou o mercado.

Porém, a inovação requer o compromisso e a participação de outros atores além das empresas, ou seja, dos governos e das universidades (ETZKOWITZ; LEYDESDORF, 2000; SALLES-FILHO et al., 2012).

A Figura 1.1 catalisa a forma de participação desses tradicionais atores no processo de inovação.



Figura 1.1 - Formas de participação do governo, da universidade e empresas no processo de inovação



Fonte: elaboração própria.

Nesse modelo, as empresas aprendem e lançam mão da inovação para competirem e cooperarem em seus mercados de atuação valendo-se das diferentes estratégias organizacionais – neste trabalho limitadas às competitivas, tecnológicas e de inovação – para tomarem suas decisões (opções estratégicas) e transmiti-las ao mercado.

Enquanto isso, o governo é o agente que induz o processo de inovação e o faz pela formulação de políticas públicas de estímulo (financiamento e incentivos fiscais à P&D&I) ou coerção (obrigatoriedade de investimento em P&D&I) (ALMEIDA; OHAYON, 2009), as quais impactam nas rotinas das empresas e universidades causando transformações institucionais (ETZKOWITZ; LEYDERSDORF, 2000). O próprio governo pode fazer inovação social, a partir de transformações institucionais por ele provocadas, do aumento da autonomia decisória dos cidadãos (*empowerment*) (LUNDVALL, 1988) ou mesmo da melhoria na qualidade dos serviços públicos.

A universidade, por sua vez, tem por funções precípuas fazer P&D, educar através de ensino e extensão, além de fomentar o ecossistema empreendedor de empresas de alta tecnologia em fase inicial (*startups*) (LEMOS, 2013). O empreendedorismo e a inovação compõem a quarta missão

da universidade, além do ensino, da pesquisa e extensão. À universidade também cabe inovar e esta pode fazê-lo porque nela transita um contingente de estudantes que se renova periodicamente e amplia a sua base de conhecimento pré-existente:

*“Although they are sometimes considered a necessary distraction, the turnover of students insures the primacy of the university as a source of innovation.”* (ETZKOWITZ; LEYDERSDORF, 2000, p. 118)

A interdependência desses atores, seja pelas transformações institucionais, pelas relações de concorrência e cooperação ou pela co-evolução dos atores é o cerne dos chamados **Sistemas de Inovação**:

*“Essa articulação entre organização e instituições permitindo a geração e circulação de conhecimento científico e tecnológico que origina novos produtos e processos pode ser encarada como um sistema de inovação.”* (FURTADO; URIAS, 2013, p.42)

Nesses sistemas, a inovação é o elemento-chave que engendra os desenvolvimentos tecnológico e econômico, provocando destruição e reconstrução das bases produtivas. Os elementos centrais do desenvolvimento tecnológico são a convergência tecnológica, as complementaridades tecnológicas, as externalidades, os impactos cumulativos das melhorias incrementais e as relações intersetoriais (ROSENBERG, 1963; FURTADO; URIAS, 2013).

A convergência tecnológica representa o agrupamento de inovações em torno de uma base tecnológica comum permitindo a especialização produtiva, ao passo que as complementaridades são as inter-relações entre as tecnologias e suas múltiplas aplicações na economia, as quais podem ser usadas em vários setores, graças às externalidades causadas pelas próprias tecnologias. O impacto cumulativo das invenções é resultado de um processo histórico de aprendizado e ocorre de forma dinâmica todas as vezes que um grupo de invenções é utilizado para novos desenvolvimentos tecnológicos. Tal impacto cumulativo cria capacidades tecnológicas<sup>7</sup>, amplia a base produtiva e fortalece as relações intersetoriais.

A discussão teórica sobre Sistemas de Inovação possui recorte por local ou setor, servindo tal recorte como base analítica para explicar de modo comparado a dinâmica competitiva entre as

---

<sup>7</sup> As capacidades tecnológicas ou competências tecnológicas são recursos acumulados por aprendizagem (experiência, conhecimento e qualificações) que podem ser resumidos em habilidades necessárias à inovação (MARQUES; OLIVEIRA, 2009; CONSONI, 2012).

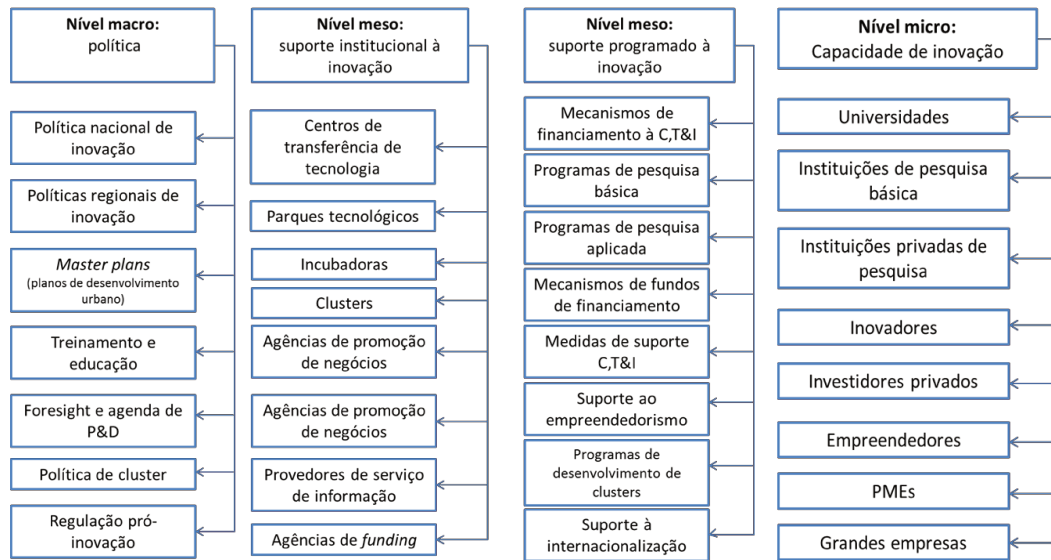
firmas e suas interações dentro e fora do mercado, bem como para orientar a formulação de políticas públicas de C,T&I (SALLES-FILHO et al., 2007).

O recorte de local refere-se aos sistemas locais e nacionais de inovação, que podem ser multissetoriais e se limitarem ou não a um país ou região. Os sistemas locais também são chamados arranjos produtivos locais e levam em conta trajetórias de inovação e vantagens competitivas construídas historicamente em determinada região, a exemplo dos distritos industriais da Terceira Itália (GARCEZ, 2000).

Por sua vez, os sistemas nacionais de inovação correspondem às bases técnico-científicas e de desenvolvimento econômico dos países, constituídas a partir das atividades inovativas e imitativas das firmas, sendo essas motivadas pelo processo de aprendizado entre produtor e usuário (*learning-by-interacting*) (LUNDVALL, 1988; LUNDVALL et. al, 2011). O uso da abordagem dos sistemas nacionais torna-se principalmente interessante em países em desenvolvimento porque pressupõe a existência do encadeamento de fatores histórico-culturais na construção das diferentes trajetórias de desenvolvimento técnico-econômico, além de ressaltar a importância da realidade local e proximidade geográfica entre as instituições nesse processo. No Brasil, os sistemas nacionais de inovação do agronegócio e do petróleo foram construídos a partir de necessidades locais, quais foram, o estudo das idiosincrasias do cerrado brasileiro e a premência da exploração de petróleo em águas profundas, respectivamente (TIGRE, 2009).

Para Seidl et al. (2013), os sistemas nacionais de inovação possuem três níveis hierárquicos (macro, meso e micro), sendo que cada um desses é influenciado por um conjunto de determinantes, conforme demonstra a Figura 1.2. No nível macro, reside a formulação de políticas públicas de apoio à C,T&I no país, enquanto que no nível meso estão as instituições responsáveis por tornar tais políticas realidade (agências de fomento e de promoção de negócios e incubadoras, dentre outras) e os mecanismos de apoio à C,T&I. No nível micro, podem ser encontrados os atores responsáveis pela inovação, como inventores, empreendedores, empresas, instituições de pesquisa e universidades.

Figura 1.2 - Os determinantes de um Sistema Nacional de Inovação

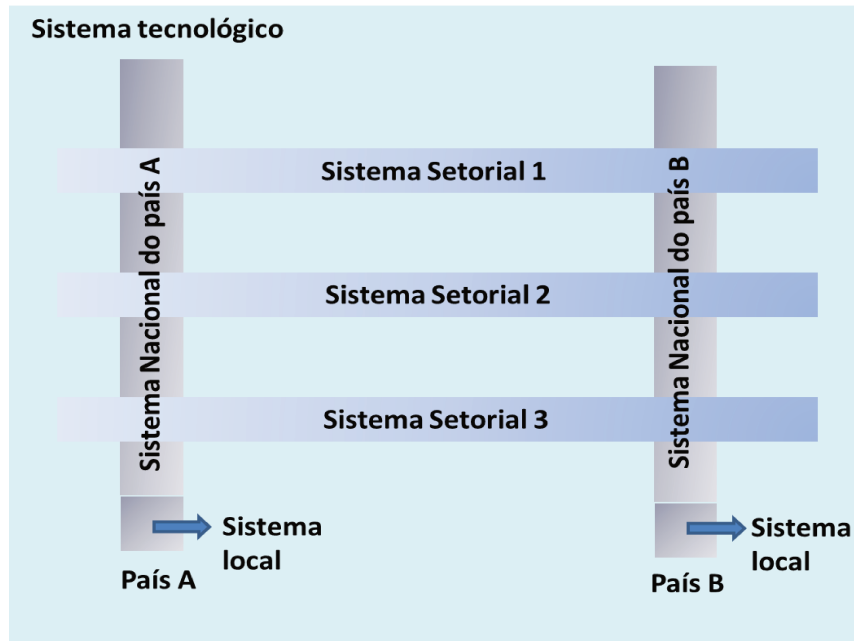


Fonte: Seidl et al. (2013).

A Figura 1.3 exibe os diferentes escopos das abordagens dos sistemas de inovação. Enquanto os sistemas locais e nacionais estão restritos à territorialidade, os sistemas setoriais são transfronteiriços e ocupam-se em mapear as relações mercadológicas e não-mercadológicas entre as instituições. Embora o enfoque dessa abordagem sejam *links* e complementaridades independentemente de fronteiras, **no estudo de SSI cabe lançar mão do artifício de recortes geográficos para se definirem claramente os limites do estudo.**

O sistema tecnológico é equivalente ao conceito de paradigma técnico-econômico (FREEMAN; PEREZ, 1988), sob o qual repousam as capacidades tecnológicas e base produtiva da economia.

Figura 1.3 - Escopos dos diferentes tipos de sistemas de inovação



Fonte: elaboração própria.

### 1.1. Escopo de estudo dos Sistemas Setoriais de Inovação e seus condicionantes

O *framework* dos SSIs abarca a análise da natureza, estrutura, organização e dinâmica da inovação e da produção nos setores (MALERBA; MANI, 2009). A preocupação do recorte do Sistema Setorial de Inovação transcende localidades ou países, pois consiste em entender a competitividade setorial a partir dos seguintes vetores: empresas e outros atores, redes, demanda, instituições, conhecimento e processos de interação, seleção e co-evolução (MALERBA, 2003; MALERBA; MANI, 2009). A fronteira dos SSIs não é territorial, mas reside na demanda, base produtiva, *links* entre as instituições e complementaridades. Todavia, conforme supracitado, a proposição de limites geográficos ajuda na adequada caracterização do objeto estudado.

A abordagem dos SSIs abriga as instituições de diferentes naturezas, como as empresas, universidades e os governos, colocando as primeiras como *drivers* da produção e inovação. Nesse sentido, as instituições do clássico tripé “empresa-governo-universidade” assumem múltiplos papéis que conferem a motricidade ao SSI, atuando como inventores, competidores, parceiros estratégicos, agências de fomento a financiamento e negócios, agências públicas reguladoras, usuários de tecnologia, dentre outros.

Os SSIs também são construídos através das relações mercadológicas e não mercadológicas, isto é, trocas, competição, cooperação e comercialização (MALERBA; MANI, 2009) e co-evoluem com a gestão da inovação. Tais relações materializam-se, por exemplo, em transferência de tecnologia e conhecimento científico, alianças estratégicas entre as empresas e estabelecimento de redes de pesquisa. A transferência de conhecimento científico e de tecnologia pode acontecer pelos mecanismos de *workshops*, licenciamentos tecnológicos, pesquisa colaborativa, consultorias (DALZIEL, 1994; AMADEI; TORKOMIAN, 2007), além de publicações científicas entre os atores do SSI.

Além de se referir a dinâmicas setoriais específicas, a abordagem de Sistemas Setoriais de Inovação também enfatiza o papel desempenhado pelas instituições em cada setor (MALERBA, 2003) na formulação de regras (FURTADO, 2002) e políticas públicas de estímulo à inovação. A ação de determinados tipos de instituições favorece o desenvolvimento de sistemas de inovação em alguns setores muito mais do que em outros. Essas instituições têm por função precípua a criação de leis, políticas, procedimentos e normas para viabilizarem a interação entre os atores e as redes.

Embora o objetivo desta tese seja analisar a dinâmica e a constituição dos SSIs de energia e mineração no Brasil, cabe fazer referência a dois estudos já realizados para outros sistemas setoriais de diferentes intensidades tecnológicas, a título de pinçar os seus condicionantes críticos. O primeiro refere-se à indústria aeronáutica brasileira, escolhida devido à sua alta intensidade tecnológica e ao seu grau de inovação (MARQUES; OLIVEIRA, 2009). O segundo estudo apresenta fatores críticos de sucesso do SSI da produção de salmões chilenos (LIZUKA, 2009), tendo sido selecionado por fazer parte do grupo de *commodities*.

Marques e Oliveira (2009), ao avaliarem a indústria aeronáutica brasileira, destacam como condicionantes de sucesso desse SSI: a) escolha da trajetória tecnológica e mudança técnica; b) processos de criação de capacidades tecnológicas; c) *design* de produtos e; d) definição de estratégia tecnológica, com foco na busca de oportunidades de mercado para aviões comerciais e; e) estratégia competitiva baseada em custos através do estabelecimento de contratos de risco e padrões de qualidade *just-in-time* com a rede de fornecedores.

O desenvolvimento desta indústria iniciou-se com a criação do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e do Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) entre as décadas de 40 e 50, com o objetivo de criar competências essenciais e capacidades tecnológicas, em parceria com

engenheiros alemães vinculados ao ITA e com o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Este movimento de construção de capacidades tecnológicas foi todo o tempo impulsionado pelo *funding* do Ministério da Aeronáutica, desdobrando-se, no ano de 1969, na fundação da Embraer. Entre 1969 e 2002, o então Ministério da Defesa tornou-se grande comprador dos aviões da Embraer, além de conceder-lhes incentivos fiscais e estimular a nacionalização de peças. Com a política de nacionalização e a transferência de tecnologia do CTA, foram fundadas empresas *startups* nacionais, embora a maior parte dos componentes dos aviões da Embraer ainda fosse importada. Com a privatização da Embraer na década de 90, jatos comerciais passaram a ser produzidos por meio de competências essenciais desenvolvidas em aviônica, propulsão e aerodinâmica. No século XXI, a estratégia da Embraer consiste em aprofundar sua internacionalização através de plantas produtivas instaladas na China e nos EUA.

Sistematizando, a constituição desse SSI ressalta o papel ativo das instituições públicas e das suas políticas de desenvolvimento, em prol da construção de capacidades tecnológicas e competências essenciais, expressas através de financiamento e estímulo à nacionalização. O gerenciamento de contratos de fornecedores com base no compartilhamento de risco e em quesitos de qualidade *just-in-time* representa também uma forma de gerir a inovação para buscar liderança em custos face à concorrência internacional.

No tocante ao SSI de salmão chileno, Lizuka (2009) defende que a produção de *commodities* pode se tornar inovadora se houver desenvolvimento de “capacidades coletivas”, isto é, a combinação dos conhecimentos disponíveis dos atores setoriais para fazerem frente à concorrência global, a qual pode se expressar através da concepção de novos padrões de qualidade, da criação de redes de pesquisa, instituições de fomento e associações. Segundo essa autora, as empresas que produzem *commodities* realizam poucas inovações radicais, portanto é fundamental a combinação do conhecimento disponível de maneira estratégica para gerar inovações tecnológicas incrementais. Através da criação de um SSI para a produção de salmão na década de 80, o Chile tornou-se um país exportador a partir do início deste século. Segundo Lizuka (2009), este SSI fortaleceu-se mediante os seguintes condicionantes: a) a concentração de produtores, cuja condição concorrencial abriu margem para a inovação no setor; b) definição de estratégia de diferenciação das empresas, expressa no aumento do valor agregado do produto; c) aumento do número de fornecedores na cadeia produtiva e; d) fortalecimento das “capacidades coletivas” entre os *players*, pois esses passaram a obedecer a padrões de qualidade.

A redução do número de produtores de salmão deu-se a partir da década de 90, quando o mercado chileno foi exposto à competição global. Nesse período, os produtores de salmão começaram a oferecer para o mercado exportador diversas variedades deste produto, como salmão em lata, defumado e na forma de filé congelado. A concentração do número de produtores e o aumento nas variedades de salmão (estratégia de diferenciação) foram responsáveis pela elevação do número de fornecedores de máquinas, embalagens e de biotecnologias. As capacidades coletivas foram criadas na medida em que os próprios produtores estabeleceram uma associação (*Salmon Chile*) que os ajudou na adesão aos padrões internacionais de qualidade (ISO 9000, ISO 14000 e ISO 14001) para estes fazerem frente às exigências do mercado global. Em 1987, a associação criou o selo de qualidade e um código de boas práticas para os produtores. O selo de qualidade – de caráter local – e o código de boas práticas foram substituídos na década passada por um padrão internacional de análise de risco (*Hazard Analysis and Critical Control Point*, HACCP) e por um sistema de gerenciamento integrado de práticas de qualidade (*Sistema Integrado de Gestión*, SIG).

Fundamentando-se nos casos supramencionados, a abordagem dos SSIs oferece flexibilidade e abrangência, envolvendo como fatores críticos de sucesso a criação de capacidades tecnológicas e coletivas, a presença de competição nos mercados, as estratégias organizacionais, a gestão da inovação e o papel ativo e coordenador de instituições públicas e privadas em prol da inovação (institucionalidade). Ainda, pode ser usada em sistemas de intensidades tecnológicas distintas. Note-se que, para serem bem sucedidos, ambos os setores alcançaram inserção no comércio internacional e articulação entre instituições públicas e privadas, materializados por meio de políticas favoráveis à inovação e disseminação de padrões de qualidade.



## 1.2. Proposta de caracterização dos Sistemas Setoriais de Inovação

Primeiramente, a fim de analisar a dinâmica constitutiva dos SSIs, a tese propõe a mesma abordagem metodológica de Salles-Filho et al.(2012), que agrega de **modo organizado** os seus condicionantes, usando para isto três eixos de caracterização e um marco analítico integrador:

- Eixo 1: caracterização do sistema produtivo e do sistema de CT&I;
- Eixo 2: caraterização dos atores e seus papéis;
- Eixo 3: caracterização da institucionalidade do sistema e;
- MAI: marco analítico integrador, união dos Eixos 1, 2 e 3.

Aplicando-se os Eixos aos casos de energia e mineração em tela, no capítulo 2, o **Eixo 1** faz uma contextualização da dinâmica produtiva e de C,T&I nos setores de energia e mineração no Brasil, bem como nos três países selecionados: Canadá, Alemanha e Austrália.

A descrição da dinâmica setorial de C,T&I presente no **Eixo 1** abarca as análises das cadeias produtivas, das motivações para inovar e dos indicadores de esforço inovador e desempenho setorial.

A análise das cadeias produtivas, seus processos e subprocessos críticos é relevante para a compreensão sobre “onde” e “como” acontece a inovação tecnológica. As empresas de energia e mineração, a despeito de serem produtoras de *commodities* (ou recursos naturais), apresentam complexidade tecnológica. Em outras palavras, essas empresas demandam um conjunto de sistemas, materiais e equipamentos que precisam operar com alto desempenho, respeitando os requisitos de eficiência, segurança e os princípios de sustentabilidade ambiental ao longo de suas cadeias produtivas. A compreensão dos processos das cadeias produtivas nesses setores e de seus subprocessos críticos significa apontar “como” e “onde” a inovação tecnológica acontece.

Tais setores investem em P&D para buscarem principalmente inovações de processos (BARTOS, 2007), apesar de a intensidade deste investimento – percentual da receita líquida em relação ao total aplicado em P&D – não ser tão representativa como em outros segmentos (software, hardware de TI, saúde, eletroeletrônica, dentre outros). A Tabela 1.1 apresenta a intensidade dos investimentos em P&D para 18 diferentes setores, com base nas informações das 1.500 maiores empresas do mundo (EUROPEAN COMISSION, 2012). Cumpre ressaltar que os setores de

mineração e energia não incluem a indústria de bens de capital, somente empresas que processam e comercializam os recursos energéticos e minerais.

Tabela 1.1 - Intensidade de P&D por setor selecionado

Setor	Intensidade de P&D
Software e serviços computacionais	15,5%
TI (hardware)	14,0%
Saúde e equipamentos	10,1%
Eletroeletrônica	7,5%
Energias alternativas (equipamentos e sistemas)	5,7%
Aeroespacial e defesa	5,1%
Química	5,1%
Automobilística e autopeças	4,7%
Telecom (serviços de telefonia fixa)	4,1%
Alimentos	2,6%
Mineração	<b>2,3%</b>
Bancos	2,1%
Construção civil	2,1%
Bebidas	1,2%
Produção de óleo e gás	1,2%
Energia elétrica	<b>0,8%</b>
Água, gás e <i>multiutilities</i>	0,8%
Telecom (serviços de telefonia móvel)	0,7%

Fonte: elaboração própria. Dados extraídos do *European Scoreboard* (EUROPEAN COMMISSION, 2012).

Ainda no contexto do Eixo 1, detalham-se também as motivações para inovar dos setores de energia e mineração, a partir de dimensões econômicas, socioambientais e regulatório-institucionais, analisando o “porquê” de tais inovações. A Figura 1.4 sintetiza um modelo conceitual da dinâmica de inovação tecnológica nos setores de energia e mineração, pautado na identificação de como, onde e por que as empresas inovam.

Figura 1.4 - Elementos da dinâmica da inovação tecnológica nas empresas de energia e



Fonte: elaboração própria.

Baseando-se na recomendação da metodologia desenvolvida por Salles-Filho et al. (2012) para o agronegócio, esse Eixo também exibe oito indicadores de esforço e desempenho setorial, os quais nada mais são do que alguns dos critérios de comparação entre os SSIs do Brasil e demais países selecionados (Canadá, Alemanha e Austrália). Note-se que esses indicadores são condição necessária para comparação dos SSIs e caracterização de suas densidades, porém não são suficientes. A análise dos indicadores setoriais é somada às avaliações dos Eixos 2 (ver capítulo 3) e 3 (ver capítulo 4) e posteriormente complementada com os indicadores organizacionais (ver capítulo 5)<sup>8</sup>. Esses indicadores foram escolhidos por causa de sua pertinência na mensuração de esforço e desempenho bem como da disponibilidade de dados para todos os países nos mesmos períodos.

Para o setor elétrico, o primeiro indicador corresponde ao total de depósitos de patentes em energias alternativas pelo regime PCT no Brasil, Canadá, Alemanha e Austrália entre 2005 e 2011. Neste caso, buscou-se tal indicador na base estatística da OECD (2014), e em sua formulação levaram-se em conta depósitos efetuados para as energias eólica, solar-térmica, fotovoltaica, geotérmica, hidrelétrica e proveniente de marés. Justifica-se a escolha das energias alternativas uma vez que a matriz energética brasileira é mormente composta pela

---

<sup>8</sup> Os indicadores organizacionais, construídos para as empresas dos estudos de caso, servem para reforçar a co-evolução entre os SSIs (macroambiente) e as estruturas de gestão da inovação (microambiente).

hidroeletricidade. Se tivesse sido feita a opção de levantar a produção de patentes em energias não-renováveis, os resultados poderiam ser mais desfavoráveis para o Brasil.

O segundo indicador refere-se à evolução dos investimentos em P&D&I do setor elétrico do Brasil, Canadá, da Alemanha e Austrália. O terceiro compreende a evolução do percentual de perdas de energia no sistema elétrico, as quais encerram as perdas técnicas e comerciais. Essa métrica, embora não tenha relação direta com as atividades de P&D&I, vincula-se ao desempenho operacional do sistema de energia, devendo ser impactada pela inovação tecnológica, ou seja, os investimentos em P&D deveriam refletir na redução de perdas.

Em paralelo, no setor de mineração aplica-se como primeiro indicador, que mensura o esforço inovador, o total da produção patentária para os domínios tecnológicos “terra e escavação em rochas” (*earth and rock drilling*), “mineração e pedreira” (*mining and quarrying*) e “elevadores, túneis, câmaras subterrâneas largas” (*shafts, tunnels and large underground chambers*), pertencentes à Classificação Internacional de Patente (*International Patent Classification, IPC*), entre 2005 e 2011, para os mesmos países. O segundo indicador mede também o esforço através da evolução dos investimentos de P&D&I em mineração para 2005, 2008 e 2011, anos em houve publicações da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) no Brasil. Não obstante, os indicadores de desempenho selecionados que ajudam a medir a densidade do SSI de mineração são o comércio internacional de minérios (exportações) (terceiro indicador) e o valor adicionado da indústria mineral (quarto indicador) (Quadro 1.2).

Quadro 1.2 - Indicadores setoriais de esforço inovador e desempenho do Eixo 1

Dimensão	Indicadores	Descrição	Justificativa	SSI energia	SSI mineração
Esforço inovador	Investimentos em P&D&I no setor de energia elétrica	Investimentos totais realizados entre 2005 e 2011 em P&D&I pelo setor de energia elétrica em milhões de dólares de 2012.	Este indicador demonstra o aumento ou a diminuição do esforço de inovação tecnológica do setor elétrico de maneira comparada.	X	
	Investimentos em P&D&I no setor de mineração	Investimentos realizados entre 2005 e 2011 em P&D&I pelas empresas do setor de mineração em milhões de dólares.	Este indicador demonstra o aumento ou a diminuição do esforço de inovação tecnológica do setor mineral (empresas) de maneira comparada.		X
	Depósitos acumulados de patentes via PCT em energias alternativas	Volume total de depósitos realizados via PCT entre 2005 e 2011 para as energias eólica, solar-térmica, fotovoltaica, geotérmica, hidrelétrica e energia proveniente de marés.	Este indicador compara o total da produção tecnológica com alto potencial de inovação, revelando também esforço dos países em P&D&I para o domínio tecnológico das energias alternativas.	X	
	Depósitos acumulados de patentes via PCT em domínios tecnológicos da mineração	Volume total de depósitos realizados via PCT entre 2005 e 2011 para equipamentos e processos de “terra e escavação em rochas” ( <i>earth and rock drilling</i> ), “mineração e pedreira” ( <i>mining and quarrying</i> ) e “elevadores, túneis, câmaras subterrâneas largas” ( <i>shafts, tunnels and large underground chambers</i> ).	Este indicador compara o total da produção tecnológica com alto potencial de inovação, revelando também esforço dos países em P&D&I para o domínio tecnológico da mineração.		X
Desempenho	Evolução das perdas no sistema elétrico	Perdas totais dos sistemas elétricos em pontos percentuais entre 2000 e 2011.	As perdas de energia refletem diretamente a eficiência operacional do sistema elétrico, podendo também ser impactadas (ou não) pelo esforço inovador.	X	
	Valor adicionado de mineração	Contribuição trazida pela indústria de mineração (exclusive fabricantes) para o PIB em 2006.	O valor adicionado representa o quanto a mineração contribui de fato para o crescimento econômico (PIB) dos países, revelando sua		X

Dimensão	Indicadores	Descrição	Justificativa	SSI energia	SSI mineração
			importância estratégica.		
	Evolução das exportações de minérios	Total de exportações de minérios entre 2005 e 2011.	O desempenho exportador mostra a inserção dos países no comércio internacional, sendo um indicativo do “sucesso” do respectivo SSI (ver item 1.1).		X

Fonte: elaboração própria.

No capítulo 3, no **Eixo 2** são identificados e analisados os grupos de atores, os atores propriamente ditos e seus papéis nos SSIs para os quatro países. Propõem-se, a título sistemático, grupos de atores que integram os Sistemas Setoriais de Inovação de energia e mineração. Para o setor de energia, os grupos de atores são os provedores de energia; fornecedores; agentes financeiros; organismos governamentais; consumidores; agentes de P&D&I e as associações. Com relação à mineração, são esses os fornecedores de bens minerais; fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados; os agentes financeiros; organismos governamentais; consumidores; agentes de P&D&I e; as associações. A descrição do Eixo 2 está focada nos atores que atuam em seus respectivos SSIs. Em alguns casos, recorre-se a alusões históricas, a fim de aprofundar a compreensão sobre a dinâmica de operação de determinados grupos de atores. Enfatizou-se a origem histórica e o *market-share* das seis empresas escolhidas para o estudo de caso, para que se conheça sua parcela de importância nos SSIs de energia e mineração brasileiros.

Os grupos de atores são sugeridos em função dos estudos realizados nos quatro países via pesquisa bibliográfica, bem como as entrevistas conduzidas com os especialistas das seis empresas de energia e mineração brasileiras (Anexo 2). Complementou-se a visão adquirida com três visitas técnicas, sendo que uma foi realizada no Estado da Westfália (Kreis Steinfurt), na Alemanha, no ano de 2011. As outras duas foram feitas ao Instituto Fraunhofer de Magdeburg, na Alemanha em janeiro e março de 2014. Com tais visitas, foi possível à autora da tese perceber o grau protagonismo desses atores no SSI de energia da Alemanha. Com a visita na Westfália foi possível conhecer o papel relevante da administração pública na produção própria de energia. As visitas ao Instituto Fraunhofer objetivaram conhecer a sua interação com as empresas e a universidade, bem como os projetos voltados para educação de eletricitistas e eletropostos de abastecimento de veículos elétricos.

De posse dos grupos de atores, foi feita uma análise descritiva de suas inter-relações e sua importância nos SSI. Com base nessa descrição, para cada país classificou-se numericamente o protagonismo dos atores através de um modelo de caracterização (Figura 1.5).

Figura 1.5 - Modelo geral de caracterização de atores (Eixo 2)

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país	Papel do ator na indução da inovação
Grupo 1	Ator 1	Descrição do ator no SSI	0 a 2	0 a 2
Grupo 2	Ator 2	Descrição do ator no SSI	0 a 2	0 a 2
	Ator 3	Descrição do ator no SSI	0 a 2	0 a 2
	Ator 4	Descrição do ator no SSI	0 a 2	0 a 2
...	...	...	...	...

Fonte: elaboração própria, a partir de Salles-Filho et al. (2012).

Nesse modelo, a descrição dos atores está ligada à sua **presença** no país e ao seu **protagonismo** na indução da inovação. A situação do ator no país representa seu “envolvimento” com o desenvolvimento técnico-econômico local, traduzido em escalas semânticas com significados distintos, dependendo dos grupos de atores. Assim, para provedores e fornecedores de energia e mineração, vale a seguinte escala:

- Zero ponto (0): não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros;
- Um ponto (1): está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país;
- Dois pontos (2): está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D.

Em paralelo, para provedores de serviços financeiros, destaca-se:

- Zero ponto (0): está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto, ineficazes à base produtiva do sistema;
- Um ponto (1): está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes;
- Dois pontos (2): está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes.

Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações vige a seguinte escala:

- Zero ponto (0): está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação;
- Um ponto (1): está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade;
- Dois pontos (2): está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

Com relação ao papel do ator na indução da inovação nos SSIs (última coluna do modelo da Figura 1.6), as escalas numéricas refletem seus graus de protagonismo propriamente ditos:

- Zero ponto (0): irrelevante;
- Um ponto (1): medianamente relevante;
- Dois pontos (2): muito relevante.

Note-se que o método de atribuição de pontos é tanto condicionado por um julgamento comparativo em razão da realidade estudada no Brasil, quanto pela ênfase dada aos atores dos SSIs na bibliografia especializada usada. Em alguns casos, não se encontrou qualquer alusão à atuação de atores de determinados grupos. Nessa situação, foi atribuído “não disponível” (N.d) para a situação do ator no país, ainda que na teoria o referido ator seja um importante indutor do fenômeno da inovação. Quando as informações obtidas com as pesquisas negaram o protagonismo de determinado ator atribuiu-se 0 ponto.

Após essa classificação, na sequência analisou-se a **articulação** (influência e a dependência) entre esses grupos de atores através da confecção de uma matriz quadrada (Anexo 1), em que as linhas espelham a influência dos grupos de atores nos demais e, as colunas, as suas respectivas dependências. Pontua-se com 0 ou 1 se houver ou não relação de influência e dependência entre os grupos (Figura 1.6).



Figura 1.6 - Modelo geral da matriz de influência e dependência (Eixo 2)

	Grupo de atores 1	Grupo de atores 2	Grupo de atores 3	Soma influência
Grupo de atores 1		0 ou 1	0 ou 1	$\Sigma$
Grupo de atores 2	0 ou 1		0 ou 1	$\Sigma$
Grupo de atores 3	0 ou 1			$\Sigma$
Soma dependência	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	

Fonte: elaboração própria, a partir de Salles-Filho et al. (2012).

As relações de influência e dependência foram medidas através da busca por projetos de P&D&I e de natureza socioinstitucional, fluxos comerciais (pauta exportadora e corrente de comércio), parcerias estratégicas, intenções de investimento, programas de financiamento e das descrições das missões institucionais. Parte-se do pressuposto que tais relações expressam demanda, base produtiva, *links* entre as instituições e complementaridades, elementos balizadores dos SSIs e potenciais indutores da inovação tecnológica.

Essas informações foram obtidas a partir dos relatórios de sustentabilidade, notícias de imprensa, artigos, balanços, anuários, além das próprias visitas técnicas realizadas e das entrevistas. Com base nesse conjunto variado, a autora da tese atribuiu pontos nas análises.

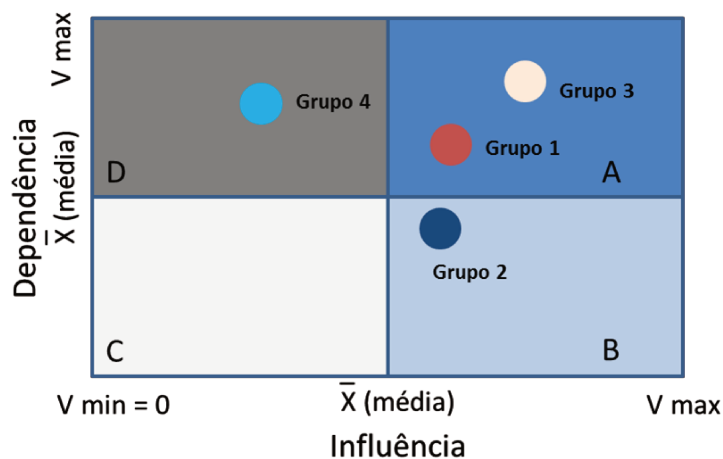
A título de exemplificar tais relações, algumas associações têm por missão a interlocução entre as empresas associadas e os organismos de governo na condução de políticas públicas. Assim, nota-se certa influência das primeiras sobre os segundos.

Considerando que no setor elétrico o total de atores ( $n$ ) é 25, os valores máximos de influência e dependência potencialmente alcançados de cada ator são 24 ( $n-1$ ), enquanto os valores mínimos são zero. Para a mineração, os atores ( $n$ ) somam 20, portanto os valores máximos vinculados à influência e à dependência são 19 ( $n-1$ ) e os valores mínimos, zero. O resultado final da matriz de influência e dependência corresponde ao posicionamento dos grupos de atores em *charts* de quatro quadrantes (Figura 1.7). A posição desses grupos nos quadrantes é obtida pela média das pontuações adquiridas pelos seus atores. Os valores dos eixos divisores dos quadrantes são obtidos da seguinte forma:

- Os valores máximos dos eixos x (influência) e y (dependência) correspondem à pontuação máxima que pode ser adquirida de cada ator;
- O valor mínimo é sempre zero, pois pode ser que o ator não influencie, tampouco dependa de outros nos SSIs;
- Os “cortes centrais” representam a média da pontuação obtida entre os valores mínimos e máximos dos grupos de atores.

Os grupos situados na área **A** do quadrante detêm alta influência sobre os demais, como também são influenciados. A área **B** abriga atores com alta influência e baixa dependência. Em **C**, os atores pouco influenciam e são pouco dependentes e, em **D**, são altamente dependentes e influenciam pouco os demais.

Figura 1.7 - Modelo geral do *chart* da matriz de influência e dependência



Fonte: modificado de Salles-Filho et al. (2012).

O **Eixo 3**, explicitado no capítulo 4, ressalta as políticas e os diplomas legais (leis, decretos, normas e resoluções) que moldam o processo de inovação no Brasil e nos demais países selecionados. Destaque-se que para o Brasil é conferida maior atenção na caracterização histórica do que em outros países. Nesses, a preocupação é a de demonstrar os impactos dos marcos regulatórios na organização dos atores para a ocorrência do fenômeno da inovação tecnológica. Analogamente ao Eixo 2, sugere-se para o Eixo 3 um modelo de caracterização das políticas e marcos legais de C,T&I em cada país (Figura 1.8).

Figura 1.8 - Modelo geral da matriz de caracterização das políticas e marcos legais de C,T&I

Objetivos de políticas e marcos legais		Descrição dos objetivos	Existência de políticas e marcos legais específicos
Tipologia da política ou do marco legal	<b>Finalidade 1</b>	Descrição da política ou do marco legal	0 a 2
	<b>Finalidade 2</b>	Descrição da política ou do marco legal	0 a 2
	<b>Finalidade 3</b>	Descrição da política ou do marco legal	0 a 2
	<b>Finalidade 4</b>	Descrição da política ou do marco legal	0 a 2
...	...	...	...

Fonte: modificado de Salles-Filho et al. (2012).

A existência de políticas e marcos legais específicos está ligada às finalidades e descrições apresentadas com a seguinte escala:

- Zero ponto (0): políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita;
- Um ponto (1): políticas e marcos legais existem, mas não têm relevância prática para atender à finalidade descrita;
- Dois pontos (2): políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita.

Depois de apresentar e analisar os Eixos 1, 2, e 3 as conclusões do capítulo 4 propõem a caracterização da densidade para os SSIs dos quatro países, através do **marco analítico integrador**.

### 1.3. A co-evolução entre Sistemas Setoriais de Inovação e estruturas de gestão da inovação

Uma vez que a dinâmica dos SSIs é pautada na dinâmica produtiva e tecnológica, nas relações entre os seus atores e os marcos legais no nível macroambiental, há que se destacar como os SSIs

co-evoluem no microambiente (interno à empresa), isto é, influenciam e são influenciados pelas estruturas de gestão da inovação nas organizações (nível micro), mormente pelas estratégias organizacionais (competitivas, tecnológicas e de inovação), cultura, recursos e governança (ver capítulo 5).

As **estratégias organizacionais** são variáveis de transmissão entre as decisões inerentes à gestão e as ações praticadas no mercado, correspondendo, em outras palavras, às formas de as empresas atuarem em ambientes competitivos objetivando liderança e expansão de seus negócios. As estratégias podem alterar e serem alteradas pelas estruturas de mercado e estão compreendidas no universo da gestão empresarial.

As diferentes escolas procuram explicar o nascimento das estratégias organizacionais, advogando que estas podem ser geradas através das seguintes fontes: aprendizado organizacional; processos formais, coletivos e analíticos de planejamento; design de um conceito ou uma visão; negociações sucessivas entre as partes; transformação e; reação ao ambiente (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2010). GODET (1997) defende que as respostas ou opções estratégicas da organização podem ser resumidas em quatro, que são variações da pró-atividade e da reatividade, elucidadas metaforicamente: a empresa pode agir como “avestruz” passiva que se esconde e sofre a mudança; pode ser como um “bombeiro” que aguarda o fogo para tomar uma atitude; pode agir como um “segurado”, o qual se prepara para qualquer transformação ou; como um “conspirador” pró-ativo, provocador de mudanças.

Ao pensarem e agirem estrategicamente no jogo oferecido pelos mercados, as empresas podem influenciar na redução de seus custos, na diferenciação de produtos e serviços, na adoção ou no desenvolvimento tecnológico e na criação de novas demandas. Portanto, as estratégias podem ser de custos, diferenciação, nicho, tecnológicas e de inovação, sendo que as três primeiras fazem parte do conjunto maior das estratégias competitivas da escola de Porter e as duas últimas são tratadas pelos teóricos evolucionistas de gestão da inovação.

A formulação das vantagens competitivas de Porter (1980) estende a normativa schumpeteriana ao afirmar que os empresários não apenas inovam para obterem lucros extraordinários, mas também para galgarem vantagens competitivas de custo e diferenciação. A obtenção de vantagens competitivas no nível corporativo depende da implantação das respectivas estratégias competitivas nas cadeias de valor, consideradas também como as “estratégias genéricas de Porter”. As estratégias genéricas correspondem à liderança em custo, diferenciação e nicho

(enfoque). Essas últimas sofreram revisões e extensões conceituais ao longo das duas últimas décadas por vários autores (PRAHALAND; HAMEL, 1997; GHEMAWAT; RIVKIN, 2000; STONEHOUSE; SNOWDON, 2007).

Uma das revisões mais relevantes à escola de Porter refere-se ao fato de que é possível às empresas combinarem suas opções estratégicas, ou seja, uma empresa que busca liderança em custo pode também se diferenciar por meio de produtos, desde que estes possuam atributos superiores aos da concorrência (GHEMAWAT; RIVKIN, 2000). Por exemplo, empresas de *commodities* não conseguem modificar os produtos finais, por isso buscam vantagens competitivas de custo, mas também é possível implementarem estratégias de diferenciação a partir de ativos intangíveis (marcas, patentes e serviços) (SHARP, 1991 *apud* CARNEIRO; CAVALCANTI; SILVA, 1997).

As opções estratégicas das empresas estão diretamente ligadas ao ambiente competitivo em que elas atuam. Cumpre notar que o ecossistema competitivo não significa apenas a concorrência entre as empresas do mesmo setor, mas é constituído por outras forças (PORTER, 1979), como poder de barganha de consumidores e fornecedores, ameaças de novos entrantes e de produtos substitutos. Essas forças possuem maior intensidade e relevância dependendo do setor em análise e dos contextos socioeconômico, regulatório-institucional e ambiental.

A incorporação da tecnologia à estratégia corporativa ganhou destaque nas últimas décadas por acadêmicos e empresários (COIMBRA; MOURA; POLO, 2005; SANTOS; PINHO, 2012), sendo considerada força motriz para garantir sobrevivência e operação eficiente nas organizações. As estratégias tecnológicas caminham lado a lado com as estratégias competitivas e compreendem o conjunto de decisões que varia entre a aquisição de tecnologias e o desenvolvimento próprio por meio da P&D. A tipologia de Freeman (1982) desdobra as estratégias tecnológicas em seis tipos:

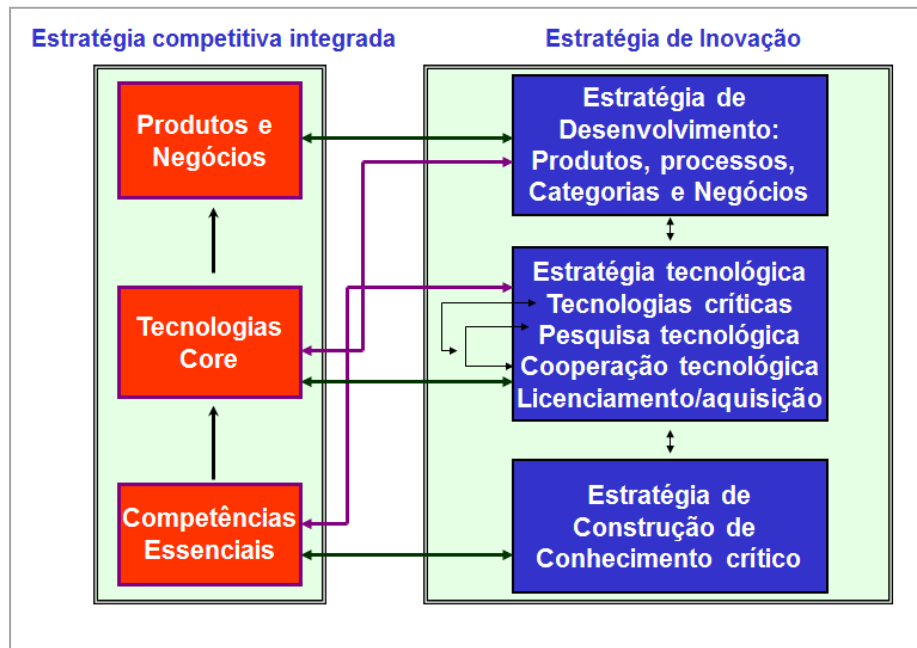
1. **Ofensiva:** empresa com estratégia tecnológica ofensiva sempre quer estar à frente dos competidores, procurando antecipar suas ações. Essa empresa investe fortemente em P&D (*research intensive*);
2. **Defensiva:** essa empresa não quer correr riscos de ser pioneira. É também considerada *research intensive*, mas não é a primeira a entrar no mercado;
3. **Imitativa:** empresa com estratégia imitativa prefere adquirir tecnologia e *know-how* de outras a desenvolver suas próprias tecnologias *core*;

4. **Oportunista:** essa empresa monitora o surgimento de novas oportunidades (normalmente oriundas de “lacunas tecnológicas”) para orientar novos desenvolvimentos;
5. **Tradicional:** empresa com estratégia tradicional pouco investe em tecnologia por não ver razão para mudar seus produtos e processos;
6. **Dependente:** essa empresa gravita em torno das necessidades de seus clientes.

Estratégias competitivas de custo e diferenciação possuem uma relação biunívoca e podem combinar-se matricialmente a qualquer uma das estratégias tecnológicas. Por exemplo, empresas podem comprar tecnologia (estratégia imitativa) para serem líderes em custo. Da mesma forma, se diferenciam em relação à concorrência adotando estratégias tecnológicas oportunistas. Todavia, empresas que pouco investem em tecnologia (estratégia tradicional) não conseguem traçar estratégias de liderança em custo, diferenciação tampouco de enfoque. A adoção de estratégias tecnológicas mais ofensivas, defensivas e oportunistas contribui para a criação de conhecimento novo através da intensificação das atividades de P&D&I nas empresas.

De acordo com Quadros (2005) as estratégias de inovação das empresas variam com seu posicionamento no mercado, caracterizando-se por diferentes níveis de evolução e pelo alinhamento com as chamadas “estratégias competitivas integradas”. As estratégias de inovação partem da construção de competências essenciais em inovação tecnológica, passando pelo desenvolvimento de tecnologias *core*, indo até a concepção de produtos e negócios (Figura 1.9).

Figura 1.9 - Articulação entre estratégia competitiva e estratégia de inovação



Fonte: Quadros (2005).

Neste modelo, a primeira camada mostra que as empresas podem optar pela construção de competências essenciais, as quais dependem de uma estratégia de inovação baseada no desenvolvimento de conhecimento crítico, alcançado mediante capacitação de funcionários e realização de pesquisa básica. As competências essenciais correspondem ao aprendizado organizacional no sentido de integrar habilidades de produção e múltiplas correntes de tecnologias (PRAHALAD; HAMEL, 1997). Na segunda camada do modelo, as tecnologias chamadas *core*, as quais compõem a base do desenvolvimento de novos produtos e serviços, podem ser adquiridas e construídas por intermédio de uma estratégia de inovação que privilegie a pesquisa intramuros ou cooperação tecnológica com fornecedores e ICTs. A terceira camada do modelo mostra uma estratégia de inovação “negocial”, em que as organizações prescindem de desenvolvimentos tecnológicos próprios bem como da construção de competências essenciais, optando pela compra de tecnologias prontas de fornecedores no mercado.

A **gestão da inovação** representa a alocação e a administração de modo “sistemático e roteirizado” (VILHA, 2009) dos recursos técnico-econômicos e competências no desenvolvimento de novos produtos, processos e tecnologias, através da condução ordenada de projetos de P&D&I. Ela depende da disponibilidade e da combinação de recursos (materiais e

humanos) que podem ou não se desdobrar na formação de redes de pesquisa com a presença de parceiros externos. A estrutura da gestão também é condicionada pela governança empresarial, estratégias organizacionais e cultura empresarial mais ou menos favorável à inovação.

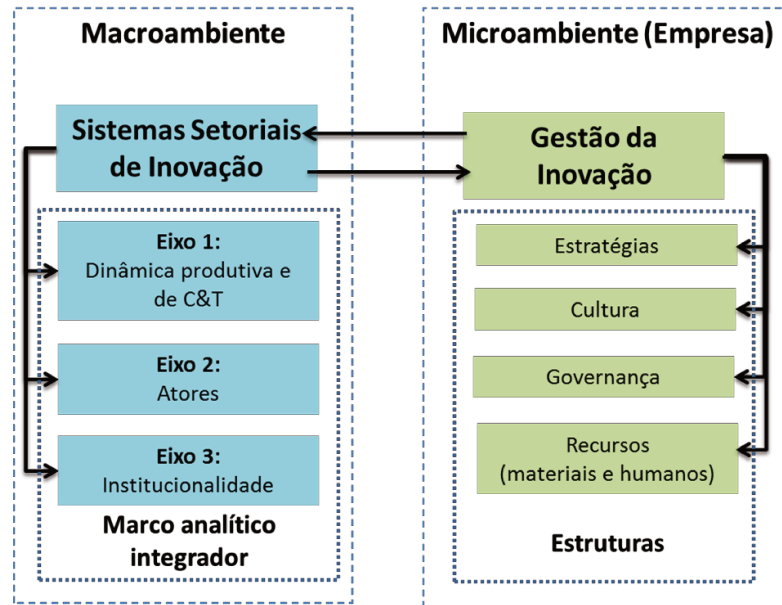
Ora, cada vez mais as organizações têm reconhecido a importância de mobilizar recursos humanos e materiais externos, através de parcerias tecnológicas estabelecidas com ICTs e fabricantes fornecedores, a fim de reduzirem *gaps* tecnológicos internos (AMADEI; TORKOMIAN, 2007; LEMA; QUADROS; SCHMITZ, 2012). Com isto, muitas empresas vêm optando por um modelo de inovação aberta, o qual traz como principais vantagens a redução de custos de desenvolvimento – possibilitada pelas parcerias externas – e a oportunidade de comercialização das tecnologias (CHESBROUGH, 2006). Na inovação aberta, existe a empresa principal (*industry shaper*) em torno da qual gravitam as outras instituições numa relação de interdependência (*non arm length transaction*), pautada pela criação e apropriação de valor (CHESBROUGH, 2006). Essa apropriação de valor significa ganhos para todos os atores envolvidos, como por exemplo, o aumento de produtividade para a empresa, o financiamento de bolsas de mestrado e doutorado para universidades, o aumento da produção técnico-científica e a construção de laboratórios para institutos de pesquisa. Com isso, ocorre a expansão do tamanho do ecossistema (LEMOS, 2011) e o efeito de transbordamento da inovação (*spillovers*) para outros setores e segmentos sociais que não estão diretamente envolvidos com as atividades de P&D&I (OECD, 2005).

As estratégias competitivas, tecnológicas e de inovação são influenciadas pelo contexto de macroambiente composto pelos aspectos regulatório-institucionais, socioeconômicos e ambientais, bem como pelos atores envolvidos (empresas, governo e ICTs). Elas também podem transformá-los, na medida em que têm a capacidade de influenciar os marcos regulatórios, as instituições e a concorrência. Analogamente, a mobilização de recursos, a cultura e governança organizacionais, administradas no bojo da gestão da inovação, influenciam as estratégias organizacionais e as decisões, ajudando tanto na identificação de oportunidades tecnológicas quanto na execução dos projetos de P&D e na difusão da inovação.

Como resultado, o valor apropriado pelos atores envolvidos e a base de conhecimento gerada fortalece os SSIs, resultando no modelo de co-evolução da Figura 1.10.



Figura 1.10 - Co-evolução entre SSIs e gestão da inovação



Fonte: elaboração própria.

#### 1.4. Considerações finais do capítulo

As instituições são sistemas sociais, não-ergódicos e complexos que interagem através de *links* mercadológicos e não-mercadológicos. A abordagem dos Sistemas Setoriais de Inovação leva em conta características produtivas, tecnológicas, inovativas, perfis e formas de atuação dos atores, políticas e marcos regulatórios.

Os SSIs são determinados pela criação de capacidades tecnológicas e coletivas, pelos atores, instituições, regras, competição, estratégias e gestão da inovação. Isto posto, essa tese elenca três eixos para caracterizar os SSIs de energia e mineração no Brasil e avaliar suas densidades de maneira sistemática, desdobrados na dinâmica produtiva e de C,T&I (Eixo 1), nos atores (Eixo 2) e na institucionalidade (Eixo 3), representados pelo marco analítico integrador. Usa-se como referencial comparativo três países desenvolvidos que têm destaque internacional nos setores de energia e mineração para posicionar os SSIs brasileiros e medir suas densidades.

Observe-se que os três Eixos ressaltam o macroambiente dos SSIs. Todavia, o microambiente constituído pelas empresas co-evolui com os SSIs brasileiros, isto é, influencia e é por elas influenciado. As variáveis de transmissão das ações empresariais são as estruturas de gestão da inovação, isto é os recursos, as estratégias, governança e cultura. A estratégia é transmitida

através das opções estratégicas, que tanto podem ser reativas, isto é, respostas da organização induzidas pelo macroambiente, quanto pró-ativas, no sentido de criar novos mercados e transformar as estruturas existentes. Além disto, o gerenciamento de recursos materiais e humanos internos e externos à empresa, as decisões ligadas à governança e aos aspectos da cultura organizacional criam a base de conhecimento novo disponível no macroambiente, construindo e fortalecendo os SSIs.

## Capítulo 2 - Eixo 1: Os Sistemas Produtivo e de C,T&I em Energia e Mineração

### Introdução

Conforme a proposta de caracterização dos SSIs de energia e mineração no nível macroambiental, este capítulo explicita a dinâmica produtiva e de C,T&I. Tal dinâmica traduz-se no detalhamento da cadeia produtiva e de seus subprocessos, na identificação de oportunidades tecnológicas presentes nesses subprocessos, na análise das motivações para os setores inovarem e na utilização de indicadores setoriais.

Embora a presente descrição das cadeias produtivas e de seus subprocessos tenha validade para qualquer país, confere-se ênfase para o caso do Brasil, na medida em que na maior parte da análise são usados exemplos brasileiros. As comparações internacionais que aqui se fazem com os três países já apresentados têm o sentido de posicionar o Brasil em relação a outros países, a fim de oferecerem uma ideia do ponto em que o Brasil se encontra. A identificação de oportunidades tecnológicas é uma decorrência da descrição dos subprocessos da cadeia produtiva e das motivações de cada setor para inovar, indicando que os SSIs de energia e mineração apresentam complexidade tecnológica.

O capítulo propõe uma avaliação comparativa de oito indicadores setoriais de esforço e desempenho para identificar o posicionamento dos SSIs brasileiros face aos SSIs da Austrália, Alemanha e do Canadá. Ressalte-se que a escolha desses indicadores é uma **combinação entre pertinência dos mesmos para compreensão do esforço inovador ou do desempenho do setor versus a disponibilidade de dados para todos os países em tela**. Retenha-se que os indicadores propostos são elementos necessários – mas não únicos – de caracterização da densidade dos SSIs. Nas considerações finais, complementa-se a pesquisa com o cálculo do déficit tecnológico brasileiro entre 2006 e 2012 para os dois setores estudados.

Através do Eixo 1, conclui-se que o esforço em C,T&I no setor de energia é “tímido” face aos demais países, assim como também o desempenho setorial brasileiro, medido através das perdas no sistema. No setor mineral, o desempenho do Brasil é um pouco melhor: o país tem o terceiro maior valor adicionado e ocupa a segunda posição nas exportações de minerais metálicos e não-metálicos. Complementarmente, nas considerações finais do capítulo, verifica-se entre 2006 e

2012 um aumento do déficit tecnológico nacional, demonstrando que não aconteceu a criação de um ecossistema de fornecedores nacionais de protagonismo (via efeito de transbordamento) para as indústrias “derivadas” dos setores de energia e mineração, quais sejam, as de equipamentos elétricos, mecânicos e transportes (ferrovias).

## 2.1. Energia

Apresentam-se as características técnico-operacionais do setor elétrico de uma maneira geral, isto é, elementos de como e onde ocorre a inovação tecnológica nos processos da cadeia produtiva, mas os exemplos e as motivações para inovar estão centrados no caso brasileiro. O setor eletroenergético é constituído a partir de monopólios naturais, baixo grau de competição e *players* com atuação local (FURTADO, 2010). O monopólio natural deve-se à escala e aos volumes de investimento exigidos para geração, transmissão e distribuição de energia. Ressalte-se que o sistema eletroenergético é interligado e o transporte de energia envolve longas distâncias com o mínimo de perdas na rede, justificativa para grande volume e escala de investimentos.

Em se tratando da cadeia produtiva, o **setor elétrico** é tradicionalmente constituído pelos processos de **geração, transmissão, distribuição e comercialização** (G-T-D-C). A partir do início deste século, o surgimento da microgeração veio para transformar a cadeia produtiva setorial e os seus processos, além de criar a figura dos “prossumidores” (*prossumers*), isto é, de consumidores capazes de gerar e “injetar” energia na rede.

Uma vez que o setor de energia é caracterizado por vultosos investimentos em usinas e equipamentos, as inovações tecnológicas tendem a ser de caráter incremental, pois os altos custos afundados (*sunk costs*) oferecem resistência à mudança nas trajetórias tecnológicas previamente escolhidas (*path dependence*). Pompermayer et al. (2011) afirmam que as inovações tecnológicas ligadas à geração de energia através de combustíveis fósseis têm caráter incremental.

Na geração hidrelétrica (G), a queda da água gera a energia mecânica; quando a água passa pelas turbinas geradoras, a energia mecânica é transformada em elétrica. No processo de geração termelétrica, a queima de combustíveis fósseis transforma a água em vapor por meio do aquecimento da caldeira. Este vapor é utilizado para girar a turbina e acionar o gerador elétrico. Alternativamente, pode-se prescindir dos combustíveis fósseis e substituí-los por

biocombustíveis, como o bagaço da cana-de-açúcar, para produzir o vapor nas usinas térmicas (BERNARDES, 2012).

Observam-se como subprocessos a manutenção e operação de equipamentos, a exemplo de turbinas, geradores, transformadores, capacitores, chaves, sistemas de medição, dentre outros (COMISSÃO TRIPARTITE PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005). O desenvolvimento da construção civil de grande porte através de concretos mais resistentes para as barragens também faz parte da agenda de inovação tecnológica das empresas geradoras de energia, especialmente no Brasil. Furnas, por exemplo, mantém um laboratório dedicado à pesquisa do concreto em Goiânia (FURNAS, 2011).

De modo geral, destaca-se na geração de energia a inserção da sustentabilidade socioambiental na construção e operação dessas usinas, reforçando a necessidade de redução da queima de combustíveis fósseis e dos impactos ambientais provocados nos biomas (AALBERS; SHESTALOVA; KOCKSIS, 2012).

Especificamente no Brasil, as inovações tecnológicas ocorrem no contexto da geração hidrelétrica, posto que três quartos da matriz energética devem-se à hidroeletricidade (POMPERMAYER et al., 2011). Deste modo, a queima de combustíveis fósseis não é tão relevante quanto em outros países. Antes, os impactos ambientais provocados pelo alagamento na construção de usinas hidrelétricas têm sido fonte de controvérsias de cunho ambiental, como no caso da usina de Belo Monte, e deu origem ao conceito inovador de usina-plataforma. Esta usina, desenvolvida pelas empresas geradoras do sistema Eletrobras, assemelha-se à plataforma de exploração de petróleo em alto mar. Ela é cercada de floresta por todos os lados e durante a construção há revezamento de turnos entre os trabalhadores, sem necessidade de canteiros de obras (ELETROBRAS, 2013).

Outra oportunidade de inovação tecnológica na geração hidrelétrica pode ocorrer mediante o monitoramento ambiental da vegetação próxima aos reservatórios, a qual tem desaparecido gradualmente em decorrência das mudanças climáticas. Esse monitoramento pode ser realizado através de sensores instalados *in loco* ou com auxílio de veículos não-tripulados que tiram fotos (ANEEL, 2011).

A transmissão de energia (T) acontece com o transporte desta do gerador para o transformador que eleva seus níveis de tensão, por exemplo, para 69, 88, 138, 230 e 440 Kv. Os cabos elétricos transportam-na em corrente alternada (60 Hz, no Brasil) ou contínua (através de estações

conversoras) até as subestações abaixadoras, permitindo que esta energia seja distribuída para os centros de consumo pelas redes de distribuição (11,9 Kv/ 13,8 Kv/23 Kv) (CPNSP, 2005).

Da transmissão fazem parte as subestações, torres, os transformadores de potência, isoladores, equipamentos de manobra (chaves seccionadores e disjuntores) e cabos condutores, tornando-se críticos os subprocessos de operação, proteção e manutenção desses equipamentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013).

Nas redes de distribuição (D), a operação, manutenção e proteção compreendem os equipamentos de distribuição (postes, capacitores, isoladores, cruzetas e cabos). Esses equipamentos levam a energia para as casas e indústrias em voltagens distintas, sendo que ela é aferida por medidores mecânicos, eletrônicos ou eletromecânicos.

As redes inteligentes (*smart grids*) nada mais são do que sistemas de operação em tempo real, permitindo a comunicação bidirecional entre clientes e empresas de energia com a utilização de medidores. Além disto, as redes inteligentes, através de tecnologias digitais, possibilitam o controle da demanda de energia em momentos de pico de carga e a conexão com veículos elétricos. As redes inteligentes envolvem geração, transmissão e distribuição e compreendem modelos de negócios mais flexíveis, pois: a) oferecem a possibilidade de os consumidores obterem tarifas diferenciadas dependendo do horário de consumo e; b) permitem a acomodação entre usinas e *sites* de geração distribuída no sistema elétrico (IEA, 2011).

A geração distribuída ou microgeração dá espaço para que cada unidade consumidora se torne também produtora de energia, criando *sites* dispersos de geração e os “prosumidores” supracitados. Esses *microsites* de energia não apenas podem produzir para consumir, mas também são elegíveis a venderem e injetarem energia na rede. Com a realidade da geração distribuída, as empresas de energia elétrica de todo o mundo enfrentam o desafio de pensarem em novos modelos de negócios para “acomodarem” os vários concorrentes em potencial em seus sistemas de distribuição. Desta forma, a geração distribuída ocasionará uma mudança estrutural no setor elétrico – o que também evidencia sua capacidade inovadora – pois esta transformará suas características consolidadas. Em outras palavras, o setor elétrico, caracterizado por larga escala e alto nível de investimentos (*sunk costs*), poderá tornar-se de menor escala e requerer menor nível de investimentos para os novos entrantes no sistema de distribuição.

A rigor, a comercialização de energia significa a venda de energia em varejo e atacado, sendo um processo transversal, que ocorre na geração, transmissão e distribuição ao consumidor final. Nela,

atuam bolsas de energia, onde são feitas compra e venda de eletricidade no curto e longo prazos. No Brasil, por exemplo, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) é o mediador de natureza privada que realiza leilões, compensação e liquidação financeira, tanto em ambientes de contratação livre quanto em ambientes regulados. O ambiente de livre contratação é pouco transparente, regido por relacionamentos entre as partes e transações não-seguras (sob o risco de não haver liquidação), sendo difícil a determinação de uma referência geral de preços (CCEE, 2012). Em ambientes regulados e organizados, os produtos pactuados em contrato são entregues periodicamente (diária, mensal, trimestral ou anualmente), considerando curto (mercado *spot*) e longo prazos (mercado de derivativos).

Do ponto de vista institucional, os investimentos em P&D&I nas empresas brasileiras de energia elétrica são primordialmente impulsionados pelo marco regulatório da ANEEL, o qual obriga cada empresa de energia elétrica a investir entre 0,2% (distribuidoras) e 0,4% (transmissoras e geradoras) de sua ROL em projetos de P&D, através da Lei 9.991/2000. O marco regulatório proposto pela ANEEL objetiva forçar as empresas de energia a desenvolverem novas tecnologias juntamente com fornecedores, empresas de base tecnológica e ICTs nacionais (ver capítulo 4). Historicamente, o setor de energia elétrica brasileiro se constitui um importador líquido de sistemas e equipamentos de fornecedores estrangeiros, indo no sentido contrário ao desenvolvimento de conhecimento novo para o país e da geração de capacidades tecnológicas internas (FURTADO, 2010).

Antes da Lei, as empresas de energia eram consideradas adeptas à estratégia tecnológica tradicional e à estratégia de inovação negocial, com poucos investimentos em tecnologia e dependência de soluções tecnológicas de fornecedores. Os investimentos em P&D&I não eram obrigatórios em razão da remuneração mínima garantida pela ANEEL às empresas (custo de capital regulatório), bem como da relativa falta de competição no setor, cuja estrutura é monopólica<sup>9</sup>. Assim, a estrutura de mercado não se caracteriza como indutora de inovações, demandando um arcabouço legal gerador de investimentos em P&D&I pelas empresas de energia elétrica no território nacional.

Essa relativa falta de competição setorial não significa que as empresas de energia elétrica estejam alijadas do ambiente competitivo no sentido dado por Porter (1979). Para o autor, o

---

<sup>9</sup> Cabe mencionar que, para consumidores com demanda mínima de energia elétrica de 0,5 Megawatts, a escolha da empresa fornecedora de energia e das condições de contratação é livre.

ecossistema competitivo é formado por diversas forças que não somente a concorrência entre as empresas do mesmo setor ou a ameaça de novos entrantes ou substitutos (PORTER, 1979). Embora não existam essas forças competitivas no setor elétrico, o poder de barganha de consumidores é uma força intensificada pela ação regulatória da ANEEL, impactando, portanto, na disposição das empresas a inovar. Apesar da obrigatoriedade prevista em Lei, também existe a necessidade de as empresas aumentarem a eficiência operacional em processos de geração, transmissão e distribuição para reduzirem as perdas de energia no sistema<sup>10</sup> e, portanto, aumentarem o faturamento.

Até a promulgação da Lei 9.991/2000, os investimentos do setor em inovação eram residuais e estavam pulverizados em algumas universidades e poucos centros de pesquisa, como o CEPEL. Com a criação da Lei 9.991, a elevação do volume de recursos investidos intensificou a participação das ICTs brasileiras no processo de inovação no setor elétrico (POMPERMEYER et al. 2011). E, de acordo com o marco regulatório de 2008, as empresas de energia elétrica são obrigadas pelo órgão regulador a definir planos estratégicos de P&D&I quinquenais (ANEEL, 2008a, 2012b), os quais devem prever valores de investimentos, temas e subtemas de pesquisa.

A obrigação legal dos planos de P&D&I contribui para que as empresas adotem estratégias tecnológicas tendendo também a serem oportunistas<sup>11</sup>, pois a construção de tais planos exige esforços corporativos de identificação e prospecção de oportunidades tecnológicas originais, ou seja, ainda indisponíveis no mercado.

Resumindo, as recentes transformações na cadeia de fornecimento de energia proporcionadas pelo mercado de consumidores livres e pela geração distribuída obrigarão as empresas de energia a pensarem novos modelos de negócio, o que é um reforço para a adoção de estratégias oportunistas e voltadas para o desenvolvimento de tecnologias “core” nesse setor, ainda que essas coexistam com estratégias tradicionais e imitativas, pautadas pela aquisição de tecnologias e dependência de fornecedores.

Do ponto de vista ambiental, as pressões da sociedade civil em prol da redução dos impactos nos biomas também contam como elementos impulsionadores das atividades de P&D&I nessas empresas, especialmente entre geradoras hidrelétricas e termelétricas. Ainda, a obrigação legal

---

<sup>10</sup> As perdas técnicas correspondem às perdas de energia que acontecem nas redes devido ao aquecimento das linhas e equipamentos de transmissão e distribuição. As perdas comerciais advêm das fraudes no sistema de distribuição, sendo popularmente conhecidas como “gatos”.

<sup>11</sup> Importante ressaltar que diferentes estratégias tecnológicas podem coexistir numa mesma organização (FREEMAN, 1982).

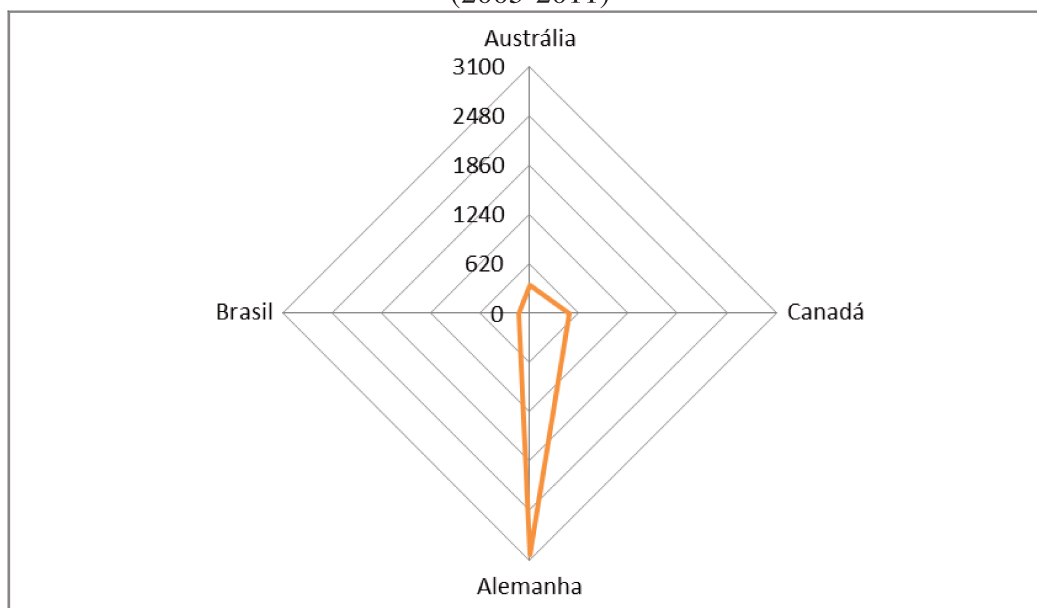


prevista na Lei 9.991/2000 constitui-se um estímulo à inovação através da “indução forçada” pelo Estado.

Além desses aspectos que tracionam a P&D&I no Brasil, usam-se **indicadores setoriais** comparativos entre Brasil, Alemanha, Canadá e Austrália para posicionar o perfil do SSI brasileiro de energia *vis-à-vis* esses países. Nesse sentido, escolhem-se como métricas os depósitos de patentes em energias alternativas via PCT, a evolução dos investimentos em P&D&I e o percentual de perdas totais nos sistemas elétricos. Esse último indicador foi eleito para medir a eficiência operacional nos sistemas dos países ao longo do tempo e exibir possíveis “reflexos” positivos resultantes das atividades de P&D&I.

O depósito de patentes pelo PCT engloba tecnologias para geração de energias alternativas (eólica, solar-térmica, fotovoltaica, geotérmica, hidrelétrica e energia proveniente de marés) entre 2005 e 2011 considerando o país de residência dos inventores. O Gráfico 2.1 de radar demonstra liderança da Alemanha, seguida pelo Canadá, Austrália e Brasil, nesta ordem.

Gráfico 2.1 - Concentração de depósitos de patentes via PCT em energias alternativas (2005-2011)



Fonte: elaboração própria. Dados extraídos da OECD (2014).

É importante destacar que, na Alemanha e Austrália, as matrizes energéticas da eletricidade são predominantemente baseadas em carvão (BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT, 2013a; ORIGIN ENERGY, 2014). No Brasil, a matriz energética é regida por hidroelétricas, assim como no Canadá, cuja hidroeletricidade compõe 60% do sistema de geração (NATURAL RESOURCES CANADA, 2013). Mesmo assim, a produção acumulada de patentes do Brasil com respeito às energias alternativas (128 patentes) não consegue acompanhar a da Alemanha (3.044 patentes), tampouco a do Canadá (504 patentes) e da Austrália (351 patentes).

Apesar de o Brasil não possuir muitas patentes de potencial inovador, os investimentos em P&D&I cresceram a uma taxa composta anual<sup>12</sup> de 17% entre 2005 e 2011, pois estes acompanharam a variação positiva na receita operacional das empresas de energia elétrica. Esse indicador expõe que a Alemanha encabeça o volume de recursos investidos em P&D&I para energia elétrica (exclusive de fonte nuclear), sendo acompanhada, respectivamente, por Canadá, Brasil e Austrália (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Evolução dos recursos totais investidos em P&D em energia elétrica (milhões de dólares americanos de 2012)

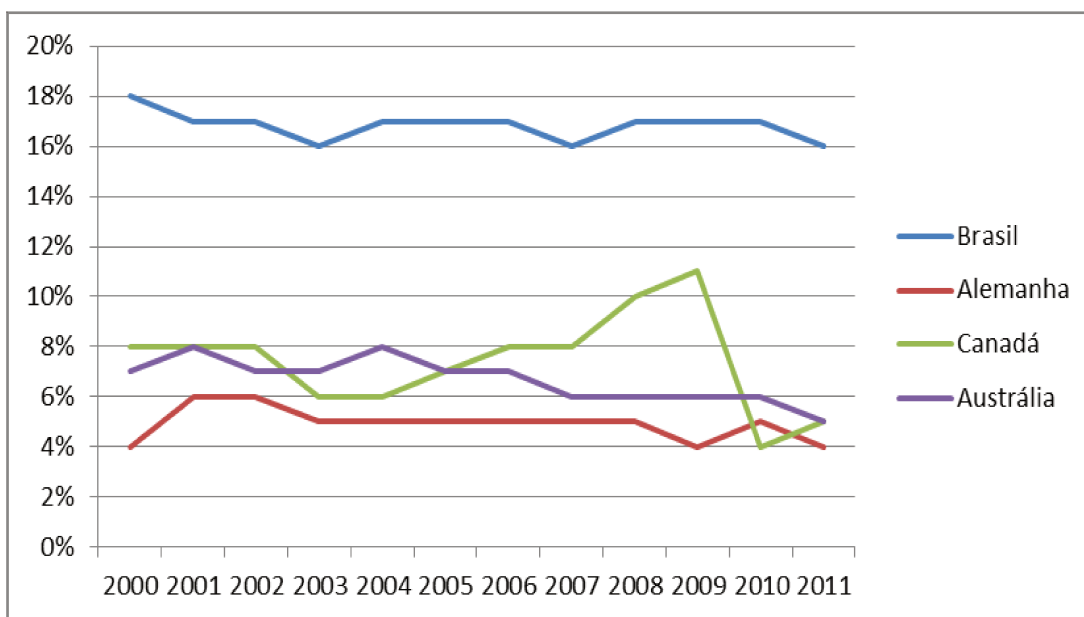
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total acumulado
<b>Austrália</b>	172,6	199,7	23,3	225,7	139,2	142,0	236,9	1.139,5
<b>Canadá</b>	127,0	186,7	152,1	207,5	307,6	321,3	370,1	1.672,4
<b>Alemanha</b>	308,0	303,0	307,0	329,1	330,2	342,4	427,1	2.347,0
<b>Brasil</b>	127,4	200,6	176,5	46,9	148,1	285,0	321,8	1.306,3

Fonte: elaboração própria. Dados extraídos da OECD (2014), planilha de projetos de P&D da ANEEL (2013), Pompermeyer et al.(2011) e CT-Energ (MINISTÉRIO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, vários anos).

A análise comparada da variação nas perdas de energia denota que houve melhorias nos desempenhos dos sistemas elétricos do Canadá e Austrália entre 2000 e 2011. No caso alemão, os percentuais de perdas mantêm-se os menores (5%) dentre os quatro países e o Brasil é o único cujas perdas permanecem acima de dez pontos percentuais para o período (Gráfico 2.2).

<sup>12</sup> A taxa composta de crescimento é calculada pela “n”-ésima raiz da divisão entre o valor de referência do último ano e do primeiro ano. Nesse caso, “n” é o total de anos da série, para a qual se quer calcular a taxa composta de crescimento. A vantagem dessa taxa é a de que ela elimina possíveis oscilações ocorridas ao longo da série temporal.

Gráfico 2.2 - Evolução nas perdas de energia nos sistemas elétricos (%)



Fonte: elaboração própria. Dados extraídos do World Bank (2014).

No Brasil, a dinâmica da inovação tecnológica é caracterizada pela obrigatoriedade do investimento em P&D&I. Aparecem também como diretrizes motivacionais a necessidade de alcançar a eficiência operacional e o atendimento às questões ambientais, especialmente para os empreendimentos associados à geração de energia. Mesmo diante do aumento dos esforços de investimentos em P&D&I, há indícios de que o país não criou capacidades tecnológicas: apesar de a matriz energética brasileira fundamentar-se em energias renováveis, a produção tecnológica brasileira é menor do que a dos demais países, denotando aumento do custo de se produzir patentes no Brasil. Ainda, as perdas do sistema continuam altas, oscilando entre 16% e 18%.

## 2.2. Mineração

Explicam-se aqui os processos da cadeia produtiva de mineração aplicáveis a qualquer provedor de bem mineral. Todavia, a maior parte dos exemplos comentados, bem como as motivações para inovar estão focados no Brasil. O setor de mineração compõe-se de oligopólios concentrados, alto grau de competição e *players* com presença global. Do ponto de vista legal, a exploração mineral no Brasil ainda é regida pelo Código Minerário de 1967, mas a comercialização das *commodities* minerais não está circunscrita a mercados pré-determinados, o que permite maior competição

entre os seus *players*. O oligopólio concentrado distingue-se pelo fato de a atividade mineradora exigir significativos investimentos iniciais (*sunk costs*), possuir altas barreiras à entrada e comercializar produtos pouco diferenciados (minérios). A competição nesses casos acontece através da magnitude do volume de investimentos das empresas (POSSAS, 1985). As altas barreiras à entrada na mineração podem ser caracterizadas pela ordem de grandeza do custo de capital exigido em novos projetos de minas (*greenfields*) (CAEAT, 2011), os quais, além de abarcarem a etapa da exploração mineral, incluem também o investimento em infraestrutura logística de terminais portuários e ferrovias.

A cadeia produtiva do **setor de mineração** é composta pelos processos de **exploração mineral, lavra, processamento, logística (transporte) e fechamento de minas**, contemplando minerais classificados como metálicos (ferro, ouro, cobre, níquel, etc.) e não-metálicos (diamante, potássio, enxofre, etc.). Os minerais metálicos dividem-se em ferrosos (ferro, manganês, cromo, etc.) e não-ferrosos (ouro, cobre, alumínio, etc.) (TEIXEIRA et al., 2008).

As empresas de mineração necessitam de sistemas avançados de prospecção geológica, tridimensionais e operantes em tempo real antes mesmo de darem início às atividades de exploração mineral. Elas inicialmente modelam os depósitos minerais, além de identificarem a composição química e as propriedades físicas dos corpos de minério diretamente no campo, por meio das áreas de conhecimento de geofísica e geoquímica. A exploração em minas só ocorre mediante a descoberta de depósitos que sejam economicamente viáveis com auxílio da sondagem e dos modelos geoestatísticos (REIS; BICHO; MELO, 2007). A exploração subterrânea tem sido impulsionada devido à crescente escassez de bens minerais não-ferrosos na superfície, como o carvão, demandando o desenvolvimento de novas tecnologias de perfuração para definição de depósitos de acesso cada vez mais difícil (GHOSE, 2009; MINALLIANCE, 2012).

A lavra consiste na retirada do minério da rocha. Dentro dela, são críticos os subprocessos de perfuração (*drilling*), explosão ou desmonte (*blasting*) e escavação (*excavation*), tanto em minas a céu aberto quanto em subterrâneas. Para a mineração a céu aberto, as técnicas de lavra mais usadas são em tiras (*cast mining*) ou em cava (*open pit mining*), ao passo que em minas subterrâneas destaca-se a lavra por câmaras e pilares (*room-and-pillar*), subníveis, *longwall*, desabamento (*block caving* e *sublevel caving*) e corte e enchimento (*backfill* e *cut-and-fill*) (KOPPE, 2007). Ainda, no processo de lavra ressalta-se a presença da mineração contínua, típica

de minas de carvão subterrâneas. Essa atividade prescinde do transporte veicular na mina, utilizando-se de grandes equipamentos de perfuração.

A explosão deve acontecer com a maior precisão o menor impacto ambiental possível, enquanto a escavação, hoje feita por operadores em veículos de minas, está migrando para a operação autônoma com o auxílio de robôs, a fim de mitigar o risco de acidente dos trabalhadores. Quando a lavra se tornar autônoma, o trabalhador será apenas responsável por controlar as máquinas escavadoras à distância. Todavia, para que isto aconteça, será necessário o pleno conhecimento da mina por meio de sensoriamento remoto (*remote sensing*) (NEBOT, 2007).

Após a retirada da mina, o minério passa pelo processamento. Isto é necessário porque geralmente ele apresenta diferenças entre sua granulometria natural e a de uso final, além de muitas vezes estar unido a outros minerais indesejáveis.

Para os minerais metálicos, demandam-se os subprocessos de fragmentação (britagem, moagem e moagem fina), flotação e, em seguida, o processamento metálico, o qual retira os minerais metálicos por fusão (*melting*), eletro ou hidrometalurgia (MINALLIANCE, 2012). A fragmentação é o maior responsável pelo custo operacional das usinas de minérios devido ao dispêndio de energia e a pouca integração entre os diferentes circuitos de processamento dos minérios (DELBONI, 2007). Depois que os minérios são britados e moídos, podem ser flotados. No caso dos minerais não-metálicos, esses também passam pela fragmentação e flotação, mas não pelo processamento metálico.

O desenvolvimento de tecnologias necessárias para a exploração e lavra de minerais não-ferrosos em minas em profundidades cada vez maiores (minas subterrâneas) é fundamental, especialmente em razão da redução da quantidade de minas a céu aberto. De acordo com Ghose (2009), atualmente 80% das minas são a céu aberto, sendo que esse percentual poderá cair para menos de 40% em 2050. Em função da escassez de recursos na superfície, as empresas enfrentam competição pelos melhores recursos, o que as obriga a desenvolverem novas tecnologias de exploração e lavra mineral em ambientes terrestres e marinhos de profundidade, de forma a antecipar-se e diferenciar-se em relação à concorrência. Assim como as empresas de energia elétrica, as mineradoras precisam lançar mão de estratégias tecnológicas e de inovação mais oportunistas e voltadas para o desenvolvimento de tecnologias “core”, e não apenas tradicionais, imitativas ou focadas na aquisição de equipamentos.

A presença de P&D&I na exploração e lavra em minas subterrâneas é crítica para metais não-ferrosos e possui como principais direcionadores (LAVERDURE; FACTEAU, 2004; THE COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION, 2009; CHARLES; STEVE, 2011):

- Intensificação da automação na exploração para reduzir a presença de trabalhadores em minas subterrâneas e aumentar a qualidade na repetição das atividades;
- Aumento da precisão de perfuração e desmonte das rochas, minimizando impactos ambientais como poeira e emissões de gases de efeito estufa;
- Melhoria do ambiente subterrâneo, especialmente da ventilação, responsável por metade dos custos de energia neste tipo de mina;
- Melhoria dos métodos de mineração subterrânea já existentes;
- Redução do volume de rejeitos transportados da mina subterrânea para a superfície.

Em se tratando de minério de ferro, as inovações tecnológicas são mais relevantes em processos da lavra, no beneficiamento e fechamento de minas. Os impactos negativos da mineração no meio ambiente podem ser verificados pela presença de estéreis e rejeitos de lavra e processamento (beneficiamento) do minério de ferro nos biomas (KESLER, 1994; CARVALHO, 2009). No caso do Brasil, a mineração do ferro também torna necessária a reabilitação “resiliente” do ecossistema, pois essa destrói a canga, rocha oriunda de sedimentação de ferro e alumínio há mais de 100 milhões de anos (DUTRA, 2013). Sobre a canga se forma a vegetação original da chamada “savana metalófila” em Carajás (Pará) e no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Você tem um morro, coberto de floresta, depois um platô – que é onde aflora o minério de ferro – e, na vertente do platô, um vale, também coberto de floresta. Para abrir a mina, você vai desmatar esse platô – que parece pelado, mas está coberto pela canga, a savana metalófila de Carajás –, fazer uma cava, e, da terra que você tira, desmata esse vale todinho, faz uma pilha. Então, onde era vale, vira montanha, e onde era platô, vira um buraco. (MARTINS *apud* AMARAL, 2013)

Para obterem novas licenças de operação (*greenfields*), as empresas de mineração do Brasil precisam apresentar Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) e Relatórios de Impactos Ambientais (REIA), tanto aos órgãos de meio ambiente estadual e municipal, quanto à sociedade através de audiências públicas (Decreto 99.274 de 1990). Assim, a inovação tecnológica pode

contribuir com a redução dos impactos delimitados no âmbito dos EIAs, facilitando a obtenção de licenciamentos ambientais.

Após a lavra e o processamento, o minério precisa ser transportado dentro da mina e da mina até o porto, a fim de ser escoado. Nesse sentido, os desafios enfrentados pelas empresas de mineração referem-se ao caráter intermodal do transporte dos minérios e às longas distâncias percorridas da mina ao porto. Com isto, mostra-se a necessidade de se desenvolverem capacidades coletivas e tecnológicas que minimizem os custos e riscos inerentes à atividade de transporte, quais sejam: a) emissões de gases de efeito estufa; b) gastos com energia elétrica, roubos de carga e; c) atraso na entrega do minério, este último fruto da intermodalidade dos transportes. Como exemplos de capacidades tecnológicas criadas, a Vale desenvolveu grandes navios (os Valemax) que têm o dobro da disposição dos cargueiros normais e emitem 35% menos carbono por tonelada transportada (VALOR, 2013).

Na Austrália, por exemplo, as empresas de mineração pagam impostos pela emissão de gases de efeito estufa. Desde 2012, o governo australiano passou a tarifar 370 tipos de negócios como um instrumento da política de combate a mudanças climáticas (ROBSON, 2013). Com a medida, conseguiu uma redução de 0,3% no total das emissões de CO<sub>2</sub> entre 2012 e 2013, esta provocada só pelo declínio de consumo de energia elétrica. Nas atividades da indústria de transformação, que incluem a mineração, houve aumento de 0,9% no volume de gases emitidos (DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, 2013).

O fechamento de mina preocupa-se com os aspectos socioambientais, envolvendo a reabilitação do ecossistema do entorno após sua parcial ou total degradação. Esse processo só ocorre quando a extração dos depósitos minerais torna-se economicamente inviável para a empresa (MINALLIANCE, 2012). O grande desafio das mineradoras é o de tornar os ecossistemas “resilientes”, por isso, faz-se necessário que sua reabilitação seja pensada antes mesmo do fechamento da mina. No Brasil, no marco legal vigente, não há obrigatoriedade legal de recuperação do ecossistema degradado pelas minas em sua fase de fechamento.

A abordagem do órgão australiano de P&D, CSRIO, propõe ações de planejamento, execução, monitoramento e avaliação da recuperação dos ecossistemas, dividindo-os em uma hierarquia de complexidade formada por: a) paisagem, clima e geologia; b) solo e qualidade da água; c) flora e; d) fauna. Drake et al. (2010) citam ações da Alcoa realizadas no fechamento de mina de bauxita no oeste da Austrália. No planejamento da lavra, a empresa reservou tiras de solo para manter

suas atividades biológicas originárias, mantendo também fragmentos rochosos e madeira para a reconstrução do *habitat*. No momento da reabilitação, a Alcoa usou espécies fixadoras de nitrogênio, sementes e fertilizantes a fim de otimizar a propagação da flora. O fechamento da mina foi feito com o apoio de indicadores de acompanhamento do progresso das ações de reabilitação do bioma.

Diante dos processos supracitados, os condicionantes essenciais para as empresas de mineração inovarem se referem basicamente à escassez crescente de recursos minerais na superfície (aspecto econômico) e a pressões regulatórias e sociais visando a práticas ambientalmente mais sustentáveis na mineração (aspecto ambiental). Ora, a finitude dos recursos naturais vem obrigando as empresas de mineração a explorarem depósitos minerais em profundidades cada vez maiores para fazerem frente à demanda crescente, bem como enfrentarem a concorrência (GHOSE, 2009). Wright e Czelusta (2002) advogam que a escassez dos bens minerais traciona investimentos em tecnologias que capacitem as empresas a extrair minérios a um menor custo, tornando-as tecnologicamente complexas e “intensivas em conhecimento”. Diante dos desafios da escassez de recursos e das mudanças climáticas ocasionadas pelos gases de efeito estufa, a atividade mineradora exige processos prévios de exploração, lavra, beneficiamento e transporte tecnologicamente complexos (CAEAT, 2011). Todavia, a velocidade com que as inovações disruptivas acontecem nesse setor não é tão rápida quanto em outros mais dinâmicos, como a de informática (BARTOS, 2007). E isso ocorre porque a indústria de mineração envolve escalas de operação maiores.

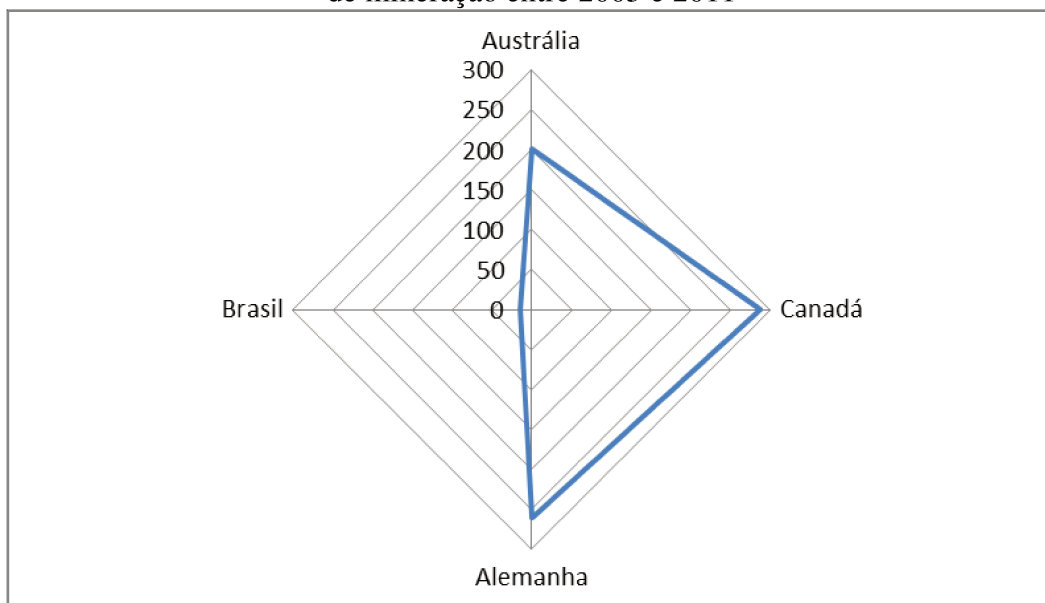
A análise de **indicadores setoriais** permite comparar a posição do SSI brasileiro em relação a Austrália, Canadá e Alemanha, usando para isto a evolução dos investimentos de P&D&I em mineração, produção tecnológica desses países, o comércio internacional de minérios (exportações) e o valor adicionado da indústria mineral.

Selecionaram-se os depósitos de patentes por PCT para os domínios tecnológicos “terra e escavação em rochas” (*earth and rock drilling*), “mineração e pedreira” (*mining and quarrying*) e “elevadores, túneis, câmaras subterrâneas largas” (*shafts, tunnels and large underground chambers*) pertencentes a IPC, de taxonomias E21B, E21C e E21D, respectivamente. O objetivo de construção dessa métrica é o de mensurar a concentração da produção de potenciais inovações de alto impacto por esses países de modo comparativo. Destaque-se que o gráfico de radar exhibe o total de patentes depositadas entre 2005 e 2011 segundo o país de residência do depositante,



indicando maior produção tecnológica no Canadá (287 patentes), o qual é seguido pela Alemanha (260 patentes), Austrália (200 patentes) e pelo Brasil (15 patentes) (Gráfico 2.3).

Gráfico 2.3 - Produção tecnológica comparada: total de patentes depositadas via PCT para o setor de mineração entre 2005 e 2011



Fonte: elaboração própria. Dados extraídos da OECD (2014).

Em termos dos investimentos em P&D&I no setor de mineração (exclusive fornecedores de equipamentos e sistemas), analisou-se sua evolução para 2005, 2008 e 2011. Note-se que a Austrália é o país que mais investe em P&D&I neste setor, sendo seguido pelo Canadá e Brasil. Nos dois primeiros países, a taxa composta de crescimento desse investimento é de 10%, ao passo que no Brasil, o aumento dos gastos em P&D&I é de 18%. Na Alemanha, observa-se a redução do total investido, um indício de que as mineradoras atuantes neste país são mais dependentes de fornecedores de tecnologias *vis-à-vis* os demais (Tabela 2.2). A atividade de mineração não é mais tão crítica para esse país.

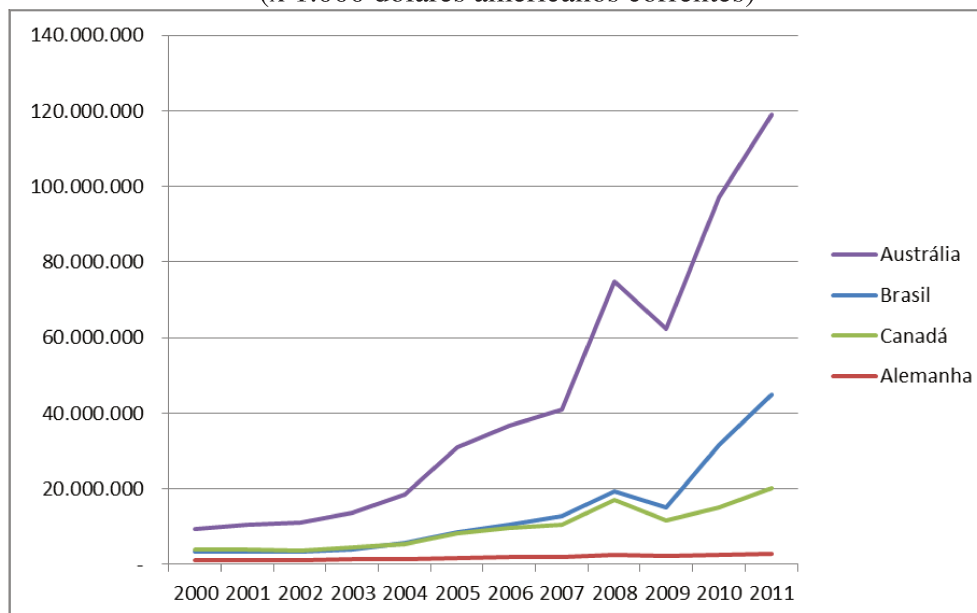
Tabela 2.2 - Investimentos em P&D&I pelas empresas do setor de mineração  
(em milhões de dólares americanos de 2005)

	2005	2008	2011	Taxa composta de crescimento (2005-2011)
<b>Austrália</b>	1.335,76	2.717,33	2.362,40	10%
<b>Canadá</b>	395,50	732,06	692,30	10%
<b>Alemanha</b>	32,42	31,55	10,85	-17%
<b>Brasil</b>	161,06	226,47	429,89	18%

Fonte: elaboração própria. Dados extraídos da OECD (2014) e Pintec (IBGE, vários anos).

Viu-se no capítulo anterior que o “sucesso” e a dinâmica de um SSI também são caracterizados por seu comércio internacional. Nesse contexto, a avaliação comparada das exportações de minérios (exclusive equipamentos, sistemas e a extração de petróleo e gás) mostra liderança da Austrália e do Brasil, colocando o Canadá em terceiro lugar e a Alemanha, em quarto. Se as exportações de óleo e gás fossem consideradas no gráfico, o Canadá passaria o Brasil, que cairia para terceiro lugar. O Gráfico 2.4 exhibe a evolução das exportações entre 2000 e 2011. A queda acentuada deve-se à crise financeira do *subprime* iniciada nos EUA entre o final de 2008 e 2009, a qual afetou a esfera produtiva e o desempenho do comércio internacional.

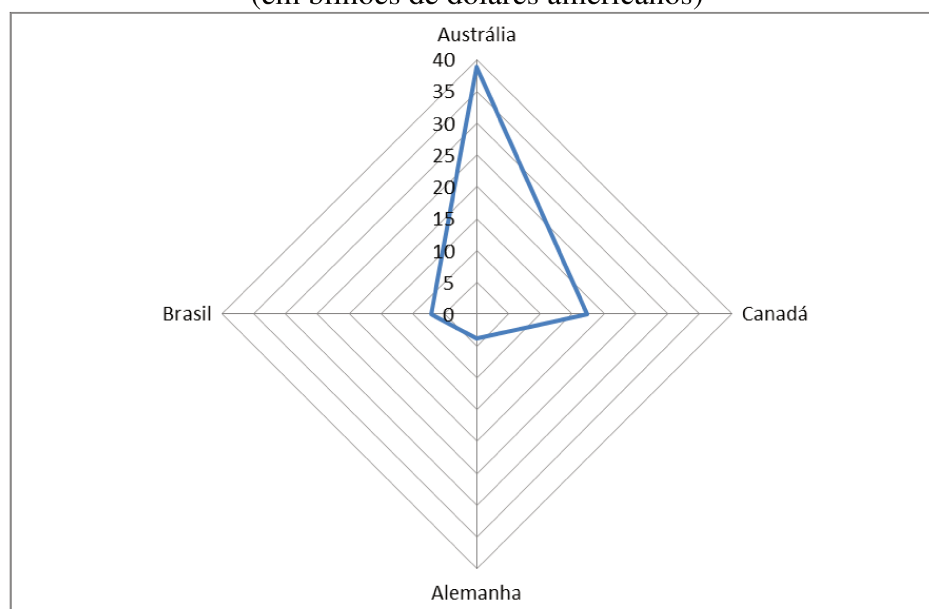
Gráfico 2.4 - Evolução das exportações de minérios entre 2000 e 2011  
(x 1.000 dólares americanos correntes)



Fonte: elaboração própria. Dados extraídos da OECD (2014).

Ainda, o valor adicionado da mineração no PIB dos países representa o quanto as empresas de mineração efetivamente contribuem para o crescimento econômico, ou seja, é a receita de vendas subtraída do valor da produção intermediária de energia e matérias-primas. O gráfico de radar retrata o ano de 2006, para o qual foi possível encontrar informações disponíveis de todos os países. Dentre eles, a Austrália possui o maior valor adicionado (U\$ 38,90 bilhões), sendo seguida pelo Canadá (U\$17,26 bilhões), Brasil (U\$ 7,17 bilhões) e Alemanha (U\$ 3,79 bilhões) (Gráfico 2.5).

Gráfico 2.5 - Valores adicionados em 2006  
(em bilhões de dólares americanos)



Fonte: elaboração própria. Dados extraídos da OECD (2014).

De modo geral, a dinâmica da inovação tecnológica na mineração acontece por conta da necessidade de as empresas encontrarem e minerarem recursos cada vez mais escassos e das demandas socioambientais. A análise de indicadores setoriais mostra que o Brasil está atrás do Canadá e da Austrália no tocante ao valor adicionado. Além disso, o país deposita menos patentes do que Canadá e Austrália. Apesar disso, as exportações brasileiras de minérios (exclusive petróleo) são superiores às do Canadá. Ora, o Brasil exporta mais, mas agrega menos valor e deposita menos patentes em relação a seus concorrentes diretos, sinais de que o país não está gerando capacidades tecnológicas, tampouco resultados de expressão com o dinheiro investido em P&D&I.

### 2.3. Considerações finais do capítulo

As oportunidades de inovação tecnológica permeiam todos os subprocessos das cadeias produtivas de energia elétrica e mineração e mostram evidências de que as suas empresas apresentam complexidade tecnológica e intensidade em conhecimento, embora a velocidade da inovação seja inferior em face de outros setores.

No Brasil, as motivações para as empresas dos respectivos SSIs inovarem estão ligadas a fatores de caráter regulatório-institucional, econômico e socioambiental: a) marco regulatório, no caso do setor elétrico; b) necessidades de melhoria na eficiência operacional nos sistemas de mineração e energia; c) competição por recursos minerais cada vez mais escassos e; d) atendimento de exigências de sustentabilidade socioambiental, tanto presentes na geração elétrica, quanto em processos de lavra, processamento, logística e fechamento de minas.

Tais motivações desencadeiam esforços em inovação tecnológica por parte das empresas de energia elétrica e mineração, que são os principais atores de seus SSIs. Todavia, a comparação de indicadores setoriais entre Brasil, Canadá, Alemanha e Austrália já aponta que os esforços de inovação tecnológica no Brasil estão comparativamente aquém da edificação de SSIs bem-sucedidos e densos, tanto para energia elétrica, quanto para mineração.

Em termos sistemáticos, o Eixo 1 exhibe indícios de que o setor elétrico brasileiro, mesmo imbuído de motivações para inovar, não deposita tantas patentes de potencial inovador em energias alternativas *vis-à-vis* os demais países selecionados, ainda que sua matriz energética seja pautada pela hidroeletricidade. Da mesma forma, os investimentos em P&D&I realizados no país não influenciaram na redução das perdas do sistema elétrico.

Para a mineração, conclui-se que o Brasil tem posição inferior à Austrália nas exportações de minérios e, além disso, gera o menor valor adicionado dentre Austrália e Canadá. A produção tecnológica brasileira é a pior dentre os países estudados, no tocante às patentes de equipamentos, processos e sistemas de mineração de alto potencial inovador. A Alemanha não se destaca pela produção mineral em si, mas pelos equipamentos e sistemas que foram desenvolvidos em resposta aos desafios tecnológicos dela originados desde a 2ª. Revolução Industrial (FURTADO; URIAS, 2013). Por este motivo, sua produção tecnológica é alta, mas o valor investido em P&D&I, o total das exportações de minérios e o valor adicionado da produção mineral não são expressivos.

Cabe ainda mostrar a evolução da balança tecnológica brasileira, que é formada pelas exportações de bens de alta e média-alta intensidades tecnológicas (PROTEC, 2013), relacionando-a com os esforços de P&D&I em energia elétrica e mineração. Espera-se que o amadurecimento e a consolidação de SSIs em energia e mineração produza uma dinâmica tecnológica fomentadora de capacidades tecnológicas e coletivas, as quais se materializem em novas tecnologias e competências. Em termos práticos, isso significa que esses SSIs deveriam influenciar diretamente a indústria de equipamentos elétricos, mecânicos e de transportes, normalmente fomentadas pelas atividades de energia e mineração via efeitos de transbordamento. Porém, a balança tecnológica para essas indústrias mostra um crescimento do déficit em 1.029% entre 2006 e 2012 (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Evolução do saldo em U\$ milhões para indústrias de equipamentos elétricos, mecânicos e de transportes

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Varição percentual (2006-2012)
<b>Máquinas e equipamentos elétricos</b>	-907,4	-1.265,7	-2.338,7	-2.338,7	-4.615,0	-5.656,6	-5.330,8	487%
<b>Equipamentos para ferrovia e material de transporte</b>	-26,7	-65,7	-766,8	-356,6	-356,6	-1.323,5	-1.283,1	4.706%
<b>Máquinas e equipamentos mecânicos</b>	-1.013,6	-3.678,8	-8.156,4	-8.364,9	-12.728,2	-14.870,7	-15.383,9	1.418%
<b>Total</b>	-1.947,7	-5.010,2	-11.261,9	-11.060,2	-17.699,8	-21.850,8	-21.997,8	<b>1.029%</b>

Fonte: Protec (2012; 2013).



## Capítulo 3 - Eixo 2: Os atores e seus papéis em Energia e Mineração

### Introdução

Esse capítulo caracteriza os atores e os grupos de atores dos SSIs de energia (provedores de energia; fornecedores; agentes financeiros; organismos governamentais; consumidores; agentes de P&D&I e associações) e mineração (fornecedores de bens minerais; fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados; agentes financeiros; organismos governamentais; consumidores; agentes de P&D&I e associações) a partir de sua presença, protagonismo e articulação (relações de dependência e influência) (SALLES-FILHO et al., 2012). Após a identificação dos grupos de atores e sua caracterização são construídos quadros, nos quais são atribuídas pontuações para a situação e o protagonismo dos atores e seus grupos.

A pontuação nada mais é do que a expressão de um juízo de valor da autora dessa tese, baseada em escalas semânticas conforme apresentado no final do capítulo 1. Esse juízo fundamenta-se tanto na descrição dos atores e seus grupos, quanto na comparação da sua dinâmica com a de seus “pares internacionais”. Assim, nos quadros, aparecem ao lado de cada pontuação observações sobre a atribuição das notas, que trazem informação complementar e justificativas para as pontuações.

A descrição dos atores a partir desses três aspectos (presença, protagonismo e articulação) é construída por informações e dados disponíveis acerca das relações mercadológicas e não-mercadológicas, mapeados mediante a consulta a relatórios de sustentabilidade, estudos socioeconômicos, apresentações institucionais de empresas, institutos de pesquisa e órgãos governamentais, *roadmaps* tecnológicos, atlas de energia e mineração e sites de institutos de pesquisa, agências de fomento, organismos governamentais e associações. Destacam-se ainda:

1) As opiniões obtidas dos 13 especialistas entrevistados para os estudos de caso das seis empresas (Vale, Samarco, Cemig, CPFL, Furnas e Eletronorte). Embora o objetivo precípuo dos estudos de caso tenha sido o levantamento de processos e ferramentas de gestão da inovação nos SSIs de energia e mineração brasileiros, as questões do roteiro (Anexo 2) deram-lhes abertura para discorrerem sobre a relação das empresas com o macroambiente no tocante a captação de financiamento externo (Anexo 2, questão 2), escolha de parceiros tecnológicos e gerenciamento

de redes de pesquisa (Anexo 2, questões 8 e 16), metodologias de aplicação de resultados (Anexo 2, questão 18) e o papel da inovação tecnológica na organização (Anexo 2, questão 21);

2) As visitas técnicas realizadas em 2011 e 2014 ao parque de energias alternativas da administração pública de Saerbeck, no Estado da Westfália (fevereiro de 2011), e ao Instituto Fraunhofer (janeiro e março de 2014) e;

3) A entrevista com o presidente da Associação Campinas Startups (ACS): essa entrevista foi pontual (Anexo 3) e teve como intuito a compreensão dos *links* entre empresas *startups*, agentes financeiros e organismos governamentais no SSIs, pois existem empresas de base tecnológica associadas à ACS que atendem a estes setores<sup>13</sup>.

Em alguns casos, foi atribuído “N.d” (não disponível) para determinados atores, pois não se encontraram informações sobre a atuação desses nos SSIs. Ora, isso não significa que os atores não existam, porém, admite-se a falta de evidências suficientes sobre esses. Defende-se que as pontuações e matrizes aqui propostas espelham as realidades dos atores dos SSIs nos países, por estarem balizadas em uma pesquisa bibliográfica com diversidade de fontes (Quadro 3.1).

---

<sup>13</sup> A ACS conta com 40 empresas associadas da Região Metropolitana de Campinas as quais atendem aos setores de energia elétrica, mineração, biotecnologia e tecnologias da informação.



Quadro 3.1 - Quantidade de fontes bibliográficas empregadas por SSI e país para a pesquisa de atores (Eixo 2)

País	SSI de energia		SSI de mineração	
	Quantidade de fontes	Tipos	Quantidade de fontes	Tipos
<b>Brasil</b>	44	a) Relatórios de empresas de energia elétrica (5) b) Relatórios de organismos governamentais (9) c) Livros (1) d) Jornais (1) e) Sites de sindicatos e associações (28)	21	a) Relatórios de provedores de bens minerais (2) b) Relatórios de organismos governamentais (1) c) Relatórios de institutos de pesquisa (1) d) Relatórios de associações (2) e) Livros (1) f) Sites de sindicatos e associações (6) g) Sites de agências de fomento (2) h) Sites de organismos governamentais (3) i) Apresentações institucionais (2) j) Artigos (1)
<b>Canadá</b>	12	a) Relatórios de empresas fornecedoras de serviços especializados (1) b) Relatórios de institutos de pesquisa e associações (1) c) Relatórios de organismos governamentais (1) e) Sites de organismos governamentais (8) f) Sites de associações (1)	10	a) Relatórios de organismos governamentais (1) b) Relatórios de fornecedores de serviços especializados (1) c) Livros (1) d) Sites de sindicatos e associações (2) e) Sites de organismos governamentais (3) f) Relatórios de associações (1) g) Sites de institutos de pesquisa (1)
<b>Alemanha</b>	15	a) Relatórios de empresas de energia elétrica (1) b) Relatórios de empresas fornecedoras de serviços especializados (2) c) Relatório de institutos de pesquisa (2) d) Sites de empresas, organismos governamentais, institutos de pesquisa e associações (8) e) Apresentações institucionais (1) f) Jornais (1)	4	a) Relatórios de organismos governamentais (1) b) Livros (1) c) Sites de institutos de pesquisa e universidades (1) d) Relatórios de institutos de pesquisa e universidades (1)
<b>Austrália</b>	15	a) Relatórios de empresas fornecedoras de serviços especializados, institutos de pesquisa e associações (6) b) Relatórios de organismos governamentais (3) c) Sites de organismos governamentais e institutos de pesquisa (2) d) Sites de associações (4)	9	a) Relatórios de fornecedores de serviços especializados (4) b) Relatórios de associações (1) c) Relatórios de organismos governamentais (1) d) Livros (1) e) Sites de organismos governamentais (1) f) Relatórios de institutos de pesquisa e universidades (1)
<b>Total de fontes consultadas</b>	86		44	

Fonte: elaboração própria.

Explica-se a diferença do número de fontes bibliográficas para o SSI de energia brasileiro uma vez que foi possível consultar os sites de todas as associações e sindicatos de trabalhadores do setor de energia elétrica filiados à Central Única de Trabalhadores (CUT) e aos Urbanitários. Para o caso do SSI brasileiro de mineração, não foram encontrados os sites das cooperativas de trabalhadores de minas, portanto esses não contaram como fontes de consulta. Essas cooperativas foram identificadas através do site da Rede Brasileira de Informação de Arranjos Produtivos Locais de Base Mineral, coordenada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Cumpre ressaltar que, para os dois SSIs brasileiros é conferida maior ênfase à **gênese histórica dos atores**, pois a compreensão dos SSIs de energia e mineração brasileiros é o cerne desta tese. Nos SSIs de energia houve a preocupação de explicar a formação de preços, pois esse componente funciona como “variável de ligação” no entendimento das relações de influência e dependência entre concessionárias de energia, consumidores e agentes governamentais. Outrossim, nos mercados de energia elétrica onde a livre competição é fomentada por organismos governamentais, foram atribuídas maiores pontuações aos atores quanto ao seu protagonismo na difusão da inovação.

Nas considerações finais do capítulo comparam-se os diferentes SSIs de energia entre si, como também os de mineração. Não obstante, apresentam-se as fragilidades dos atores dos SSIs brasileiros e as oportunidades de fortalecimento das relações mercadológicas e não-mercadológicas entre esses a partir do *benchmarking* internacional.

### **3.1. Energia**

#### **3.1.1. Brasil**

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é a grande “rodovia elétrica” do Brasil responsável por 96,5% da geração, 90 mil quilômetros de linhas de transmissão, além dos ativos de distribuição, interligando as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parcela do Norte brasileiro. A região amazônica é atendida por Sistemas Isolados devido às suas características, que não permitem a presença de linhas de transmissão. Entre 2008 e 2012, a demanda de energia no Brasil cresceu a uma taxa composta de 4%, saindo de 388 TWh para 448 TWh (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2013).

Do ponto de vista dos consumidores, no Brasil existem 61,5 milhões de unidades consumidoras de energia elétrica, sendo que 85% delas é formada por consumidores residenciais (ANEEL, 2008b). De todos os serviços de utilidade pública, o fornecimento de energia é o mais universalizado e capilarizado. Os consumidores têm um baixo papel indutor da inovação nesse setor, mormente tracionado pela obrigação legal imposta às empresas distribuidoras e pela necessidade de atendimento às demandas ambientais. O preço pago na conta de luz é composto pelo total consumido em KWh multiplicado pelos encargos tarifários (recursos com destinação específica), valor da tarifa e tributos. Os encargos são, por exemplo, o Programa de P&D da ANEEL, a Reserva Global de Reversão (serve para indenizar ativos da concessão) e a Conta de Desenvolvimento Energético (propicia o desenvolvimento energético a partir de fontes alternativas, promove a universalização de energia e subsidia tarifas para quem tem baixa renda), dentre outros. A cada R\$ 100 gastos com a conta de luz, R\$ 33,45 estão voltados para encargos e tributos (R\$ 2,34 destinados a P&D), R\$ 31,33 para compra de energia, R\$ 28,98 para distribuição e R\$ 6,25 são da transmissão. Em 2007, os encargos do Programa de P&D corresponderam a 7% do total de encargos tarifários (ANEEL, 2008b).

No tocante aos provedores de energia, as geradoras totalizam 1,1 mil agentes, as transmissoras são 64 e as distribuidoras, 63 empresas, tanto de caráter público (federais, estaduais e municipais), quanto de caráter privado. Adicionem-se a isso 144 comercializadoras de energia e 445 produtores independentes (ANEEL, 2008b). No total, existem 1,7 mil usinas em operação, sendo que as 10 maiores do Brasil são apresentadas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - As dez maiores usinas do país em operação

<b>Usina</b>	<b>Potência (Kw)</b>	<b>Região</b>	<b>Empresa proprietária</b>
<b>Tucuruí (I e II)</b>	8.370.000	Norte	<b>Eletronorte</b>
<b>Itaipu (parte brasileira)</b>	6.300.000	Sul	Itaipu Binacional
<b>Ilha Solteira</b>	3.444.000	Sudeste	Cesp
<b>Xingó</b>	3.162.000	Nordeste	Chesf
<b>Paulo Afonso IV</b>	2.462.400	Nordeste	Chesf
<b>Itumbiara</b>	2.082.000	Sudeste	<b>Furnas</b>
<b>São Simão</b>	1.710.000	Sudeste	<b>Cemig</b>
<b>Foz do Areia</b>	1.676.000	Sudeste	Copel
<b>Jupiá</b>	1.551.200	Sudeste	Cesp
<b>Porto Primavera</b>	1.540.000	Sudeste	Cesp

Fonte: ANEEL (2008b).

Em paralelo, os dez maiores agentes geradores do país com suas respectivas potências instaladas são, nesta ordem (ANEEL, 2014a): 1) Chesf (10.615.131 Kw); 2) Furnas (9.854.992 Kw); 3) Eletronorte (9.176,454 Kw); 4) CESP (7.461.260 Kw); 5) Tractbel (7.321.718 Kw); 6) Itaipu Binacional (7.000.000 Kw); 7) Cemig (6.818.176 Kw); 8) Petrobras (6.118.274 Kw); 9) Copel (4.929.407); 10) AES (2.652.050).

A Cemig foi fundada em 1952 quando Juscelino Kubitschek era governador de Minas Gerais e prometia dobrar o crescimento do Estado. Na década anterior, Minas Gerais, conhecida pela produção mineiro-metalúrgica, esbarrava seu crescimento na ausência de infraestrutura. Portanto, o sucesso do governo de Juscelino estava amparado na fundação da Cemig, primeira estatal criada em nível estadual a partir de recursos estaduais, federais e de organismos internacionais. Nessa década, também foram inauguradas três usinas de propriedade da Cemig: Tronqueiras, Itutinga e Salto Grande. A partir dos anos 60 a Cemig começou a operar nos processos de transmissão e distribuição de energia, construindo a usina geradora de Três Marias, uma das maiores do mundo à época. A empresa foi ampliando seu escopo, tanto que hoje atua também no segmento de telecomunicações através do uso da rede elétrica e gasodutos. A empresa tem 10 mil quilômetros de linhas de transmissão, 468 mil quilômetros de linhas de distribuição e uma capacidade geradora de 6,9 mil MW (CEMIG, 2012).

A empresa de Furnas surgiu diante da necessidade de o então presidente Juscelino Kubitschek cumprir a principal missão de seu Plano de Metas na década de 50, a de industrializar o país. Em meados dessa década, a instalação de novas fábricas acompanhada da atração de investimentos diretos externos exigia elevação da capacidade de energia em pelo menos 1.000 MW, um terço do total disponível à época. Assim, nasceu o projeto da Usina de Furnas, a primeira do país. Em 1957, o presidente Juscelino assinou a escritura pública da Central Elétrica de Furnas e emitiu o Decreto 41.066 de sua constituição. Um ano depois iniciaram-se as obras, mas o desafio da empresa foi o de criar competências essenciais para as atividades de manutenção e operação da empresa. Por isto, um corpo técnico foi selecionado da Escola Nacional de Engenharia do Rio de Janeiro para servir como multiplicador de conhecimento aos demais trabalhadores da empresa. Ao final de 1963, as obras estavam concluídas e, dois anos depois, foi necessário ampliar o corpo técnico para uma nova expansão do sistema que passaria interligar os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Atualmente, Furnas tem um parque gerador de 10.300 MW, 64 subestações e 21 mil quilômetros de linhas (FURNAS, 2007; 2014).

A Eletronorte foi fundada em 1973 durante o regime militar com o objetivo de aproveitar o potencial gerador disponível na Amazônia. A primeira usina geradora construída foi a de Coaracy Nunes, no rio Araguari, Amapá. Em 1975, a Eletronorte podia operar como concessionária por meio do Decreto 72.548. Logo após sua criação oficial, a empresa iniciou a construção de Tucuruí, a quarta maior hidrelétrica do mundo. Atualmente fazem parte da empresa 19 Sociedades de Propósito Específico (SPEs), através das quais a Eletronorte se une para a realização de empreendimentos, como a Usina de Belo Monte e os parques eólicos do Rio Grande do Norte (ELETRONORTE, 2012). A Eletronorte conta com um parque de ativos de 9,8 mil quilômetros de linhas de transmissão, sendo 695,9 quilômetros pertencentes aos Sistemas Isolados.

A empresa, a despeito de ser parte do Sistema Eletrobras, que tem o CEPEL como centro de P&D desde 1974, possui seu próprio centro de tecnologia desde 1983 (agente de P&D&I), o qual atua como laboratório de assistência técnica e de certificação e centro de P&D. Este centro tem parcerias de pesquisa tecnológica com a Universidade Federal do Pará, assim como faz testes e ensaios laboratoriais (químicos, elétricos e mecânicos), acreditados pelo Inmetro, principal organismo normatizador brasileiro, e pelo Ministério do Trabalho. Furnas e Eletronorte são atores do Sistema Eletrobras, considerado um agente institucional de empresas públicas, responsável por 67% da geração no país (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2012).

O CEPEL, outro agente de P&D&I de destaque nacional, existe há cerca de 30 anos e até a promulgação da Lei 9.991/2000 concentrava todos os recursos e as atividades de P&D do Sistema Eletrobras. Após a promulgação da referida Lei, as empresas do Sistema Eletrobras passaram a gerenciar seus recursos de maneira independente. O centro conta com 324 colaboradores efetivos (ELETROBRAS, 2013), possui 45 patentes depositadas no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial)<sup>14</sup> e um banco de tecnologias para licenciamento a terceiros. Não foram encontradas evidências de transferência de tecnologia entre o CEPEL e as demais empresas do sistema elétrico brasileiro, tampouco casos relevantes de cooperação tecnológica, indicando “hermetismo” do centro. O levantamento dos projetos de P&D realizados pelas empresas pertencentes ao setor elétrico da amostra (CPFL, Cemig, Furnas e Eletronorte) apontam

---

<sup>14</sup> Buscou-se na base de patentes do INPI os depósitos realizados pelo CEPEL através do uso da palavra-chave “CEPEL” no campo do depositante. Foram encontrados 45 depósitos entre 1977 e 2010, exclusive certificados de adição.

apenas cinco projetos feitos em cooperação com o CEPTEL, de um universo de 704 (ver capítulo 5).

De acordo com as entrevistas feitas nessas empresas, os especialistas comentaram sobre os desafios de gerenciar projetos com as universidades, indicando que essas fazem pesquisa direcionada para alimentarem as publicações científicas em detrimento da produção tecnológica.

A CPFL, embora não figure entre os maiores agentes geradores do país, tem duas particularidades, ou seja, a companhia está presente em mais de um estado brasileiro (São Paulo e Rio Grande do Sul) e posiciona-se como a maior distribuidora de energia do país, com 13% do *market-share* (CPFL, 2008). A CPFL surgiu em 1912 mediante a fusão de quatro empresas municipais do interior de São Paulo. Em 1927, ela foi adquirida pela multinacional American & Foreign Power, passando ao controle da Eletrobras em 1964. Em 1997, a empresa foi para as mãos do Grupo VBC (Votorantim, Bradesco e Camargo Correa), da Previ (Fundo de Pensão dos Funcionários do Banco do Brasil) e da Bonaire Participações (reúne os Fundos de pensão Sistel, Petros, Funcesp e Sabesprev). Em 2009, participou do primeiro leilão de energias renováveis e atualmente ela constitui-se a segunda maior geradora privada do país, com capacidade de 2,2 mil Mw, sendo também a maior empresa geradora a partir de fontes alternativas (eólica, PCHs, biomassa da cana-de-açúcar e solar). A empresa detém 235,5 mil quilômetros de linhas de distribuição e é proprietária de oito hidrelétricas, 44 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), 16 parques eólicos, oito usinas de biomassa de cana-de-açúcar e duas térmicas a óleo combustível.

No setor elétrico brasileiro, existe baixa articulação na realização de P&D&I entre provedores de energia elétrica, fornecedores e agentes de P&D&I (universidades e institutos de pesquisa), comprovada pelo baixo envolvimento dos fornecedores nos projetos, *vis-à-vis* as ICTs. Pompermeyer et al. (2011) avaliaram o volume total de projetos do Programa de P&D ANEEL em que as ICTs e os fornecedores se envolveram, entre 2000 e 2009. As primeiras participaram de 92,5% dos projetos de P&D&I (2,2 mil projetos, no valor total de R\$ 1,3 bilhão), ao passo que os segundos, de 25,7% (624 projetos no valor total de R\$ 407 milhões). Do total de fornecedores que participaram de projetos de P&D&I do Programa ANEEL, 32% (94 fornecedores) se envolveram em atividades de consultoria, 0,2% (1 fornecedor) em atividades financiadoras, 56,9% (163 fornecedores) na execução e somente 10% (29 fornecedores) na fabricação. Ou seja, apenas 192 empresas estavam de fato comprometidas com a geração de valor e uma delas com o financiamento adicional ao oferecido pelas concessionárias via “Programa ANEEL”, ao passo

que as demais prestaram serviços de consultoria, sem geração de valor. Os autores complementam essa análise apontando 83 empresas fora da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), o que pode ser um indício para o fato de essas organizações atuarem como “agentes de intermediação” de serviços de consultoria.

A balança comercial brasileira de 2011 e 2012 indica que o peso dos fornecedores de equipamentos eletroeletrônicos é de 1,9% na pauta exportadora (MDIC, 2012). Conclui-se que os fornecedores têm um menor protagonismo na indução da inovação do que as ICTs. As últimas, por sua vez, têm maior número de projetos com as empresas de energia elétrica, porém, esses não resultaram na redução do déficit tecnológico brasileiro (ver capítulo 2).

Quanto aos agentes financeiros, cabe destacar o papel do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que possui instrumentos de financiamento à inovação tecnológica para empresas de todos os portes. Entre 2007 e 2013 o volume global de crédito para a inovação aumentou 16 vezes, oriundo do BNDES e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) (AGUILAR; TIAGO, 2014), sendo esta última um órgão de fomento. Todavia, de acordo com a entrevista realizada com a ACS, as *startups* não conseguem recursos financeiros para o desenvolvimento de seus modelos de negócios devido ao risco embutido na inovação, recorrendo ao *bootstrapping* para iniciarem seus negócios. Dentro do grupo de atores dos agentes financeiros, os investidores anjos (*venture capitalists*) e os bancos comerciais são irrelevantes para o fortalecimento desse SSI.

Em paralelo, os recursos arrecadados e que se destinam aos fundos setoriais não são utilizados na íntegra, pois muitas vezes são empregados para cobrirem o déficit primário do governo (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Arrecadação dos fundos setoriais, empenho de recursos e o percentual efetivamente aproveitado em projetos de P&D&I (R\$ correntes de 2012)

Fundo	Arrecadação (a)	Despesa executada (b)	(b/a) %
<b>CT-Verde-Amarelo (Competitividade)</b>	126.659.743	297.414.636	234,8%*
<b>CT-Infra</b>	907.390.465	319.908.258	35,3%
<b>CT-Amazônia</b>	29.845.040	10.399.512	34,8%
<b>CT-Hidro</b>	64.626.960	16.331.902	25,3%
<b>Fomento e financiamento</b>	4.215.832.780,0	918.967.496	21,8%
<b>CT-Saúde</b>	221.654.550	46.270.283	20,9%
<b>CT-Aeronáutico</b>	94.994.807,0	19.284.465	20,3%
<b>CT-Aquaviário</b>	55.403.487	10.747.594	19,4%
<b>CT-Mineral</b>	<b>29.377.920</b>	<b>5.019.862</b>	<b>17,1%</b>
<b>CT-Biotecnologia</b>	94.994.807	14.431.512	15,2%
<b>CT-Informática</b>	84.428.789	11.745.965	13,9%
<b>CT-Energia</b>	<b>277.311.558</b>	<b>35.078.864</b>	<b>12,6%</b>
<b>CT-Verde-Amarelo (Universidade-Empresa)</b>	506.638.972	61.276.543	12,1%
<b>CT-Agronegócio</b>	221.654.550,0	23.335.146	10,5%
<b>CT-Espacial</b>	50.002.312	2.896.858	5,8%
<b>CT-Transporte</b>	12.705.068	397.891	3,1%
<b>CT-Petro</b>	1.438.143.048	44.428.204	3,1%

\* O valor empenhado no CT-Verde-Amarelo é superior à arrecadação porque esse fundo é transversal e recebe suplementação orçamentária dos outros.

Fonte: MCTI (2012).

Para esse Sistema Setorial, além do Programa de P&D ANEEL e do Fundo CT-Energia, destaca-se o Programa Inova Energia lançado em 2013 através da articulação financeira entre a FINEP, o BNDES e a ANEEL (via recursos obrigatórios de P&D), que disponibilizaram R\$ 1,2 bilhão, R\$, 1,2 bilhão e R\$ 600 milhões, respectivamente, nas linhas temáticas de equipamentos para redes elétricas inteligentes, soluções para a cadeia fotovoltaica, motores e sistemas de tração e acumulação de energia (FINEP, 2014). Em termos de resultados, 62 planos de negócios foram aprovados para receberem esses recursos.

Considerando os organismos governamentais, a oferta e o despacho de energia do SIN são controlados pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) (organismo de suporte à operação e comercialização), que também faz a integração coordenada dos fluxos de energia elétrica entre as regiões, dependendo do nível dos reservatórios. A ANEEL, órgão regulador concebido em 1996 com a privatização do setor elétrico, busca o equilíbrio entre a fiscalização das atividades das



concessionárias, a obtenção de resultados sólidos no longo prazo para essas empresas e a modicidade tarifária para o consumidor (ANEEL, 2008b). A ANEEL foi criada em substituição ao antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) e está representada nos estados da federação por meio de agências conveniadas. Operacionalmente, suas atribuições são: a) administrar concessões de geração, transmissão e distribuição; b) controlar as tarifas; c) fiscalizar a prestação de serviços e aplicar multas, se necessário; d) fiscalizar os resultados do Programa de P&D; e) promover licitações para novas concessões; f) resolver disputas administrativas entre concessionárias e concessionárias e consumidores; g) definir critérios tarifários.

Até o ano de 2004, o mercado de compra e venda de energia operava em ambiente de livre contratação sob a supervisão do Mercado Atacadista de Energia (MAE), do qual participavam geradores, comercializadores, *brokers* de energia e consumidores livres. Com a implantação de um novo modelo em 2004, o MAE foi substituído pela CCEE (organismo de suporte à operação e comercialização) e através dela surgiu o Ambiente de Contratação Regulada. Ao contrário dos ambientes livres, nos regulados participam somente geradoras e distribuidoras, sendo possível a elas fazerem grandes compras de suprimento energético para o longo prazo, isto é, com entregas para um, três ou cinco anos. A CCEE restringiu a contratação livre, que em 2008 reduziu-se a 30% do total comercializado (ANEEL, 2008b). A ANEEL e a CCEE são os atores que realizam os leilões de energia, cujas datas são definidas pelo MME. Em especial, a CCEE contribui no fomento à inovação tecnológica, na medida em que as concessionárias de energia fazem projetos de P&D voltados para prever os preços futuros de compra e venda de energia com a menor margem de erro possível. A análise dos projetos do Programa ANEEL em andamento identificou seis projetos dessa natureza iniciados entre 2008 e 2013, totalizando o investimento de R\$ 5,5 milhões (ANEEL, 2013).

Em termos da governança pública do setor elétrico brasileiro, ligado à Presidência da República está o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), órgão de planejamento, cuja atribuição consiste em formular políticas para o aproveitamento racional dos recursos energéticos do país. Uma vez elaboradas as diretrizes da política energética pelo CNPE, o MME as executa. Ainda, esse último pode definir ações para garantir o suprimento de energia em situações de desequilíbrio entre oferta e demanda. Nesse contexto, a EPE é o organismo que elabora estudos para o planejamento energético do país.

O Comitê de Monitoramento do Setor de Energia (CMSE) é um organismo de suporte à operação que está sob a supervisão do MME e controla as condições de fornecimento de energia, indicando providências cabíveis quando há desequilíbrios no sistema elétrico. O MME é o órgão executivo mais importante, ao qual estão subordinados a ANEEL e os outros órgãos de planejamento, quais sejam, a Secretaria de Energia Elétrica e a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético.

Existem órgãos de controle social, os conselhos ambientais deliberativos (Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA e Conselhos Municipais do Meio Ambiente, COMDEMA), assim como as entidades autárquicas de defesa do consumidor e da concorrência (Conselho Administrativo de Defesa Econômica, CADE). Dentre as associações e sindicatos patronais, há cerca de 15 representativas das empresas concessionárias<sup>15</sup>, porém, a ABRADDEE destaca-se pela existência do Grupo de Trabalho de P&D (GT-P&D), que discute projetos em comum dentro do Programa da ANEEL, como também oportunidades de transferência de tecnologia entre as próprias concessionárias dele participantes.

A Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (ABINEE) é a entidade mais proeminente que representa os fornecedores de equipamentos elétricos instalados no Brasil, fazendo a interlocução entre as empresas e os organismos governamentais. Mapearam-se 10 grupos sindicais estaduais<sup>16</sup> de trabalhadores de energia elétrica, filiados à CUT e à Federação Nacional dos Urbanitários (FNU), com atuação restrita às negociações salariais e melhoria nas relações de trabalho<sup>17</sup>, sem relevante protagonismo na indução da inovação tecnológica. O Quadro 3.3 a

---

<sup>15</sup> Associação Brasileira das Companhias de Energia Elétrica (ABCE), Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares (ABDAN), Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEólica), Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia Elétrica (ABIAPE), Associação Brasileira dos Grandes Consumidores Industriais de Energia e Consumidores Livres (ABRACE), Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia Elétrica (ABRACEEL), Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADDEE), Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica (ABRAGE), Associação Brasileira de Geração Flexível (ABRAGEF), Associação Brasileira de Geradoras Térmicas (ABRAGET), Associação Brasileira das Grandes Empresas de Transmissão de Energia Elétrica (ABRATE), Associação Nacional dos Consumidores de Energia (ANACE), Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia Elétrica (APINE), Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa (ABRAGEL), Sindicato da Indústria de Energia do Estado de São Paulo (SIESP) e Associação da Indústria de Cogeração de Energia (COGEN).

<sup>16</sup> Sinergia (São Paulo), Sinergia (Santa Catarina), Sinergia (Mato Grosso do Sul) e Sinergia (Bahia), Sindieletrô (Minas Gerais e Ceará), Sintergia (Rio de Janeiro) Urbanitários (Distrito Federal, Maranhão, Acre e Alagoas), Sindletric (Paraíba) e Steet (Tocantins), Sintern (Rio Grande do Norte). Os Sindicatos Sinergia não têm a mesma identidade visual nem fazem referências dos Estados onde estão presentes, levando à conclusão de que se tratam de escritórios sindicais diferentes com o mesmo nome.

<sup>17</sup> Consulta a acordos coletivos dos grupos sindicais filiados à CUT e FNU, vários anos.

seguir atribui pontos para a situação e o protagonismo dos grupos de atores supracitados no Brasil, com base em seus papéis, esforços e resultados acima analisados.

Quadro 3.3 - Matriz de caracterização de atores no Brasil para energia

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
Provedores de energia	Concessionários do serviço público	Empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sujeitas a contratos administrativos com o ente público, os quais lhes dão a concessão de exploração desses serviços.	2	1	A energia elétrica está presente em 99,3% dos domicílios (World Bank, 2014). As concessionárias são obrigadas a investirem em P&D, por isso, receberam 2 pontos quanto à situação no país. Porém, o papel desses atores na indução da inovação ainda é pouco relevante (1 ponto), pois as empresas enxergam a P&D como uma obrigação legal e estão pouco engajadas com outros atores do SSI que não sejam as ICTs, no que tange à pesquisa.
	Comercializador	Pessoa jurídica que atua como <i>broker</i> de venda de energia para clientes livres.	1	1	Existem 144 comercializadoras de energia em algumas regiões do país que oferecem energia aos consumidores livres (1 ponto). Foram identificados somente seis projetos de P&D do Programa da ANEEL voltados à comercialização de energia, num universo de dois mil, entre 2008 e 2013 (1 ponto).
	Produtores independentes	Produtores de energia que não têm contratos de concessão de áreas, mas podem produzi-la por meio de geração e cogeração e vendê-la a terceiros.	2	1	Existem 445 produtores independentes espalhados pelo Brasil (2 pontos) que são obrigados a fazer P&D, mas esses enxergam a inovação tecnológica como obrigação legal (1 ponto).
Fornecedores	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de transporte de energia, controle e proteção de	1	2	No caso do Brasil, existem fabricantes de sistemas e equipamentos de empresas multinacionais (1 ponto) que oneram a balança tecnológica (Eixo 1). Os fornecedores têm papel relevante na difusão da inovação tecnológica (2

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		redes e serviços ancilares.**			pontos). Deles vêm boa parte das tecnologias utilizadas pelas empresas de G-T-D-C, seja de hardware, seja de software. Isto não significa, entretanto, que tenham atividades relevantes de P&D, mas sim que promovem difusão de tecnologias.
<b>Agentes financeiros</b>	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e equipamentos	2	2	O BNDES é um banco de desenvolvimento com operações em todo o país voltadas para empresas de pequeno, médio e grande portes (2 pontos). O banco articula-se com agências de fomento e ANEEL em programas de estímulo à inovação. A ampliação do crédito nos últimos anos é uma evidência de capilaridade e efetividade dos programas de financiamento (2 pontos).
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	1	0	Embora existam bancos privados no país (1 ponto), esses não têm instrumentos de financiamento à inovação nesse SSI.
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos em <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de inovação tecnológica nesse setor.	1	0	Os <i>venture capitalists</i> existem no país (1 ponto), porém não têm atuação no SSI de energia.
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos e planejamento da expansão do sistema.	2	1	Existem dois órgãos de planejamento com atuação sobre o SIN e os Sistemas Isolados (EPE e CNPE) (2 pontos). A previsão da demanda e a expansão do sistema impactam nas decisões de investimento das concessionárias de energia

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
					elétrica, na medida em que a inovação passa a objetivar aumento de eficiência operacional, melhoria na qualidade do fornecimento e redução de custos (1 ponto).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização de qualidade do fornecimento de energia e tarifas.	2	2	A ANEEL está presente em todo o território nacional (2 pontos) através de agências conveniadas. Ela é um agente essencial no que tange aos investimentos em P&D realizados nesse SSI (2 pontos).
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos do sistema elétrico.	1	1	O Inmetro é o órgão normatizador brasileiro (1 ponto), responsável pela difusão de padrões de equipamentos e sistemas. A adoção de normas e padrões influencia as empresas na busca da qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
	Organismos de suporte à operação e comercialização	Agentes que cuidam de processos de despacho da energia e da liquidação de contratos de compra e venda.	2	1	O ONS e a CCEE são atuantes no território nacional (2 pontos) e buscam otimizar a alocação da distribuição e comercialização de energia, estimulando nas empresas a inovação tecnológica nesses processos da cadeia produtiva (1 ponto).
<b>Consumidores</b>	Residenciais	Pessoas físicas	Não se aplica	1	Os consumidores têm alguma relevância no processo de inovação tecnológica (1 ponto), na medida em que as empresas de energia elétrica são obrigadas a atenderem padrões de qualidade de energia especificados nos procedimentos de rede e nos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica (Prodist) (ver item 4.1.1).
	Comerciais	Pessoas jurídicas que comercializam produtos e serviços sem atividades de processamento.	Não se aplica	1	
	Industriais	Pessoas jurídicas que realizam atividade de transformação e processamento	Não se aplica	1	

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
		em larga escala.			
	Rurais	Consumidores localizados em área rural.	Não se aplica	1	
	Públicos	Entes da administração pública.	Não se aplica	1	
Agentes de P&D&I	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	1	1	As concessionárias de energia aplicam recursos de P&D&I do Programa ANEEL preferencialmente em universidades e institutos de pesquisa (ICTs) (1 ponto). Todavia, esses resultados são pouco efetivos no mercado, as universidades fazem pesquisa direcionada para publicações científicas em detrimento da produção tecnológica, por isso, seu protagonismo na difusão da inovação ainda é medianamente relevante nesse SSI (1 ponto).
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador.	1	1	Existem <i>startups</i> de base tecnológica voltadas para energia (1 ponto), mas infere-se que seu protagonismo seja medianamente relevante devido à dificuldade de geração de tecnologia para compensar o déficit tecnológico (1 ponto).
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa públicas e privadas cujas atividades precípuas são pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.	1	1	O CEPTEL é o centro cativo de P&D da Eletrobras, sendo a referência nacional em pesquisa tecnológica de fronteira na área de energia elétrica há 30 anos, com 45 patentes depositadas no INPI e um banco de tecnologias para comercialização. Apesar desses resultados, não foram identificadas relações de cooperação tecnológica substantivas entre as empresas da Eletrobras da amostra e o Cepel (1 ponto). Esse é um indicio do “hermetismo” do centro, responsável pela sua

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
					baixa relevância na difusão da inovação (1 ponto).
	Organismos de fomento	Instituições responsáveis pela concessão de bolsas de estudo, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.	1	1	Os organismos de fomento concedem bolsas de apoio à pesquisa acadêmica em universidades, porém esses são medianamente relevantes no universo das empresas (1 ponto). A FINEP atua na concessão de subvenção e financiamento a empresas, mas essas reportam que têm dificuldades de captarem recursos desse órgão de fomento (ver capítulo 5), segundo as entrevistas (1 ponto).
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	2	2	Os laboratórios de assistência técnica estão presentes no país (2 pontos) e são importantes atores na aprovação dos resultados dos projetos de P&D&I no setor elétrico (prova de conceito) (2 pontos). Segundo relatado pelas concessionárias de energia, durante as entrevistas, sem ensaios e testes, os produtos e processos gerados no âmbito da P&D&I não podem ser usados nas redes de energia.
<b>Associações</b>	Associações de provedores de energia	Associações representativas de fornecedores de energia, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores e agentes de certificação.	2	1	Dentre as 15 associações pesquisadas, a ABRADDEE é a principal nesse SSI, pois promove o intercâmbio de conhecimento e tecnologias entre as áreas de gestão da inovação tecnológica das distribuidoras de todo o país (2 pontos) (1 ponto).
	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações representativas de fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores,	1	0	A ABINEE é a associação que congrega fabricantes e possui expressão nacional (1 ponto), atuando de maneira genérica na formulação de políticas públicas. Não há influência dessa associação na difusão da inovação para o SSI em pauta.

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		organismos normatizadores e agentes de certificação.			
	Associações de consumidores	Associações representativas de consumidores defensoras de seus direitos civis perante fornecedores de energia e órgãos governamentais.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.
	Associações de trabalhadores	Agentes sindicais que atuam na defesa dos trabalhadores dos provedores de energia.	1	0	Os agentes sindicais estão espalhados pelo Brasil (1 ponto), mas sua atuação restringe-se a negociações salariais, tendo irrelevante protagonismo na difusão da inovação.

\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

\*\* Serviços técnicos subjacentes necessários à entrega da energia ao destino final, conforme as condições contratuais de fornecimento.

Fonte: elaboração própria.

Na avaliação da influência e dependência entre os grupos de atores, fez-se a matriz quadrada (Anexo 1-a), a qual resulta no Gráfico 3.1. Nesse, os grupos apresentam concentração no quadrante de baixa influência e baixa dependência, explicada pela pouca articulação entre eles.

Ora, os fornecedores de equipamentos e parcialmente os provedores de energia têm alta influência devido ao fato de que são difusores e adotantes de tecnologias e inovações, em sua maior parte importadas. Portanto, suas ações impactam, em maior ou menor medida, nos organismos governamentais, fornecedores, agentes de P&D&I, consumidores, associações e agentes financeiros. Por exemplo, as concessionárias alocam recursos de pesquisa nos agentes de P&D&I, por imposição do Programa ANEEL. Da mesma forma, os organismos governamentais

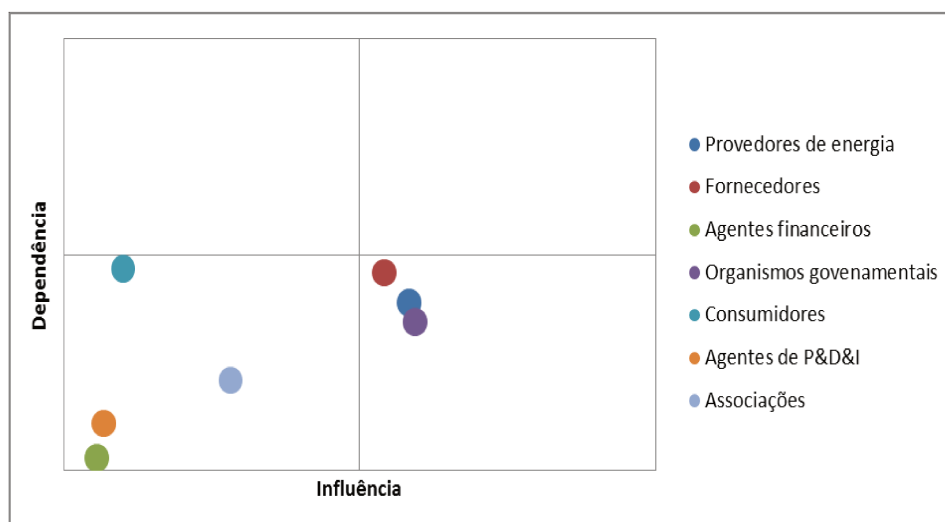


influenciam os grupos de provedores de energia, consumidores, agentes financeiros, associações e agentes de P&D&I. A ANEEL determina as condições de reajuste da tarifa para os consumidores finais, ao mesmo tempo em que fixa parâmetros de qualidade de energia para as concessionárias e impõe o estímulo à inovação tecnológica a elas.

Os fornecedores têm alta influência sobre os demais grupos de atores, mormente sobre os provedores de energia e os consumidores finais, através da produção e comercialização de sistemas e equipamentos. Quanto aos agentes financeiros, destacam-se o BNDES e a FINEP, que possuem linhas de crédito voltadas para a inovação tecnológica no setor de energia elétrica, impactando principalmente no grupo de fornecedores. No tocante aos consumidores, esses são diretamente influenciados pelos provedores de energia, fornecedores de sistemas e equipamentos e organismos governamentais.

Da mesma forma, os agentes de P&D&I têm baixa influência e baixa dependência nesse SSI, reconhecendo-se a modesta relevância das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), que concedem recursos de bolsas de auxílio à pesquisa a alunos das próprias universidades. Das associações identificadas, apenas a ABRADEE tem um grupo voltado para intercâmbio de conhecimento, boas práticas e tecnologias entre as concessionárias. Os sindicatos de trabalhadores restringem-se à negociação reajustes salariais e à observância das relações de trabalho. Por este motivo, as associações situam-se no quadrante de baixa influência e baixa dependência.

Gráfico 3.1 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica brasileiro



Fonte: elaboração própria.

### 3.1.2. Canadá

No Canadá, a matriz eletroenergética é constituída pela geração hidrelétrica (60%), embora exista uma cesta de opções energéticas composta por carvão (11,4%), nuclear (14,3%), gás natural (11,1%) e outras fontes renováveis como biomassa, eólica, solar e energia das marés (3,1%) (NATURAL RESOURCES CANADA, 2013). O Canadá é formado por 10 províncias, sendo que as três maiores geradoras de energia elétrica são Quebec, Ontário e Alberta, nesta ordem (CENTRE FOR ENERGY, 2010; BLAKES, 2014). O país é o segundo maior exportador de energia do mundo, enviando 10% da produção total de eletricidade para os EUA. Seu sistema interliga as regiões Norte e Sul, bem como com os estados norte-americanos. Entre 2011 e 2030, o governo do Canadá planeja investir 240 bilhões de dólares canadenses em tecnologias que permitam o aumento do uso de fontes alternativas (gás natural, biomassa, solar e eólica), seguida da consequente redução da dependência de energia nuclear e da própria hidroeletricidade.

Considerando o grupo dos provedores de energia, existem 49 empresas de geração de energia elétrica, 31 de transmissão, controle e distribuição e 26 de distribuição (INDUSTRY CANADA, 2014). As províncias regulam preços e produção em suas jurisdições respectivas, podendo contar com os organismos governamentais e os operadores de energia, para fazerem o planejamento no sistema e as liquidações de compra. Em cada uma delas, os mercados de geração, transmissão e distribuição variam suas características de acordo com o grau de controle (mais ou menos regulado) e a estrutura (livre concorrência, oligopólio ou monopólio).

Na província do Quebec atuam organismos governamentais (agência reguladora), agentes de P&D&I e provedor de energia de forma integrada. O mercado é regulado pela agência estatal *Régie de l'énergie*, que é responsável pela conciliação entre interesse público, atendimento aos consumidores e tratamento justo aos provedores de energia. A Hydro Quebec é uma empresa estatal que detém o monopólio da geração, transmissão e distribuição de eletricidade nessa província. É a única empresa do Canadá que possui um grande centro de P&D&I cativo com 500 funcionários, o Instituto de Pesquisa da Hydro Quebec (*Institut de Recherche Hydro Quebec*, IREQ), investindo 100 milhões de dólares canadenses por ano em inovação tecnológica.

O NRCAN faz um planejamento quinquenal de P&D&I e eficiência energética, determinando metas de investimento para a Hydro Quebec. E essa, por sua monta, é obrigada a gerenciar seus próprios programas e aplicar recursos em projetos de P&D&I.

Na província de Ontário, até 1998 a Ontario Hydro era a única empresa geradora. A partir daquele ano, esse provedor de energia assumiu os ativos de geração da Ontario Hydro; a Hydro One (companhia estadual) ficou com a transmissão e a distribuição de energia na área rural. O Operador Independente do Sistema Elétrico (*Independent Electricity System Operator, IESO*) passou a ser o organismo governamental operador de energia elétrica no sistema de transmissão. Com a introdução da concorrência nos mercados de varejo e atacado de energia, foi criado o organismo de planejamento intitulado Autoridade de Energia em Ontário (*Ontario Power Authority, OPA*) tanto para fazer o planejamento energético quanto para mediar as operações de compra e venda de energia. Através do OPA, agentes privados (pessoas físicas e jurídicas) podem comprar e vender energias renováveis por meio de contratos de longo prazo com preços pré-fixados (*Fit Program*).

O financiamento à inovação é concedido de forma diferente em cada província e território por organismos governamentais, principalmente pelas agências de fomento, que contemplam todas as fases da inovação, desde a pesquisa básica, até a comercialização (CANADA BUSINESS NETWORK, 2014). Em especial, o *Conservation Fund* do OPA de Ontário e a agência de inovação de Alberta (*Alberta Innovates*), financiam projetos de eficiência energética e energias alternativas. Em Alberta, empresas *startups* podem receber “vouchers” de pesquisa entre 15 mil e 50 mil dólares canadenses para colocarem suas ideias no mercado.

Em Alberta, a geração de energia é regulada pela Comissão de Utilities de Alberta (*Alberta Utilities Commission, AUC*) e as negociações de compra e venda da energia gerada ocorrem no mercado *spot*, no âmbito da bolsa (*Alberta Power Pool*). Essa é gerenciada pelo Operador do Sistema Elétrico de Alberta (*Alberta Electric System Operator, AESO*) (organismo de suporte à operação). Nesse mercado, os principais atores são: a) os *brokers* do mercado interno, que vendem energia na província; b) os *brokers* de outras províncias, os quais vendem energia em Alberta; c) os geradores e produtores independentes; d) os *brokers* exportadores de energia e; e) os *brokers* varejistas, que revendem a energia para os consumidores finais.

No que tange ao processo de transmissão, existem três companhias responsáveis pela interconexão da rede, ATCO Electric, Fortis Alberta e Alta Link. Em Alberta, qualquer empresa é elegível a se interconectar à rede para fornecer energia.

Quanto ao grupo de fornecedores, no Canadá, a pauta de exportações é especialmente composta pela venda de energia elétrica, a qual representa 23% do total exportado (STATISTICS

CANADA, 2014). Por sua vez, a exportação de equipamentos elétricos compõe 5% da pauta exportadora, todavia, entre 2009 e 2013 o Canadá importou mais equipamentos elétricos do que exportou. A análise da indústria manufatureira permite depreender que a indústria de equipamentos elétricos canadense é mais internacionalizada do que a média da indústria. Enquanto 10% das empresas pertencentes à indústria canadense têm plantas fora do país, 18% das empresas da indústria de equipamentos elétricos é internacionalizada. Não obstante, 25% das empresas de equipamentos elétricos investem em plantas de P&D&I (expansão ou novo investimento), ao passo que a média da indústria é de 8% (INDUSTRY CANADA; MC MASTER UNIVERSITY, 2012).

O organismo de amplitude federal que regula produção, transmissão e comercialização das energias primária e secundária entre as províncias canadenses se chama Cúpula Nacional Canadense de Energia (*Canada's National Energy Board*, CNEB), cuja criação data de 1959 (CARON, 2014). Especificamente, as ações dessa agência são: a) construção e operação de linhas de transmissão e dutos de gás entre as províncias ou entre essas e demais países; b) determinação de tarifas e multas às empresas; c) exportações e importações de energias; d) exploração de petróleo e gás. Complementarmente, as ações de sustentabilidade socioambientais são de competência do Ministério de Recursos Naturais e Vida Selvagem, o qual cuida dos recursos naturais do território: florestas, energia e minerais (CENTRE FOR ENERGY, 2010). O CNEB possui acordos de cooperação com o Ministério para elaboração conjunta de políticas energéticas, intercâmbio de informações e investigação de acidentes em dutos de petróleo com outros ministérios e agências das províncias (CARON, 2014), além de acordos de compra de energia elétrica para o longo prazo, feitos para emular o desenvolvimento de energias alternativas nas províncias.

Dentre os agentes de P&D&I de relevância, a Receita Canadense (*Canada Revenue Agency*, CRA) é o órgão responsável pela concessão de todos os incentivos fiscais para as atividades de P&D na forma de devolução de impostos e concessão de créditos, administrando tanto os incentivos dados pelo governo federal, quanto os oferecidos pelas províncias e pelos territórios a todas as empresas do Canadá, desde que essas façam atividades de P&D&I no território (CRA, 2014). Dentre os agentes financeiros, no Canadá foi identificada a Agência Canadense de Desenvolvimento de Exportação (*Export Development Canada*), que atua como um banco de

desenvolvimento para exportadores, mas não há destaque para *venture capitalists* e bancos comerciais nesse SSI.

O órgão nacional de normatização é o *Measurement Canada*, subordinado ao Ministério da Indústria, que expede normas, padrões e certificações para sistemas e equipamentos canadenses. Ainda, o organismo arbitra disputas entre consumidores e fabricantes quando há suspeita de fraudes nas especificações dos equipamentos comercializados.

Dentre as associações identificadas nesse SSI, a Associação Canadense de Eletricidade (*Canadian Electricity Association*, CEA) representa as empresas do setor, faz a interlocução entre as concessionárias e o poder público, além de promover o *networking* entre as empresas filiadas através de fóruns e eventos de premiações.

Com base no exposto, o Quadro 3.4 a seguir resume a amplitude e o protagonismo dos atores e seus grupos no SSI de energia canadense.

Quadro 3.4 - Matriz de caracterização dos atores de energia para o Canadá

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
Provedores de energia	Concessionárias do serviço público	Empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sujeitas a contratos administrativos com o ente público, os quais lhes dão a concessão de exploração desses serviços.	2	2	As concessionárias de energia estão em todo o país e têm inserção internacional exportadora (2 pontos), além de fazerem P&D&I (2 pontos).
	Comercializador	Pessoa jurídica que atua como <i>broker</i> de venda de energia para clientes livres.	1	2	A liberdade de mercado em Alberta e Ontário estimula a criação de <i>brokers</i> em algumas províncias do país (1 ponto), o que promove a competição e, por conseguinte, a inovação entre as empresas (2 pontos).
	Produtores independentes	Produtores de energia que não têm contratos de concessão de áreas, mas podem produzi-la por meio de geração e co-geração e vendê-la a terceiros.	1	2	A liberdade de mercado em Alberta e Ontário estimula o surgimento de produtores independentes (1 ponto), o que promove a competição e, por conseguinte, a inovação entre as empresas (2 pontos) (ver item 4.2.1).
Fornecedores	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de transporte de energia, controle e proteção de redes e serviços ancilares.	2	2	Os fabricantes de equipamentos elétricos canadenses são mais internacionalizados do que a média da indústria e fazem P&D&I (2 pontos). Destaque-se que esses compõem 5% da pauta exportadora canadense, ao passo que no Brasil esse número cai para 1,9% (2 pontos).
Agentes financeiros	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	2	2	A <i>Export Development Canada</i> é um organismo governamental que atua no fomento à exportação de empresas de qualquer porte (2 pontos) e também empresta dinheiro a compradores de produtos canadenses residentes em

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
					outros países (2 pontos) (ver item 4.2.3).
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	1	0	Embora existam bancos privados no país (1 ponto), esses não têm instrumentos de financiamento à inovação nesse SSI.
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos em <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de inovação tecnológica nesse setor.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências de atuação desses atores nesse SSI.
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos e planejamento da expansão do sistema.	1	1	Existem órgãos de planejamento com atuação federal e sobre as províncias e os territórios. A previsão da demanda e expansão do sistema impacta nas decisões de investimento das concessionárias de energia elétrica, especialmente na busca da diversificação da matriz energética e em redes inteligentes (1 ponto). Ainda, identificou-se investimento de um órgão de planejamento em projetos de inovação em eficiência energética em Ontário, o que justifica sua relevância, ainda que modesta, na difusão da inovação (1 ponto).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização de qualidade do fornecimento de energia e tarifas.	1	1	Existem órgãos de regulação na esfera federal e sobre as províncias e os territórios, responsáveis pela arbitragem entre consumidores e empresas de energia elétrica (1 ponto). À exceção do Quebec, onde existe a <i>Régie</i> , esses órgãos não têm relevância na difusão da inovação. Devido ao papel da <i>Régie</i> de obrigar a

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
					Hydro Quebec a fazer P&D, atribui-se 1 ponto no item “papel do ator na indução da inovação”.
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos do sistema elétrico.	1	1	O <i>Measurement Canada</i> é o órgão normatizador canadense, responsável pela difusão de padrões de equipamentos e sistemas (1 ponto). A adoção de normas e padrões influencia as empresas na busca da qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
	Organismos de suporte à operação e comercialização	Agentes que cuidam de processos de despacho da energia e da liquidação de contratos de compra e venda.	1	2	Nesses órgãos é feito o despacho de energia elétrica no sistema canadense (1 ponto). Além disso, em Alberta, por exemplo, existe um <i>pool</i> que permite aos consumidores escolherem seus provedores. Com o fomento à competição, a inovação é estimulada entre as empresas do setor (2 pontos).
Consumidores	Residenciais	Pessoas físicas	Não se aplica	2	Os consumidores têm relevância nesse SSI, pois podem escolher seu provedor de energia em algumas regiões do país, conferindo-lhes maior poder de barganha. A concorrência promove a inovação nesse mercado (2 pontos).
	Comerciais	Pessoas jurídicas que comercializam produtos e serviços sem atividades de processamento.	Não se aplica	2	
	Industriais	Pessoas jurídicas que realizam atividade de transformação e processamento em larga escala.	Não se aplica	2	
	Rurais	Consumidores localizados em área rural.	Não se aplica	2	
	Públicos	Entes da administração pública.	Não se aplica	2	



Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
Agentes de P&D&I	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	1	N.d.	Embora existam universidades canadenses de classe mundial, como as Universidades de Toronto, Alberta, McGill e British Columbia (THOMSON REUTERS, 2013) (1 ponto), não foram encontradas evidências do protagonismo desses atores no SSI em tela (N.d).
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador.	2	2	Existem <i>startups</i> de base tecnológica voltadas para energia. A indústria de eletroeletrônicos canadense é mais internacionalizada que a média da indústria (2 pontos). As <i>startups</i> são estimuladas pelos programas diversificados de fomento à inovação das agências de desenvolvimento (2 pontos) (ver item 4.2.3).
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa públicas cujas atividades precípuas são pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.	1	1	A Hydro Quebec também é obrigada por força de lei a aplicar recursos financeiros em P&D&I através de seu centro cativo (1 ponto). O IREQ, com atuação regional, (1 ponto) investe anualmente em P&D&I em temas estratégicos para a empresa.
	Organismos de fomento	Instituições responsáveis pela concessão de bolsas de estudo, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.	2	2	No Canadá, existem instrumentos diversificados espalhados pelo país (2 pontos) de suporte à inovação para <i>startups</i> (2 pontos) (ver item 4.2.3).
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	1	1	Identificou-se que o IREQ, de atuação regional (1 ponto), é um órgão de testes e certificação (1 ponto).

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
<b>Associações</b>	Associações de provedores de energia	Associações representativas de fornecedores de energia, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores e agentes de certificação.	1	1	A CEA é uma associação nacional (1 ponto), que representa as empresas e fomenta troca de conhecimento e boas práticas para a adoção de tecnologias (1 ponto).
	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações representativas de fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências de associações desses atores nesse SSI (N.d.).
	Associações de consumidores	Associações representativas de consumidores defensoras de seus direitos civis perante fornecedores de energia e órgãos governamentais.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências de associações desses atores nesse SSI (N.d.).
	Associações de trabalhadores	Agentes sindicais que atuam na defesa dos trabalhadores dos provedores de energia.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências de associações desses atores nesse SSI (N.d.).

\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

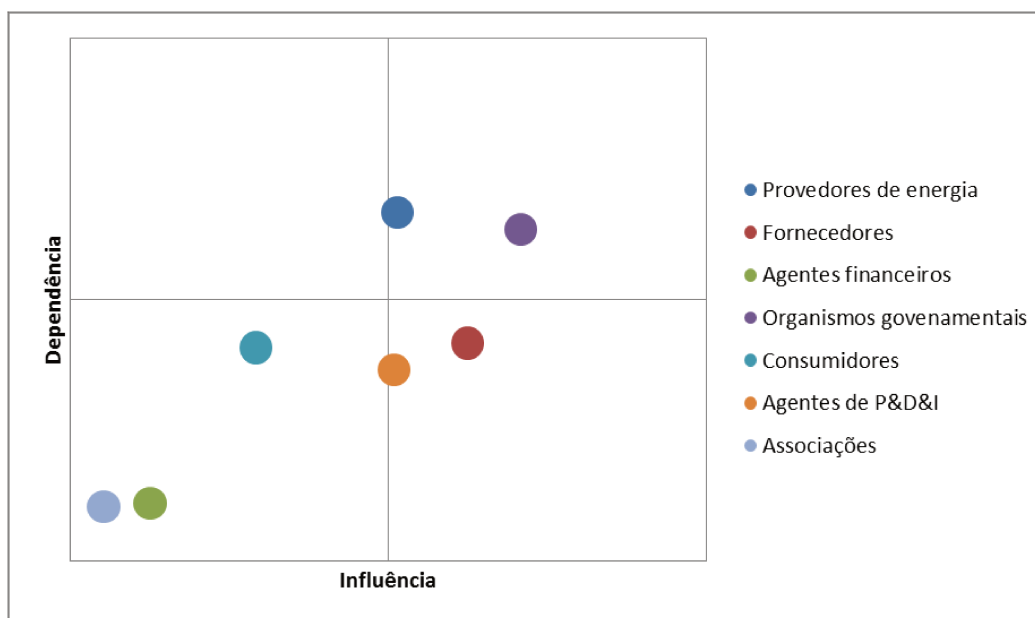
Fonte: elaboração própria.

A análise de influência e dependência a partir da matriz quadrada (Anexo 1-b) mostra que os provedores de energia pendem para o quadrante de alta influência e alta dependência face aos demais grupos de atores (Gráfico 3.2). Esses provedores promovem o ambiente competitivo em Alberta e Ontário. Por sua vez, os organismos governamentais tendem a estar no quadrante de alta influência e baixa dependência em relação aos outros grupos uma vez que direcionam a política energética.

Os fornecedores têm relevância, além de alta influência e baixa dependência no SSI na medida em que exportam, investem em P&D&I e ser internacionalizam mais do que a média da indústria canadense. Para esse sistema, os agentes financeiros não são relevantes, com exceção da *Export Development Canada* que age como banco de desenvolvimento para empresas exportadoras.

De forma geral, os consumidores têm baixa influência e baixa dependência em relação aos demais atores SSI, mas são representados pelos organismos governamentais como o *Measurement Canada* e as agências reguladoras em situações de disputa. Os agentes de P&D&I têm alta influência e baixa dependência sobre os demais grupos porque apresentam instrumentos diversificados de fomento a negócios de todos os tipos e portes. Dentre as associações, encontrou-se que a CEA é o ator-chave da interlocução entre provedores de energia e governo, com baixa influência sobre o resto dos grupos de atores.

Gráfico 3.2 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica canadense



Fonte: elaboração própria.

### 3.1.3. Alemanha

Na Alemanha, a privatização da energia elétrica iniciou-se em 1998. Antes disso, os provedores de energia eram ativos dos governos federal, estadual ou municipal. As grandes empresas públicas atuavam nos processos de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia como a RWE, VEW, EnBW, BEWAG e HEW, que juntas perfaziam 59% do mercado de distribuição para o consumidor final. As companhias regionais somavam o número de 80 e as municipais eram mais de 900 (BRANDT, 2006). Quanto a essas últimas, prestavam também serviços de aquecimento a gás e fornecimento de água.

Após a privatização, permaneceram quatro companhias no mercado nacional, a RWE, E.On, EnBW e Vatenvall Europe, que juntas detêm 72,8% do mercado de distribuição e 100% da transmissão. Ainda existem 700 empresas atuantes na distribuição em nível municipal, porém, essas têm apenas 27,2% desse mercado. Tais empresas venderam seus ativos de distribuição para as grandes companhias e mantiveram-se seus acionistas, mas desde 2006, um quarto delas vêm procurando construir seus próprios parques geradores de energias alternativas (BRANDT, 2006). A geração distribuída existe em pequenos municípios, porém, ainda não acontece em escala relevante. Mediante a visita técnica realizada no Estado da Westfália em 2011, notou-se também que os municípios, por intermédio da administração municipal, buscam ser produtores independentes. A cidade de Saerbeck com o programa *Energieautark 2030* construiu seu próprio parque eólico, o qual produz e vende energia para o sistema elétrico.

Na Alemanha, 44,7% da energia elétrica é gerada a partir de carvão, 21,9% de fontes renováveis, 16% de usinas nucleares, 11,3% de gás natural e 6% originam-se de outras fontes (BDEW, 2013a). Nos últimos anos, o consumo de energia elétrica tem decrescido em razão do progresso tecnológico da indústria alemã, que vem adotando as melhores práticas em eficiência energética de equipamentos. Em 2011, o consumo de eletricidade foi de 560 TWh, ao passo que em 2012, este caiu para 552,3 TWh. Entre 1990 e 2011 o consumo de energia primária reduziu-se em 12% (BDEW, 2013a).

O projeto “Mudança Energética” (*Energiewende*), iniciado em 2011, foi motivado pelo desastre com as usinas nucleares no Japão no mesmo ano (SCHLOMANN; EICHHAMMER, 2012). Este programa tem como princípios (AUER; HEYMANN, 2012): a) redução no consumo de CO<sub>2</sub> em 40% até 2020 e 80% até 2050; b) descontinuidade das usinas nucleares até 2022; c) aumento do

uso de fontes renováveis na matriz energética para 35% em 2020 e 80% em 2050; d) redução do consumo de energia primária em 50% em 2050 através da eficiência energética; e) redução do consumo de energia primária em prédios em 80% e nos transportes, redução de 40% até 2050.

Os quatro grandes provedores de energia do mercado alemão compraram empresas de energia na Europa Oriental, Espanha e Grã-Bretanha. Isso nada mais foi do que uma estratégia de desenvolvimento do governo federal alemão (*Bundesregierung*), que objetivava estimular a atuação de grandes *players* em esfera internacional, como a E.On.

Nesta, que é a segunda maior empresa de energia elétrica na Europa (a primeira é a EDF francesa), a inovação tecnológica está presente por meio da cooperação com agentes de P&D&I, isto é, universidades e *startups*. Em 2006, a E.On inaugurou seu primeiro centro de P&D&I na universidade RWTH de Aachen, investindo 40 milhões de euros em pesquisas sobre eficiência energética e energias renováveis<sup>18</sup>. Em 2011, lançou um concurso de inovação tecnológica para o tema de *smart grid*, através de um edital de um milhão de euros e, em 2013 passou a atuar como *venture capitalist* de empresas *startups* de alto potencial inovador. Dentre os agentes de P&D&I, os institutos de pesquisa e as universidades têm atuação relevante com a indústria de equipamentos. Os institutos de pesquisa aplicada da Sociedade Fraunhofer estão presentes nas universidades alemãs e fazem pesquisa em articulação com universidades e grandes empresas. Na Alemanha, existem 67 unidades desse instituto, 16 delas voltadas para P&D&I em energia eólica, solar, bioenergia, eficiência energética, armazenamento de energia e *smart grid* (FRAUNHOFER, 2014). Em especial, o Instituto para Automação (*Fabrikbetrieb und Automatisierung*) desenvolve treinamentos para empresas de energia elétrica em realidade aumentada, sistemas de controle de tensão na transmissão de energia elétrica baseados em fasores (*Phasor Measurement Units*, PMUs), testes e ensaios de equipamentos elétricos e pontos para carregamento de carros elétricos. Ainda no contexto dos laboratórios de assistência técnica e certificação, existem empresas privadas espalhadas pelas regiões da Alemanha que testam e certificam os equipamentos (*Technische Überwachungsvereine*, TÜV) em consonância com as normas do Instituto Alemão de Normas da Indústria (*Deutsches Institut für Normung*, DIN). O Instituto DIN tem peso relevante nesse SSI, pois somente produtos que estão de acordo com as normas expedidas por ele podem ser utilizados na rede.

---

<sup>18</sup> Extraído de: <https://www.eonerc.rwth-aachen.de/cms/E-ON-ERC/Das-Center/~dmvh/Ueber-uns/lidx/1/>. Acesso em: 10/12/2013.

No tocante aos agentes financeiros, na Alemanha não existem bancos de desenvolvimento, mas as empresas de energia agem como *venture capitalists*, a exemplo da E.On. Os bancos comerciais podem financiar projetos de inovação tecnológica e, a partir de projetos de 100 mil euros o Governo Federal, através do Ministério de Economia e Energia (*Bundesministerium für Wirtschaft und Energie*) concede subvenção de até 30% para empresas de médio porte que adquirirem ou desenvolvem inovações tecnológicas em eficiência energética. Esse Ministério financia projetos de P&D&I em fornecedores, *startups* e universidades nos temas de eficiência energética e energias renováveis (eólica e solar)<sup>19</sup>. Entre 2011 e 2014 o orçamento destinado à pesquisa nesses dois macrotemas é de 3,5 bilhões de euros<sup>20</sup>.

Os fornecedores de sistemas e equipamentos elétricos têm papel importante no SSI alemão, uma vez que os equipamentos elétricos são superavitários na balança comercial do país, além desses serem o sexto item mais importante da pauta exportadora alemã, responsáveis por 6% do total comercializado para outros países (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013).

Além das quatro grandes empresas que são provedores de energia, existem organismos governamentais atuantes nas esferas federal e estadual. Destacam-se a Agência Reguladora Federal (*Bundesnetzagentur*) e os Departamentos Regionais de Regulação (*Landesregulierungsbehörden*), sendo esses últimos competentes para planejar e disciplinar o comportamento das empresas regionais com menos de 100 mil clientes. A Agência Federal está ligada ao Ministério de Economia e os departamentos estaduais, aos seus respectivos Ministérios Regionais de Economia. A responsabilidade das agências era de regular a entrada de *players* no mercado e aprovar a fixação das tarifas *ex-ante*. Todavia, desde 2008, elas não têm mais poderes para determinar os preços de energia elétrica.

A formação da tarifa na Alemanha obedece ao sistema de preços baseado em *price e revenue-cap*, 50% de sua composição está voltada para transporte de energia e os outros 50% referem-se à carga tributária (BDEW, 2013b). A elevação de preços da energia elétrica anteriormente constatada é resultado direto do fim de controle de preços *ex-ante* pela agência reguladora (BRANDT, 2006). Ora, a elevação tarifária sem a devida regulamentação provocou o corte de energia de 800 mil pessoas em 2012 (800.000 DEUTSCHE..., 2012).

---

<sup>19</sup> Extraído de: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energieeffizienz-und-Energiesparen/energieberatung-und-foerderung.html>. Acesso em: 12/03/2014.

<sup>20</sup> Extraído de: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energieforschung-und-Innovationen/6-energieforschungsprogramm.html>. Acesso em: 12/03/2014.

A fraca regulação nesse mercado oligopolizado provocou o nascimento de diversas associações compostas por representantes de consumidores residenciais e industriais, bem como pelas concessionárias de energia, a fim de ajudarem os atores envolvidos na resolução de conflitos com o governo e os provedores de energia:

- Associação Alemã de Eletricidade (*Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke*, VDEW), que cuida dos interesses das concessionárias de energia;
- Associação dos Empregadores das Empresas Municipais (*Verband kommunaler Unternehmen*, VKU), representando empresas de eletricidade, gás e água;
- Associação Alemã de Distribuidoras Regionais de Energia (*Verband der Verbundunternehmen und Regionalen Energieversorger in Deutschland*, VRE);
- Associação Federal de Energias Renováveis (*Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.*, BEE), que é uma organização “guarda-chuva” de outras associações de energias renováveis;
- Associação de Energia na Indústria e da Indústria de Energia (*Verband der industriellen Energie- und Kraftwirtschaft*, VIK), a qual agrega os consumidores industriais de eletricidade;
- Federação dos consumidores de energia (*Bund der Energieverbraucher*).

Some-se a essas associações de trabalhadores presentes e ativos nas empresas de energia (*Betriebsrat*), na medida em que esses participam das suas decisões de investimento e operação. O Quadro 3.5 pontua a abrangência e a relevância de cada grupo de ator supracitado, destacando particular protagonismo dos provedores de energia, organismos governamentais, agentes de P&D&I e fornecedores.

Quadro 3.5 - Matriz de caracterização dos atores de energia para a Alemanha

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
Provedores de energia	Concessionários do serviço público	Empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sujeitas a contratos administrativos com o ente público, os quais lhes dão a concessão de exploração desses serviços.	2	2	As concessionárias atuam em todo o país (2 pontos) e fazem P&D&I, a despeito de não terem obrigatoriedade legal (2 pontos). Além disso, essas compram ativos em outros países da Europa, tornando-se <i>players</i> internacionais.
	Comercializador	Pessoa jurídica que atua como <i>broker</i> de venda de energia para clientes livres.	2	1	Na Alemanha há competição na comercialização de energia. Existem <i>brokers</i> espalhados pelo país que competem com as grandes distribuidoras (2 pontos), mas esse mercado é concentrado (1 ponto) (ver item 4.3.1).
	Produtores independentes	Produtores de energia que não têm contratos de concessão de áreas, mas podem produzi-la por meio de geração e co-geração e vendê-la a terceiros.	2	2	Os produtores independentes têm se tornado cada vez mais importantes no contexto da política <i>Energiewende</i> . Estão presentes em várias partes do território (2 pontos), incluindo entes da administração pública municipal (2 pontos).
Fornecedores	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de transporte de energia, controle e proteção de redes e serviços ancilares.	2	2	Os fornecedores alemães estão presentes em todo o território, realizam atividades de P&D&I (2 pontos) e são responsáveis por 6% da pauta exportadora alemã, que é superavitária (2 pontos).
Agentes financeiros	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	0	0	Não há bancos públicos de desenvolvimento nos moldes do BNDES (HUMMEL, 2011).
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e	1	1	Existem bancos comerciais (1 ponto), que concedem financiamento à inovação até 100 mil euros (1 ponto). A partir desse valor, as empresas solicitantes podem obter subvenções governamentais.



<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		equipamentos.			
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos em <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de inovação tecnológica nesse setor.	1	2	Identificou-se que as empresas de energia, mais especificamente a E.On (1 ponto), segunda maior empresa de energia elétrica da Europa, têm assumido este papel de investidor de risco para as <i>startups</i> (2 pontos).
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos e planejamento da expansão do sistema.	2	2	Estão presentes na esfera federal e estadual com instrumentos efetivos de planejamento da expansão do sistema baseado na mudança de matriz energética (2 pontos), fomentando a difusão da inovação através das energias renováveis (2 pontos) (ver item 4.3.1).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização de qualidade do fornecimento de energia e tarifas.	1	1	Esses atores, embora existam no território alemão nas esferas federal e estadual (1 ponto), não conseguem exercer seu papel de agentes fiscalizadores em represália à prática de preços das concessionárias. Mas fomentam a competição entre os atores (1 ponto).
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos do sistema elétrico.	1	1	O DIN é o órgão normatizador alemão (1 ponto), responsável pela difusão de padrões de equipamentos e sistemas. A adoção de normas e padrões influencia as empresas na busca da qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
	Organismos de suporte à operação e comercialização	Agentes que cuidam de processos de despacho da energia e da liquidação de contratos de compra e venda.	2	1	Dão suporte às comercializadoras. Essa função está concentrada nos escritórios regionais (2 pontos). Portanto, esses organismos fomentam a competição e também a

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
					inovação (1 ponto).
<b>Consumidores</b>	Residenciais	Pessoas físicas	Não se aplica	1	Os consumidores têm baixo poder de barganha sobre as ações das concessionárias de energia e, portanto, protagonismo moderado sobre a difusão da inovação.
	Comerciais	Pessoas jurídicas que comercializam produtos e serviços sem atividades de processamento.	Não se aplica	1	
	Industriais	Pessoas jurídicas que realizam atividade de transformação e processamento em larga escala.	Não se aplica	1	
	Rurais	Consumidores localizados em área rural.	Não se aplica	1	
	Públicos	Entes da administração pública.	Não se aplica	1	
<b>Agentes de P&amp;D&amp;I</b>	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	2	2	As universidades alemãs atuam em conjunto com institutos de pesquisa aplicada e as empresas de energia (2 pontos), portanto, integram-se nesse SSI como protagonistas na difusão da inovação (2 pontos).
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador.	2	2	Essas empresas têm relevância e protagonismo nesse SSI (2 pontos), sendo fomentadas por <i>venture capitalists</i> (2 pontos).
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa cujas atividades principais são pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.	2	2	A Alemanha conta com os institutos Fraunhofer, que atuam em todo o território (2 pontos) com pesquisa aplicada e articulada a empresas e universidades. No total, há 16 institutos Fraunhofer envolvidos em pesquisa em áreas de geração de energia (2 pontos).

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
	Organismos de fomento	Instituições responsáveis pela concessão de bolsas de estudo, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.	2	2	O Ministério de Economia e Energia atua como organismo de fomento em toda a Alemanha (2 pontos), concedendo subvenções para programas inovadores de eficiência energética e energias alternativas (2 pontos). Estimula, desta forma, a inovação nesses campos de conhecimento.
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	2	2	Atuam em todas as regiões da Alemanha e em outros países, vendendo serviços de certificação (2 pontos), como o TÜV e os institutos Fraunhofer. Sem a certificação, os produtos não podem ir para o mercado nesse SSI (2 pontos).
<b>Associações</b>	Associações de provedores de energia	Associações representativas de fornecedores de energia, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores e agentes de certificação.	1	0	Identificaram-se associações de provedores de energia que fazem a interlocução com consumidores e governo (1 ponto), porém, não há resultados visíveis no mercado.
	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações representativas de fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.
	Associações de consumidores	Associações representativas de consumidores defensoras de seus direitos civis perante fornecedores de energia e órgãos governamentais.	1	0	Identificaram-se duas associações de consumidores de energia que fazem a interlocução com concessionárias e governo (1 ponto), porém, não há conquistas visíveis desses entes, tampouco protagonismo na difusão da inovação.
	Associações de trabalhadores	Agentes sindicais que atuam na defesa dos	2	1	Existem conselhos de trabalhadores em todas as

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
		trabalhadores dos provedores de energia.			empresas ( <i>Betriebsrat</i> ) da Alemanha (2 pontos), com influência nas decisões de investimento e operação (1 ponto).

\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

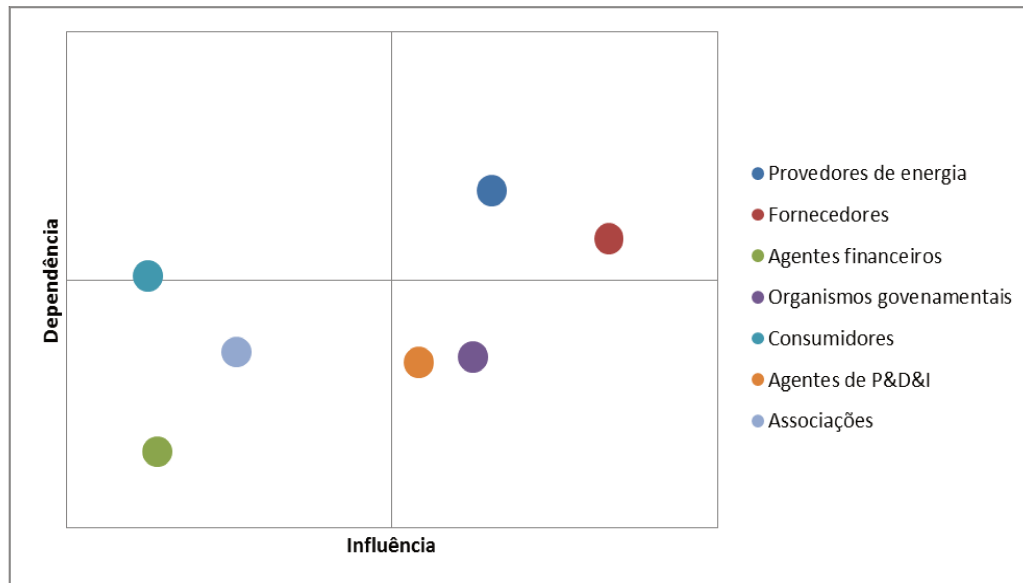
Fonte: elaboração própria.

A matriz quadrada (Anexo 1-c) mostra em detalhes as relações de influência e dependência, de acordo com as inter-relações identificadas entre os grupos de atores desse SSI. Interessante notar que no Gráfico 3.3 os organismos governamentais têm alta influência devido à atuação dos organismos normatizadores e de planejamento, mas o regulador não consegue frear as ações dos provedores de energia. Esses últimos têm altas influência e dependência, assim como os fornecedores de equipamentos e sistemas, capitaneando a difusão tecnológica nesse SSI.

Destaca-se o papel dos agentes de P&D&I (institutos de pesquisa, universidades e agências de fomento), que fazem pesquisa com provedores de energia e fornecedores de modo integrado, tendo altas influência e dependência. Os agentes financeiros têm pouco protagonismo nesse SSI, pois a maior parte dos recursos em P&D&I provém das concessionárias ou dos agentes de P&D&I.

Em paralelo, os consumidores não têm praticamente poder de barganha, em função de a variação tarifária ser determinada pelas próprias concessionárias, apresentando assim alta dependência no SSI. Como resultado, foram criadas associações representativas para fortalecerem o diálogo e mediar as disputas entre provedores, fornecedores, consumidores e trabalhadores. Essas associações, tímidas na proteção ao consumidor em relação à variação tarifária, têm baixa dependência e baixa influência nesse SSI.

Gráfico 3.3 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica alemão



Fonte: elaboração própria.

### 3.1.4. Austrália

Na Austrália existem 270 provedores de energia operando na geração de eletricidade, seis transmissoras (estatais) e 13 distribuidoras. A interconexão do Mercado Nacional de Eletricidade (*National Electricity Market, NEM*) engloba as regiões de Queensland, New South Wales, Victoria, South Australia e Tasmania. O NEM forma o maior sistema de corrente alternada do mundo (cinco mil quilômetros), mas não faz interconexão com o oeste e o norte da Austrália devido aos altos custos envolvidos (AUSTRALIAN ENERGY MARKET OPERATOR, 2012).

Ao contrário do Canadá, a matriz de energia elétrica australiana é predominantemente composta por carvão (79%), seguida de gás natural (12,5%), fontes renováveis (hidroeletricidade e eólica) (8%) e outras fontes (0,5%) (WALLIN, s.d). A Austrália está entre os vinte países com maior volume de emissões de CO<sub>2</sub> (GLOBAL CARBON PROJECT, 2013) e por isto vem procurado trocar o uso do carvão – considerado barato e abundante – por uma plataforma baseada em energias renováveis (AEMO, 2012; WALLIN, 2013).

A privatização dos mercados de gás e energia elétrica ocorreu em meados da década de 90 e com ela, foram criados seis organismos governamentais responsáveis pela gestão e pelo planejamento energético: o Conselho de Oferta de Energia para a Indústria (*The Electricity Supply Industry*

*Planning Council*, ESPIC); a Corporação Vitoriana de Redes de Energia (*The Victorian Energy Networks Corporation*, VENCorp); a Companhia do Mercado de Varejo (*The Retail Energy Market Company*, REMCO); a Companhia do Mercado de Gás (*The Gas Market Company*, GMC); o Operador do Mercado de Varejo de Gás (*The Gas Retail Market Operator*, GRMO) e; a Companhia Nacional de Gerenciamento do Mercado de Eletricidade (*The National Electricity Market Management Company*, NEMMCO). Com a crescente integração entre energia elétrica e gás, o Operador do Mercado de Energia Australiano (*Australian Energy Market Operator*, AEMO) surgiu em substituição ao NEMMCO.

O AEMO é um ente de economia mista e sua governança é composta pelo governo, geradoras, transmissoras, distribuidoras e outros investidores. Além dele, existe o Regulador Australiano de Energia (*Australian Energy Regulator*, AER) que controla os mercados de transmissão, distribuição e comercialização no NEM. A Comissão Australiana do Mercado de Energia (*Australian Energy Market Commission*, AEMC) é o órgão implementador da regulação expedida pelo AER. O Conselho Independente de Energia e Recursos (*Standing Council for Energy and Resources*) desenvolve políticas voltadas para óleo e gás e a ele subordinam-se o AEMO, AER e AEMC. Por sua vez, o Conselho do Governo Australiano (*Council of Australian Government*) é o órgão superior a quem se subordinam todos os entes do setor de energia elétrica australiano.

Em 2012, constituiu-se a Agência Australiana de Energias Renováveis (*Australian Renewable Energy Agency*, ARENA) para atuar como um órgão de fomento (agente de P&D&I), responsável por um orçamento de 2,5 bilhões de dólares australianos voltados para financiarem atividades de P&D&I em energias renováveis (ARENA, 2014), incluindo o desenvolvimento de tecnologias em estágio inicial ou mesmo projetos em fase de comercialização. Cabe destacar que o orçamento da ARENA pode financiar projetos de qualquer fase da cadeia de inovação, sendo possível aos requerentes (fornecedores, indústrias, universidades e *startups*) solicitarem recursos para a comercialização de um produto inovador, sem que seus desenvolvimentos anteriores tenham sido financiados anteriormente pela agência.

Dentre os agentes de P&D&I, o CSIRO (*The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) é o maior instituto de P&D da Austrália. Criado em 1926, tem 6,4 mil empregados e 56 unidades espalhadas pelo território australiano e três outras situadas na França, nos EUA e Chile (CSIRO, 2012; 2014a). O CSIRO tem ações em diversas áreas do conhecimento através de

pesquisa de impacto em parceria com universidades e empresas de todos os portes. No tema de energia elétrica, o instituto faz pesquisa a respeito da transição da matriz energética para energia renovável e eficiência energética. Em especial, tem parceria com as Universidades de Sydney, New Castle, Queensland e New South Wales para desenvolver novas ferramentas de *smart grid*. Note-se que de seu orçamento de 1,2 bilhão de dólares australianos, 512 milhões advêm da prestação de serviços de pesquisa, assistência técnica e laboratorial e consultoria para empresas australianas e do pagamento de *royalties*, indicando que há transferência efetiva de resultados gerados para o mercado.

A ARENA, em conjunto com o agente financeiro *China Venture Capital*, criou um fundo de capital de risco de 200 milhões de dólares australianos para financiar projetos de P&D&I em fase inicial (*early stage projects*), sendo este administrado por um consórcio chamado *Southern Cross Energy Partners Pty* (ARENA, 2014b). Nesse SSI, os bancos comerciais não têm papel relevante, mas a Corporação Australiana de Financiamento e Seguro para Exportação (*Australian Export Finance and Insurance Corporation*, EFIC) tem papel equivalente à Agência Canadense de Desenvolvimento de Exportação e concede empréstimos para beneficiar as empresas exportadoras.

O NEM se constitui um mercado em que qualquer ator pode atuar como *broker*, entrando para comprar e vender energia. Porém, a maioria da população australiana adquire-a de distribuidoras. Embora nos mercados prevaleça a competição entre os atores, cada estado conta com entes reguladores independentes que fazem a mediação com os consumidores: Departamento de Oferta de Energia e Água (*Department of Energy and Water Supply*) em Queensland; o Regulador Econômico da Tasmânia (*Tasmanian Economic Regulator*); a Comissão de Serviços Essenciais (*Essential Services Comissions*) em Victoria e; o Tribunal Independente de Preços e Assuntos Regulatórios (*Independent Price and Regulatory Tribunal*) de *New South Wales*.

Entre 2010 e 2013 registrou-se na Austrália queda no consumo de energia devido ao impacto dos programas de eficiência energética, os quais começaram nos anos 90; às mudanças na economia, que afastaram o país de indústrias intensivas em energia elétrica e; ao aumento da tarifa (SADDLER, 2013). Os programas de eficiência energética estabelecidos nos últimos 15 anos constituíram-se em subsídios para captação de energia solar para aquecimento, desenvolvimento de equipamentos energeticamente eficientes (*E3 Program*) e avaliação do consumo energético na indústria. Quanto às mudanças no perfil da indústria, a redução no preço de minerais metálicos,

especialmente do alumínio, levou também à queda em sua produção, reduzindo o consumo energético.

Na composição da conta de energia australiana, cabe ressaltar que a cada 100 dólares australianos gastos com ela, 51 dólares estão voltados para pagar os custos da transmissão, 20 dólares direcionam-se para programas de eficiência energética e energias renováveis, 20 dólares para remuneração da geração e, nove dólares são impostos pagos pelas emissões de CO<sub>2</sub>.

Há indícios de que os fornecedores de equipamentos elétricos não tenham protagonismo nesse SSI. Antes, a Austrália é um importador líquido de equipamentos elétricos e exporta prioritariamente bens minerais (ferro, carvão e ouro). Dentre os produtos manufaturados da pauta exportadora australiana figuram alumínio, cobre, medicamentos, veículos de passageiros e aeronaves (DEPARTMENT OF FOREIGN AFFAIRS AND TRADE, 2012).

Nesse SSI figuram quatro grandes associações que montam os espaços de diálogo entre a sociedade civil, o governo e as empresas:

- A Associação de Oferta de Energia (*Energy Supply Association of Australia*, ESAA) e a Associação dos Varejistas de Energia (*Energy Retailers Association of Australia*, ERAA) representam os provedores de energia na interlocução com o governo australiano;
- A Associação de Energia Sustentável (*Sustainable Energy Association*, SEA) está voltada para as questões energéticas do território de *Western Australia* e seus membros são da indústria de transformação e das universidades. Os objetivos dessa Associação são o intercâmbio de conhecimento, a transferência de tecnologia e melhores práticas de eficiência energética e o apoio à transformação de seus membros em produtores independentes (SEA, s.d.);
- A Associação de Usuários de Energia (*Energy Users Association of Australia*, EUAA) é um órgão que promove assessoria jurídica aos consumidores de energia, além de influenciar na condução da política energética australiana, uma vez que seus representantes também fazem parte do governo (EUAA, 2014).

O Quadro 3.6 pontua a situação de cada ator e seu protagonismo na indução da inovação na Austrália.



Quadro 3.6 - Matriz de caracterização dos atores de energia para a Austrália

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
Provedores de energia	Concessionários do serviço público	Empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sujeitas a contratos administrativos com o ente público, os quais lhes dão a concessão de exploração desses serviços.	1	2	As empresas de energia elétrica estão sujeitas ao ambiente de competição. Estão ligadas ao NEM e não atendem as regiões do oeste e norte australianos (1 ponto). A competição estimula a inovação tecnológica entre essas empresas (2 pontos).
	Comercializador	Pessoa jurídica que atua como <i>broker</i> de venda de energia para clientes livres.	2	2	Os comercializadores estão presentes em todo o território australiano (2 pontos). A competição entre eles e as concessionárias favorece a inovação tecnológica (2 pontos).
	Produtores independentes	Produtores de energia que não têm contratos de concessão de áreas, mas podem produzi-la por meio de geração e co-geração e vendê-la a terceiros.	1	2	Existem produtores independentes na Austrália (1 ponto), que tendem a crescer com o estímulo governamental à geração distribuída (2 pontos) (ver item 4.4.1).
Fornecedores	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de transporte de energia, controle e proteção de redes e serviços ancilares.	1	2	No caso da Austrália, existem fabricantes de sistemas e equipamentos de empresas multinacionais (1 ponto) que oneram a balança. Os fornecedores têm papel relevante na difusão da inovação tecnológica (2 pontos). Deles vêm boa parte das tecnologias utilizadas pelas empresas de G-T-D-C, seja de <i>hardware</i> , seja de <i>software</i> . Isto não significa, entretanto, que tenham atividades relevantes de P&D, mas sim que promovem difusão de tecnologias.

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
<b>Agentes financeiros</b>	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	2	2	A EFIC provê financiamento à exportação (2 pontos), atuando como banco de desenvolvimento para a internacionalização, o qual mitiga os riscos do exportador (2 pontos).
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento aos provedores de energia elétrica e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	1	0	Embora existam bancos privados no país (1 ponto), esses não têm instrumentos de financiamento à inovação nesse SSI.
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos em <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de inovação tecnológica nesse setor.	2	2	O fundo de investimento de risco australiano está ligado à agência de energias renováveis (2 pontos) e financia projetos em estágio inicial de <i>startups</i> , tendo relevância na difusão da inovação nesse SSI (2 pontos).
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos e planejamento da expansão do sistema.	1	1	Na Austrália, o AEMO é responsável pelo planejamento energético, operação e liquidação no NEM (1 ponto) e suas atividades balizam as decisões de investimento e expansão das empresas de energia elétrica, estimulando a inovação tecnológica (1 ponto).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização de qualidade do fornecimento de energia e tarifas.	1	1	O AER é o órgão regulador australiano presente no NEM (1 ponto). Sua atuação na difusão da inovação está ligada à sua influência sobre as empresas de comercialização ( <i>brokers</i> ) (1 ponto).
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos do sistema elétrico.	1	1	O <i>National Measurement Institute</i> é o órgão normatizador australiano (1 ponto), responsável pela difusão de padrões de equipamentos e

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
					sistemas. A adoção de normas e padrões influencia as empresas na busca da qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
	Organismos de suporte à operação e comercialização	Agentes que cuidam de processos de despacho da energia e da liquidação de contratos de compra e venda.	1	1	Na Austrália, o AEMO é responsável pelo planejamento energético, operação e liquidação no NEM (1 ponto). Suas atividades de operação e comercialização estimulam a competição e balizam as decisões de investimento entre as empresas (1 ponto).
<b>Consumidores</b>	Residenciais	Pessoas físicas	Não se aplica	2	Os consumidores têm relevância nesse SSI, pois podem escolher seu provedor de energia, conferindo-lhes maior poder de barganha. A competição promove a inovação nesse mercado (2 pontos).
	Comerciais	Pessoas jurídicas que comercializam produtos e serviços sem atividades de processamento.	Não se aplica	2	
	Industriais	Pessoas jurídicas que realizam atividade de transformação e processamento em larga escala.	Não se aplica	2	
	Rurais	Consumidores localizados em área rural.	Não se aplica	2	
	Públicos	Entes da administração pública.	Não se aplica	2	
<b>Agentes de P&amp;D&amp;I</b>	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	2	2	As universidades australianas de Sydney, Newcastle, Queensland e New South Wales fazem pesquisa cooperada com o CSIRO para o desenvolvimento de ferramentas de <i>smart grids</i> (2 pontos) (2 pontos).

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador.	1	1	Existem <i>startups</i> de base tecnológica (1 ponto), mas não se identificou um <i>pool</i> dessas empresas para atender a este SSI em especial. Por isso, infere-se que seu protagonismo seja mediano (1 ponto).
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa cujas atividades principais são pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental.	2	2	O CSIRO é o instituto nacional de pesquisa australiano, com atuação em todo o país (2 pontos), três sites no exterior (Chile, EUA e França) e parcerias com empresas de todos os portes, inclusive pequenas e médias. Além disso, o instituto transfere tecnologias para o mercado e obtém <i>royalties</i> (2 pontos).
	Organismos de fomento	Instituições responsáveis pela concessão de bolsas de estudo, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.	2	2	A ARENA destaca-se como agência de desenvolvimento australiana (2 pontos) com recursos voltados para financiarem projetos de energias renováveis na Austrália em toda a cadeia de inovação (2 pontos).
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	2	2	O CSIRO, de abrangência nacional (2 pontos), atua também como laboratório de testes e certificação para as empresas australianas (2 pontos).
<b>Associações</b>	Associações de provedores de energia	Associações representativas de fornecedores de energia, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores e agentes de certificação.	1	0	Identificaram-se duas associações de provedores de energia (ESAA e ERAA) de envergadura nacional (1 ponto), mas não têm protagonismo na difusão da inovação.
	Associações de fornecedores de	Associações representativas de	1	1	A SEA tem atuação regional (1 ponto), mas

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
	equipamentos	fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.			apresenta um diferencial em relação às demais associações, ao estimular em seus associados a transformação para produtores independentes (1 ponto).
	Associações de consumidores	Associações representativas de consumidores defensoras de seus direitos civis perante fornecedores de energia e órgãos governamentais.	1	0	A EUAA é uma associação nacional cujo foco de atuação é fornecer assessoria a consumidores (1 ponto), tendo irrelevante papel na difusão da inovação no SSI australiano.
	Associações de trabalhadores	Agentes sindicais que atuam na defesa dos trabalhadores dos provedores de energia.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.

\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

Fonte: elaboração própria.

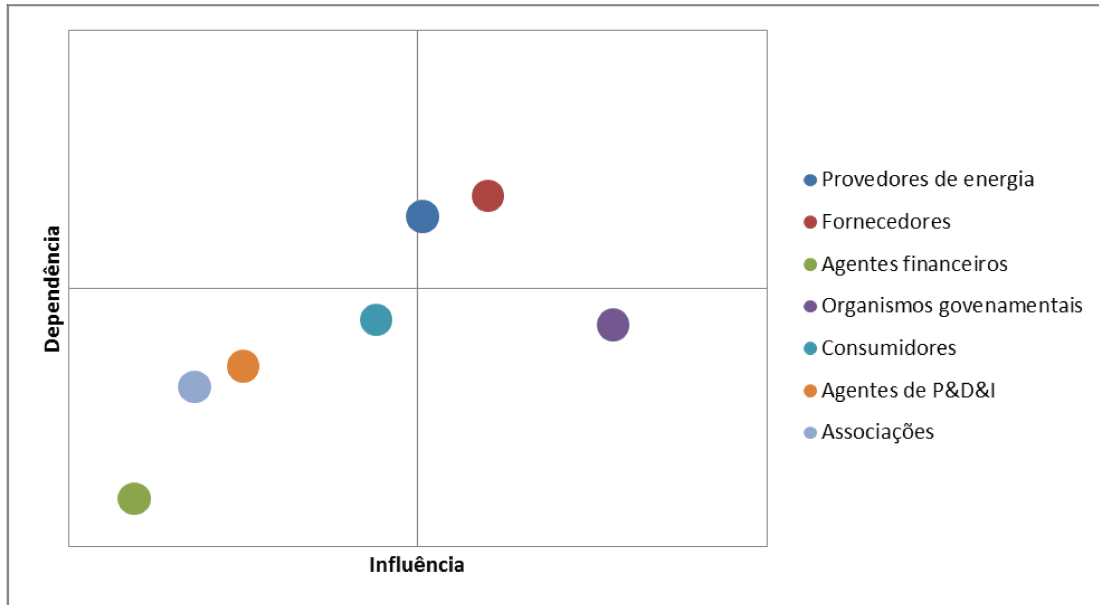
A matriz quadrada (Anexo 1-d) expressa no Gráfico 3.4 demonstra que os provedores de energia têm alta influência e dependência face aos demais atores. Nesse contexto, sua alta influência é sobre a expansão do sistema elétrico e, portanto, sobre os organismos governamentais, mas os provedores dependem das escolhas dos consumidores, posto que esses são livres para adquirirem energia do NEM. Os fornecedores das multinacionais ditam padrões tecnológicos às empresas de energia, tanto que essas importam seus equipamentos. Por esse motivo, os fornecedores têm alta influência e baixa dependência no SSI em questão.

Os organismos governamentais têm alta influência e baixa dependência quanto aos demais atores. Na Austrália, destaca-se a multiplicidade de organismos governamentais que concebem as políticas públicas de energia, bem como as executam através da fiscalização e da operação. Esses órgãos sofrem pouca interferência dos demais grupos do sistema; verifica-se que as associações australianas são os vetores de interlocução entre consumidores, concessionárias e organismos governamentais.

Os agentes de P&D&I, a despeito do papel estratégico da ARENA, ainda influenciam pouco os outros grupos e praticamente não são influenciados por eles, estando ainda “desconectados” desse SSI. Os agentes financeiros também têm baixa influência e baixa dependência nesse SSI devido ao fato de os bancos comerciais não terem instrumentos voltados para a inovação tecnológica. A EFIC tem instrumentos específicos para a exportação.

As associações mostram interesse e intenção na proposição de políticas públicas e no intercâmbio tecnológico, porém, não se verificaram resultados práticos de suas atuações. Os consumidores podem escolher de quem comprar energia, além de terem seus direitos representados pelos agentes regulatórios estaduais. Mas, mesmo assim situam-se na área de baixa influência e baixa dependência nesse SSI porque não têm *links* com os agentes de P&D&I, agentes financeiros e organismos governamentais.

Gráfico 3.4 - Influência e dependência do SSI de energia elétrica australiano



Fonte: elaboração própria.

## 3.2. Mineração

### 3.2.1. Brasil

No Brasil, existem 7.932 empresas de mineração (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 2012a), estando a maioria situada na região Sudeste do país (3.392), seguida pelo Sul (1.901), Nordeste (1.258), Centro-Oeste (942) e Norte (439). As dez maiores empresas de mineração do país concentram 63,65% da produção mineral brasileira. Seus respectivos *market-shares* em relação ao volume de produção estão descritos no Quadro 3.7 a seguir.

Quadro 3.7 - As dez maiores produtoras de minério no Brasil

<b>Empresa</b>	<b>Principais substâncias produzidas</b>	<b>Participação (%)</b>
Vale	Cobre, Ferro, Ouro, Potássio e Prata (primária)	40,92
Minerações Brasileiras Reunidas	Argilas Refratárias, Bauxita Metalúrgica, Ferro, Filito, Quartzo (cristal)	8,47
Companhia Siderúrgica Nacional	Calcário (rochas), Ferro	2,61
Mineração Maracá Indústria e Comércio	Cobre, Ouro (primário)	2,60
Mineração Rio do Norte	Bauxita Metalúrgica	1,92
Nacional Minérios	Ferro	1,75
Anglo American Brasil	Nióbio (pirocloro), Níquel	1,47
Rio Paracatu Mineração	Ouro (primário), Prata (primária)	1,37
Anglogold Ashanti do Brasil	Ouro (primário), Prata (primária)	1,32
Samarco Mineração	Ferro	1,22

Fonte: DNPM (2010).

O Brasil é o maior exportador mundial de nióbio, o segundo maior de minério de ferro, tantalita, bauxita e manganês, o terceiro de grafite e o quarto de rochas ornamentais (IBRAM, 2012a). A mineração perfaz 15% da pauta exportadora brasileira (MDIC, 2012) e o minério de ferro é o produto mais exportado. O país apenas conhece 30% do seu potencial mineral e investe pouco em pesquisa mineral (IBRAM, 2012a), quando comparado a outros países, inclusive os de menor tamanho (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Investimentos em pesquisa mineral no mundo (x US\$ 1.000)

<b>País</b>	<b>Área do país (km<sup>2</sup> x 1.000)</b>	<b>Investimentos absolutos</b>	<b>Investimento do país / Investimento do Brasil (%)</b>
<b>Canadá</b>	9.971	2.033.000	533%
<b>Austrália</b>	7.682	1.284.000	300%
<b>EUA</b>	9.373	856.000	167%
<b>México</b>	1.973	642.000	100%
<b>Chile</b>	757	535.000	67%
<b>Peru</b>	1.285	428.000	33%
<b>Brasil</b>	8.511	321.000	-

Fonte: modificado de IBRAM (2012a).



Durante a colonização portuguesa, a exploração mineral valia-se do trabalho manual escravo e raramente empregava a força hidráulica. Com o esgotamento das reservas auríferas na superfície no século XIX, as cidades mineiras, em especial Vila Rica, passaram a enfrentar pobreza e abandono. Na década de 60 do século XIX, houve esgotamento das jazidas na superfície. A falta de tecnologia, associada à elevação no preço dos escravos e à descoberta de jazidas na África do Sul provocou o declínio na lavra deste mineral. Em vista disso, a Assembleia Legislativa da província de Minas Gerais propôs a existência de uma escola de geologia, metalurgia e mineralogia, que foi efetivamente criada em 1876 pelo Imperador D. Pedro II sob o nome de Escola de Minas de Ouro Preto, o primeiro agente de P&D&I nesse setor.

A Segunda Guerra marcou a criação de fornecedores de bens minerais de projeção internacional. Com o aumento da demanda por aço, o governo americano, através do Eximbank, financiou os primeiros grandes fornecedores de bens minerais brasileiros, a Companhia Siderúrgica Nacional em 1941 (Rio de Janeiro) e da Vale do Rio Doce em 1942 (Minas Gerais). A Vale foi criada através dos “Acordos de Washington”, que, por um lado financiaram sua constituição e por outro, exigiram a ocupação de postos-chave de comando por profissionais estrangeiros. Porém, o primeiro presidente da Vale era um engenheiro brasileiro formado na Escola de Ouro Preto, Israel Pinheiro, o qual focou sua gestão na promoção da mecanização das minas e da exportação de ferro (VALE, 2012).

Até os anos 60, a Vale garantia suas operações por meio de contratos de curto prazo. Em 1961, a empresa iniciou as obras do primeiro porto de Tubarão, que permitiria grandes navios atracarem, assim como um maior volume de escoamento da produção. Nessa época, a Vale era uma das maiores exportadoras mundiais, vendendo 26 tipos de minérios para o mundo (VALE, 2012). O terminal marítimo de Tubarão permitiu à empresa o estabelecimento de convênios de longo prazo sendo que o primeiro grande negócio nesses moldes ocorreu com as siderurgias japonesas, compreendendo a exportação de 6 milhões de toneladas de minério de ferro. Ainda, nessa década, ela abriu sua primeira subsidiária, a Vale do Rio Doce Navegação e o primeiro escritório de operações no exterior em 1964, Alemanha.

Nesse período, a indústria siderúrgica internacional aumentou as exigências de teor do minério de ferro, fator que elevou os custos da matéria-prima de 1/3 para 2/3 do total de custos de produção. Some-se a isto a entrada da Austrália no mercado mundial de minério de ferro, forçando a Vale a intensificar a atividade de P&D em processos e aproveitar melhor seus ultrafinos por meio da

pelotização. Como resultado, foi fundada a empresa Beneficiamento de Itabirito S.A (Benita) em 1961 e o CDM em Santa Luzia, este último voltado para o beneficiamento do itabirito.

Além desse instituto, a Vale possui outros centros de P&D&I (VALE, 2011; 2013a). A criação do Centro de Tecnologia em Ferrosos (CTF) remonta de 2008, tendo por objetivos a busca de novas rotas de beneficiamento de minério de ferro e o estudo do comportamento deste em plantas siderúrgicas. O Centro de Excelência em Logística, de 2009, capacita recursos humanos e faz pesquisas tecnológicas em portos, ferrovias e navegação. Os Institutos Tecnológicos da Vale (ITVs), criados em 2009, têm por missão institucional a execução de P&D&I voltada para projetos de natureza radical e horizonte de longo prazo. O VTSL está localizado no Canadá e pertencia à Inco, antes da sua aquisição pela Vale em 2006.

O setor de mineração ainda conta com o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), instituto de pesquisa público subordinado ao MCTI. Embora não seja um instituto de P&D&I cativo como o CEPTEL, está presente no cenário nacional desde 1978 e desenvolve projetos de P&D nas áreas de caracterização mineralógica e tecnológica de minérios, processamento mineral, processos metalúrgicos extrativos, aproveitamento de fontes alternativas minerais na agricultura e tratamento de efluentes (CETEM, 2013). O CETEM conta com 380 colaboradores, sendo 90 desses bolsistas de iniciação científica (50) e alunos de mestrado (40). Identificou-se um caso de transferência de tecnologia do CETEM para as empresas mínero-metalúrgicas através dos trabalhos que o centro desenvolve com os Arranjos Produtivos Locais (APLs) de pequenas empresas de rochas ornamentais. No projeto “Rochas Ornamentais em Santo Antônio de Pádua”, no Rio de Janeiro, o CETEM, em conjunto com o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), desenvolveu argamassa, tijolos e telhas a partir finos de rochas. Com essa tecnologia foi erguida uma fábrica no local que produz 450 toneladas por dia de tijolos (CETEM, 2012).

No setor de mineração, cabe destacar que a Vale coopera com ICTs nacionais. De acordo com o portfólio apresentado pela empresa (VALE, 2011), esta possuía 54 projetos de P&D&I em regime de cooperação em 2009 e sua maioria estava voltada para melhorias incrementais na produtividade de processos e no meio ambiente. Atualmente, a Vale participa de 160 projetos de P&D&I em regime de cooperação com universidades, sendo que 94% deles são realizados com grupos brasileiros e envolvem 800 bolsistas (VALE, 2013b). A empresa tem parceria com os órgãos de fomento brasileiros e, desde 2009, a Vale vem aplicando anualmente R\$ 30 milhões (VALE, 2011) em projetos de pesquisa através das agências de fomento Fundação de Amparo à

Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA), objetivando a captação de projetos de P&D&I nas áreas de mineração, energia, produtos ferrosos para siderurgia, ecoeficiência e biodiversidade (VALE, 2011).

No tocante à Samarco, a sua primeira planta de pelotização data de 1977. A empresa é a segunda maior do país na produção e exportação de pelotas de minério de ferro, além de também produzir finos de minério. Em 1997, a empresa duplicou de tamanho com a segunda usina de operação. Em 2008, veio a terceira usina de pelotização e o segundo mineroduto com elevação do seu *market-share* mundial de pelotas de 15% para 19%. O controle acionário da Samarco é dividido entre a Vale e a BHP. A empresa tem um foco específico de atuação (pelotas), portanto, sua atividade de P&D está focada em três temáticas, sendo que as duas primeiras convergem para melhoria na qualidade da obtenção do aço (SAMARCO, 2013):

- 1) Substituição da bauxita, um dos componentes da pelota, por calcário e betonita;
- 2) Redução do teor de fósforo na pelota;
- 3) Uso do gás natural em fornos de pelotização, em substituição ao óleo combustível, com possível redução dos níveis de enxofre das pelotas.

Os quatro especialistas entrevistados das duas empresas de mineração da amostra (Vale e Samarco) relataram sobre as dificuldades de realizar pesquisas com universidades. Além do tempo para contratação dos grupos de pesquisa ser longo, as universidades fazem P&D “desinteressada”, estando mais preocupadas com pesquisa exploratória e publicações científicas do que com a produção patentária.

Note-se que a análise da balança comercial brasileira, sob a perspectiva do déficit tecnológico (ver capítulo 2), permite depreender que não há um ecossistema constituído de fabricantes no Brasil com inserção internacional, gerado no bojo desse SSI. Além disso, o percentual de exportação de equipamentos de transporte de carga, trens e materiais de vias férreas e máquinas de minério soma 1% da pauta brasileira (MDIC, 2012).

Por outro lado, a Vale engaja fabricantes e fornecedores de serviços especializados locais em sua cadeia produtiva, fazendo-os adotar compromissos de redução de Gases de Efeito Estufa (GEE) e a assumir obrigações trabalhistas com seus empregados. Ao mesmo tempo, a empresa capacita-os em fundamentos de gestão de negócios, com o apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) (VALE, 2013b). A Samarco tem 7,3 mil fornecedores de

equipamentos, minérios (calcário, carvão e betonita) e serviços especializados de logística (SAMARCO, 2013). A empresa privilegia a compra de empresas localizadas em suas áreas de atuação, próximas a Germano (Minas Gerais), Ubu (Espírito Santo) e Vitória (Espírito Santo), fazendo isso através de compromissos contratuais que obriguem a abertura de filiais nessas regiões.

Sobre os fornecedores engajados por essas empresas, defende-se a hipótese de que os localizados no Brasil ofereçam produtos e serviços de baixa à média intensidade tecnológica, isto porque o país constitui-se importador líquido de equipamentos logísticos (ferrovias), elétricos e mecânicos (ver capítulo 2). Além disso, constata-se que parte dos fornecedores brasileiros da Vale precisa receber capacitação em fundamentos de gestão de negócios através do SEBRAE.

Nesse mercado, os consumidores dos bens minerais têm alto poder de barganha e os preços *spot* são determinados pelo mercado internacional. Como os produtos pouco se diferenciam, a estratégia competitiva dos fornecedores de bens minerais é reduzir custos por meio da inovação em processos (BARTOS, 2007).

Com respeito à atuação dos agentes financeiros nesse SSI, tanto o BNDES, quanto os bancos comerciais e a FINEP não possuem linhas de crédito específicas para o setor de mineração brasileiro. O plano de financiamento Inova Empresa, lançado em 2013, contava com sete outros eixos estratégicos que não o de mineração: agropecuária e agroindústria; energia; petróleo e gás; saúde; defesa; tecnologia da informação e comunicação e; sustentabilidade socioambiental (FINEP, 2014). Ainda assim houve um aumento da tomada de crédito de longo prazo por parte das empresas, graças à elevação da capilaridade do BNDES refletida no atendimento a empresas de todos os portes, conforme supramencionado na descrição do SSI de energia brasileiro.

O MME é o organismo governamental executivo responsável pela elaboração das políticas energética e de mineração. A estrutura atual do Ministério é composta pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético; Secretaria de Energia Elétrica; Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis e; Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral<sup>21</sup>. O Serviço Geológico do Brasil está vinculado ao Ministério e faz o mapeamento geológico do Brasil, dividindo essa atribuição com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

---

<sup>21</sup> Extraído de: [http://www.mme.gov.br/mme/menu/institucional/estrutura\\_organizacional.html](http://www.mme.gov.br/mme/menu/institucional/estrutura_organizacional.html). Baseado no Decreto nº 7798 de 12 de setembro de 2012. Acesso em: 11/04/2014.

O DNPM, concebido em 1994, concede direito à exploração de jazidas e fiscaliza a lavra em todo o território nacional em conformidade com o Código Minerário de 1967 e o Código de Águas Minerais de 1945. Ademais, o DNPM desempenha o papel de organismo de planejamento e fiscalização, na medida em que é o responsável pelo mapeamento mineral e geológico do território e administrador da CFEM. Esta é cobrada sobre a receita líquida de vendas de minerais e varia de 0,2% (pedras preciosas, pedras coradas lapidáveis, carbonados e metais nobres) a 3% (minério de alumínio, manganês, salgema e potássio). Os municípios ficam com 65% desse total e devem usá-lo para a aplicação em projetos sociais, todavia, dada sua “fragilidade institucional” e falta de recursos humanos e financeiros, as empresas mineradoras acabam fazendo investimentos adicionais em projetos de natureza socioinstitucional (IBRAM, 2012b).

Por seu turno, a Vale e a Samarco realizam investimentos diretos em projetos socioinstitucionais em parceria com as comunidades e os entes administração pública municipal dos estados do Pará, Rio de Janeiro, Maranhão, Minas Gerais e Espírito Santo nos seguintes temas: educação ambiental e artística de jovens, qualificação de produtores rurais, elaboração de planos de desenvolvimento urbano, promoção de esportes e lazer e geração de emprego e renda. Tais projetos demonstram relação de parceria entre essas empresas e as comunidades locais; as últimas estão representadas pelas associações regionais de moradores e empresários (IBRAM, 2012b; VALE, 2013b; SAMARCO, 2013).

O IBRAM e a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABM) são as principais associações que representam as empresas brasileiras de mineração<sup>22</sup>. O IBRAM conta com 200 associados que respondem por 85% da produção mineral brasileira. Ambas as associações realizam o intercâmbio de melhores práticas entre as empresas, sendo que o IBRAM coordena comissões permanentes de normatização (Comitê para a Normalização Internacional em Mineração), meio ambiente (Programa Especial de Recursos Hídricos) e segurança do trabalho (Programa Especial de Segurança em Barragens de Rejeitos e Programa Especial de Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração) para melhorar a competitividade internacional das associadas. Em especial, a comissão permanente de normatização interfere na conformação de normas e padrões nacionais da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e

---

<sup>22</sup> No nível nacional, foram identificadas cinco associações de empresas mineradoras (excluem-se as de concreto, cerâmica, areia, brita e rochas ornamentais): IBRAM, ABM, Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa Mineral (ABPM), Sindicato Nacional da Indústria de Extração do Ferro e Metais Básicos (SINFERBASE) e Associação Brasileira de Alumínio (ABAL).

internacionais da *International Organization for Standardization* (ISO) no que tange ao minério de ferro, cobre e níquel (IBRAM, 2012a). A ABM apoia o financiamento de eventos científico-tecnológicos junto com a FAPESP. Desde 1996, a associação financiou nove encontros científicos, demonstrando certo grau de cooperação entre associações e agentes de P&D&I<sup>23</sup>.

Cabe mencionar a existência de 29 sindicatos e associações de trabalhadores ligados à Rede Brasileira de Informação de APLs de Base Mineral (APL MINERAL, 2008). A Rede APL Mineral é uma iniciativa do MCTI, coordenada pela Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação desse Ministério, pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia, pelo CETEM e pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, congregando também bancos, profissionais liberais, cooperativas de mineiros e ICTs. Seu papel é promover a troca de conhecimento entre os membros sobre os subprocessos da cadeia produtiva de mineração.

Uma vez contextualizados os grupos de atores, verifica-se que no Brasil as empresas de mineração têm maior protagonismo no SSI, investindo em projetos de pesquisa em regime de cooperação tecnológica com ICTs, bem como em projetos de natureza socioinstitucional para geração de emprego e renda. Os fornecedores têm papel relevante enquanto protagonistas da inovação nesse SSI e as empresas mineradoras adquirem tecnologias importadas desses, adotando uma estratégia de inovação negocial. Dentre os organismos governamentais, o DNPM exerce papel de órgão de planejamento e agência reguladora, mas o baixo investimento em exploração mineral do Brasil face outros países limita o conhecimento do território e a exploração dos recursos minerais. O Quadro 3.8 sistematiza a abrangência e a importância de cada ator com base no exposto.

---

23 Extraído de: <http://www.bv.fapesp.br/pt/instituicao/911/associacao-brasileira-de-metalurgia-materiais-e-mineracao-abm/>. Acesso em: 12/06/2014.

Quadro 3.8 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para o Brasil

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
<b>Fornecedores de bens minerais</b>	Empresas mineradoras	Empresas que fazem exploração, lavra e processamento de minerais metálicos e não-metálicos.	1	2	As grandes empresas de mineração que investem em P&D&I estão localizadas em sua maior parte no Sudeste do país (1 ponto). O papel dessas é essencial na indução da inovação, especialmente naquela voltada a melhoria de processos, posto que os bens minerais pouco se diferenciam (2 pontos).
<b>Fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados</b>	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de exploração e lavra em minas de superfície, subterrâneas e <i>offshore</i> , além de participarem das fases do processamento (moagem, flotação, cominuição e pelotização).	1	2	Há fornecedores estrangeiros instalados no Brasil, mas a balança tecnológica é onerada (1 ponto). Apesar disso, eles têm relevância no suprimento de sistemas e equipamentos, isto é, determinam padrões e difundem a inovação nas empresas mineradoras (2 pontos).
	Fornecedores de serviços especializados	Empresas que prestam assistência técnica de engenharia, desenvolvimento de software, assistência jurídica, financeira e logística às mineradoras.	1	1	Identificou-se a presença de fornecedores através dos relatórios de sustentabilidade das empresas pesquisadas (Vale e Samarco), mas esses têm atuação local (1 ponto) e são treinados pelo SEBRAE em fundamentos de gestão de negócios, o que é um indício de sua baixa maturidade. Por isso, os fornecedores de serviços especializados têm baixa relevância na difusão da inovação nesse SSI (1 ponto).
<b>Agentes financeiros</b>	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento às mineradoras e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	2	2	O BNDES é um banco de investimento com operações em todo o país voltadas para empresas de pequeno, médio e grande portes (2 pontos). A ampliação do crédito nos últimos anos é uma evidência de capilaridade e efetividade dos programas de financiamento desse banco (2 pontos).

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento às mineradoras e aos fornecedores equipamentos, sistemas e serviços especializados.	1	0	Embora existam bancos privados no país (1 ponto), esses não têm instrumentos de financiamento à inovação nesse SSI (0 ponto).
	<i>Brokers</i>	Agentes que administram corretoras e fundos de investimento, fazendo a venda de minérios nos mercados <i>spot</i> e de derivativos.	0	0	Não há atores com essa missão nesse SSI, como nos casos canadense (ver item 3.2.2) e australiano (ver item 4.4.3).
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos diretamente em empresas <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de exploração e/ou inovação tecnológica nesse setor.	0	0	Não há atores com essa missão nesse SSI, como nos casos canadense (ver item 3.2.2) e australiano (ver item 4.4.3).
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos de mercado e mapeamento do potencial de mineração no território.	1	1	Embora o DNPM faça o mapeamento junto ao Serviço Geológico, o Brasil investe pouco em exploração mineral <i>vis-à-vis</i> países menores. Por isso, não conhece seu potencial de geração de riqueza (1 ponto). Assim, esses organismos têm modesta relevância na difusão da inovação nesse SSI (1 ponto).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização da mineração no que tange ao pagamento de <i>royalties</i> e ao cumprimento de normas ambientais.	1	1	O DNPM faz esse papel, todavia há pouca efetividade no cumprimento das normas ambientais, especialmente no que tange à recuperação de biomas (1 ponto)(ver item 4.1.2). Dessa forma, o protagonismo desse órgão na difusão da inovação ainda é moderadamente relevante (1 ponto).
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos usados nas atividades da cadeia produtiva.	1	1	O Inmetro é o órgão normatizador brasileiro (1 ponto), responsável pela difusão de padrões de equipamentos e sistemas. A adoção de normas e padrões influencia as empresas



<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
					na busca por alcançarem a qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
<b>Consumidores</b>	Empresas	Indústria de transformação e da construção civil.	2	2	Nesse mercado, os consumidores têm maior poder de barganha (2 pontos). Contribuem para a inovação em processos, uma vez que as empresas precisam baixar custos para serem competitivas frente outros <i>players</i> (2 pontos).
<b>Agentes de P&amp;D&amp;I</b>	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	1	1	As empresas de mineração aplicam recursos de P&D&I em universidades e institutos de pesquisa (ICTs) (1 ponto). Todavia, esses resultados são pouco efetivos no mercado, as universidades fazem pesquisa direcionada para publicações científicas em detrimento da produção tecnológica, por isso, seu protagonismo na difusão da inovação ainda é baixo nesse SSI (1 ponto).
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador.	1	1	Existem <i>startups</i> de base tecnológica voltadas para mineração (1 ponto), mas infere-se que seu protagonismo seja medianamente relevante devido à dificuldade de geração de tecnologia para compensar o déficit tecnológico (1 ponto).
	Organismos de fomento	Instituições responsáveis pela concessão de bolsas de estudo, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.	1	1	A FINEP fornece recursos para empresas, todavia não existe um programa voltado para fomento à inovação na mineração. Em paralelo, as FAPs unem seus recursos aos das empresas mineradoras para a concessão de bolsas a pesquisadores. Esses instrumentos são pouco efetivos devido à falta de geração de novas tecnologias e competências essenciais (1 ponto). Dessa forma, os atores também têm baixo protagonismo nesse SSI (1 ponto).

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa públicas e privadas cujas atividades principais são pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.	1	1	A Vale tem cinco institutos de pesquisa no Brasil e realiza projetos em colaboração com ICTs e apoio das FAPs. Além disso, existe o CETEM que tem bolsistas de iniciação científica e mestrado, em parceria com universidades, além de constituir APLs com pequenas empresas (1 ponto). Porém, não foram encontradas evidências de transferência de tecnologia capazes de suprir o déficit tecnológico do país (ver capítulo 2). Essa incapacidade traduz-se num baixo protagonismo desses atores na difusão da inovação (1 ponto).
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	1	1	Os institutos de pesquisa funcionam como laboratórios de assistência técnica e certificação (1 ponto). Através de ensaios e testes as empresas são obrigadas a inovarem em produtos e processos (1 ponto).
<b>Associações</b>	Associações de mineradoras	Associações representativas de mineradoras, responsáveis pela promoção da troca de conhecimento entre os associados, pela prestação de serviços de assessoria técnico-gerecncial e pela interlocução das mineradoras com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.	2	2	As associações, em especial o IBRAM, têm representatividade das empresas de mineração, promovendo a difusão de boas práticas, e podem influenciar a condução de normas técnicas internacionais, através de grupos de trabalho. Portanto, julga-se que o IBRAM tem mecanismos efetivos de fomento à inovação (2 pontos), além de ser um ator relevante para sua difusão nesse SSI (2 pontos).
	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações representativas de fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis por troca de conhecimento entre os associados, pela prestação de serviços de assessoria técnico-gerecncial e pela	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências de atuação desses atores nesse SSI.

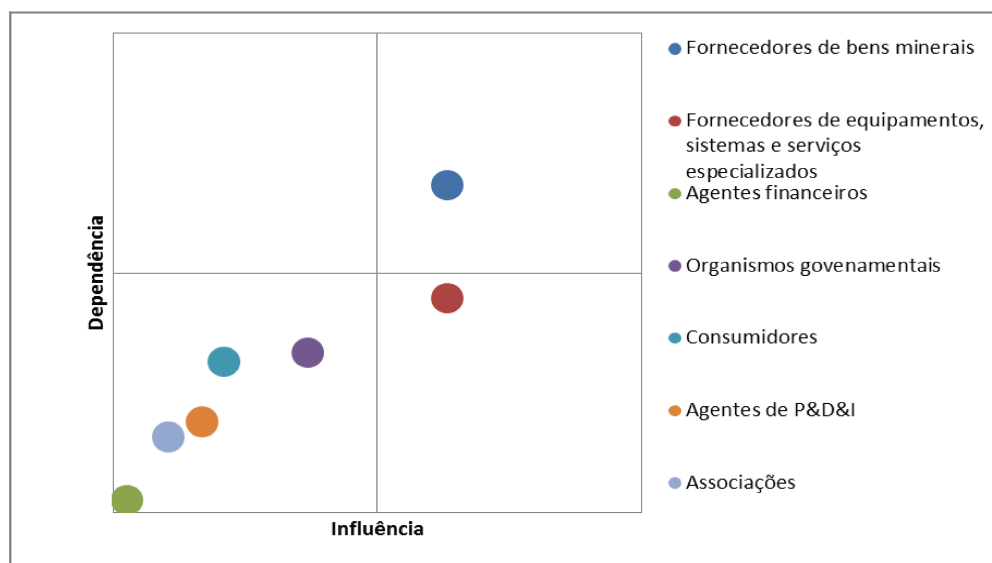
<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		interlocução com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.			
	Associações de trabalhadores	Associações que defendem os interesses dos trabalhadores das minas perante as empresas mineradoras.	1	1	As associações trabalham em conjunto com o CETEM para receberem tecnologia de beneficiamento e tratamento de resíduos (1 ponto), sendo indutoras da inovação (1 ponto).
	Associações de moradores	Associações que reúnem a sociedade civil para discutirem impactos de atividades mineradoras e representarem os interesses dos moradores face aos impactos das atividades minerais.	1	0	As associações de moradores participam de projetos socioinstitucionais (1 ponto), sem protagonismo na difusão da inovação.

\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

Fonte: elaboração própria.

Quanto às relações de influência e dependência expressas no Gráfico 3.5 (Anexo 1-e), os provedores de bens minerais têm altas influência e dependência. Influenciam, primeiramente, os fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados, como também são por eles influenciados, na medida em que importam equipamentos mecânicos e de logística (ver capítulo 2). Os provedores de bens minerais também influenciam os agentes de P&D&I, como universidades, contribuindo para a alocação de bolsas de fomento à pesquisa, em conjunto com as agências FAPs. Os fornecedores exercem alta influência sobre os demais atores, pois definem os padrões tecnológicos adotados nas empresas mineradoras. Os consumidores (empresas) têm influência sobre os fornecedores de bens minerais, pois atuam como *price makers* em mercados de *commodities*. As ações dos consumidores não têm impacto sobre os agentes de P&D&I, agentes financeiros, associações e organismos governamentais. Os organismos financeiros não são relevantes nesse setor, à exceção do BNDES. Dentre as associações, destacam-se o IBRAM e a ABM na interlocução com os organismos governamentais de planejamento, regulação e normatização. Os organismos governamentais, embora tenham influência sobre os fornecedores de bens minerais – na medida em que concedem o direito a exploração e lavra e recolhem a CFEM – estão “desconectados” dos demais atores do SSI.

Gráfico 3.5 - Influência e dependência do SSI de mineração brasileiro



Fonte: elaboração própria.

### 3.2.2. Canadá

O Canadá é um dos principais países exportadores de minerais e isso tanto se deve a sua vantagem comparativa de abundância de recursos minerais, quanto a sua capacidade exploradora. Essa última é garantida pelo *free mining system*, que confere liberdade aos fornecedores de bens minerais explorarem qualquer terreno independente da natureza da posse do mesmo (pública ou privada).

Os minerais corresponderam a 19% do total exportado pelo Canadá em 2008 e os principais bens comercializados foram alumínio, níquel, cobre, ouro, urânio, cobre, potássio, zinco, diamantes, ferro e aço (DELOITTE, 2009). O país conta com 61 minas de minerais metálicos, 780 minas de minerais não-metálicos e 34 refinarias e fundições de metais não-ferrosos, sendo que ele é o maior produtor mundial de potássio (MARSHALL, 2013).

Dentre o grupo de agentes financeiros, na bolsa de Toronto (*Toronto Stock Exchange* e *Toronto Stock Exchange Ventures – TSX-TSEV*) há 1,4 mil empresas canadenses cadastradas, as quais juntas representam a capitalização de 278 bilhões de dólares canadenses, ou seja, 57% do total das empresas mineradoras de capital aberto (DELOITTE, 2009). A bolsa também abriga o mercado de *venture capital*, permitindo o aporte de capital às novas empresas (*junior companies*). Nesse país, a liberdade garantida à exploração mineral reduz as barreiras à entrada e permite que novas empresas acessem esse mercado. Assim como no SSI de energia canadense, a Agência Canadense de Desenvolvimento de Exportação (*Export Development Canada*) age como um banco de desenvolvimento para exportadores e, além disso, revela-se o protagonismo de *venture capitalists* no SSI, que ajudam a formar as *junior companies*.

Entre 2005 e 2012, o investimento em exploração mineral aumentou em 200%, saltando de 1,3 bilhão para o valor de 3,9 bilhões de dólares canadenses. No mesmo período, o número de fornecedores de bens minerais elevou-se em 47%, saindo de 859 para 1,2 mil mineradoras, concentradas em Vancouver (MARSHALL, 2013). As empresas canadenses são responsáveis por 31% do investimento total de exploração mineral no mundo. Além destas, existem 3,2 mil fornecedores que prestam serviços de engenharia de minas, desenvolvimento de software, assistência legal e financeira às empresas de mineração. Coexistem, portanto, pequenos fornecedores *startups* de serviços especializados para mineradoras, que também os exportam para outros países, dada sua especificidade. Esses coexistem com os grandes fornecedores de

equipamentos e sistemas complexos. No Canadá, a atividade de exploração mineral deixou como legado principal importantes empresas nacionais fornecedoras de software e sistemas de prospecção geológica, muitas no entorno de Sudbury, onde há minas de níquel, cobre, cobalto, ouro e platina:

O surgimento de várias empresas produtoras de instrumentos de prospecção, assim como de softwares e de outros equipamentos relacionados constitui-se um dos mais importantes legados da mineração no Canadá. Isso é resultado da combinação de conhecimentos especializados em reconhecimento aéreo em geociências e informática com uma longa trajetória de estudos geológicos, muitas vezes financiados com recursos públicos, sob a rubrica dos investimentos em ciência e tecnologia. (FURTADO; URIAS, 2013, p.58)

Dentre os agentes de P&D&I, destacam-se os laboratórios de análises do teor e da qualidade de minérios, fundamentais na fase de exploração mineral (FURTADO; URIAS, 2013). As empresas de mineração que mais investiram em P&D&I no Canadá em 2013 foram a Vale Canada (132 milhões de dólares canadenses), Molycorp (22,9 milhões de dólares canadenses), Teck (19 milhões de dólares canadenses), Rio Tinto Iron & Titanium (17 milhões de dólares canadenses) e ArcelorMittal Dofasco (16,9 milhões de dólares canadenses) (MARSHALL, 2013). No total, existem 12 centros de P&D dedicados à mineração no Canadá, além dos núcleos das universidades (CANADIAN MINING INNOVATION COUNCIL, 2014), o que reforça a relevância estratégica da inovação tecnológica nesse setor. Há 11 universidades canadenses que oferecem cursos de engenharia de minas, cinco universidades de engenharia metalúrgica e 36 de geologia e ciências da terra. Destacam-se 18 *colleges* que ministram cursos técnicos de operadores de minas.<sup>24</sup>

Os órgãos governamentais fazem o planejamento, a outorga de minas e a regulação do setor. O governo federal, representado pelo *Natural Resources Canada*, é o responsável pela política mineral no país, assinatura de pactos de sustentabilidade e regulamentações de saúde e segurança em minas. O *Natural Resources Canada* planeja a expansão setor, tendo definido três macrodiretrizes estratégicas para a política nacional de mineração (NRCAN, 2014): 1) promoção do crescimento econômico e do volume de empregos; 2) fortalecimento da autonomia das províncias quanto às decisões que envolvem atividades de mineração e; 3) promoção do desenvolvimento sustentável na mineração.

---

<sup>24</sup> Extraído de: <http://www.acareerinmining.ca/en/careers/training.asp>. Acesso em: 12/05/2014.

Ademais, no contexto do setor de mineração, cumpre à esfera federal definir as diretrizes de política tributária de pagamento de *royalties*, a exploração de urânio, a exploração no norte do país e nas águas e a gestão das comunidades nativas (NRCAN, 2014). Às províncias cabe a regulamentação da exploração, lavra, sanções e fechamento de minas em suas jurisdições:

The provincial governments are responsible for mining – the exploration for and the development and extraction of mineral resources, as well as the construction, management, reclamation and closure of mine sites – within their jurisdiction. Direct federal involvement in the regulation of mining operations is limited and specific in nature. It includes uranium in the context of the nuclear fuel cycle (i.e., from exploration through to the final disposal of reactor and mine waste), mineral activities related to federal Crown corporations, and mineral activities on federal lands and in offshore areas. (NRCAN, 2014)

As agências públicas de fomento, enquanto parte do grupo dos agentes de P&D&I, têm papel relevante no financiamento de pesquisas consorciadas (FURTADO; URIAS, 2013). A Agência Espacial Canadense e o Centro Canadense para Sensoriamento Remoto desenvolveram o Sistema de Mapeamento Geológico e Ambiental (*Geo-Mapping for Energy and Minerals*, GEM) para prospecção geológica e mapeamento ambiental, servindo também para planejar respostas aos desastres naturais. O Conselho Nacional de Pesquisa (*National Research Council*, NRC) é um exemplo de agente de P&D&I de projeção internacional. Cumpre papel de agência de desenvolvimento e vincula-se ao Ministério da Indústria (*Ministry of Industry*). Fundado em 1916, sua função é fazer pesquisa tecnológica de cunho radical e ensaios laboratoriais para a indústria de equipamentos em 12 áreas temáticas, dentre elas no tema de “energia, meio ambiente e mineração”.<sup>25</sup> Os cientistas do NRC foram inventores de artefatos tecnológicos que mudaram o mundo como o radar, a caixa preta e a vacina para a meningite.

Ainda, a necessidade de aproximar a pesquisa com as diretrizes da política mineral levou à coordenação das atividades de P&D&I pelo CMIC, um agente de P&D&I composto por 80 membros oriundos do governo, das empresas privadas e de universidades, que capitalizou 13 milhões de dólares canadenses para financiamento de um projeto P&D&I em 2013 sobre

---

<sup>25</sup> As áreas de pesquisa do NRC são: energia, mineração e meio ambiente; aeroespacial; desenvolvimento de plantas e recursos aquáticos; automóveis e transportes de superfície; construção; terapia e saúde humana; tecnologias da informação; padrões de medida; equipamentos médicos; infraestrutura nacional; engenharia oceânica; tecnologias de segurança e disruptivas.

exploração mineral, em parceria com 53 organizações (CMIC, 2014). O CMIC vive das anualidades pagas pelos membros e foca-se na pesquisa colaborativa nas áreas do conhecimento de disposição de rejeitos, eficiência energética, capacitação, exploração mineral e processamento. Porém, o Conselho vem assumindo características de uma agência de desenvolvimento e planeja obter receitas por meio da prestação de serviços de gestão de projetos e da transferência de tecnologia.

A associação representante das empresas de mineração perante o governo é a Associação de Mineração do Canadá (*Mining Association of Canada*). Suas áreas de interesse e atuação são eficiência regulatória, competitividade, responsabilidade corporativa e social, questões relacionadas às comunidades nativas e desenvolvimento do norte. Nessas áreas, a associação presta consultoria às empresas filiadas para ajudá-las na mitigação dos riscos de negócio. As indústrias fornecedoras de equipamentos contam com a Associação Canadense da Indústria de Mineração (*Canadian Mining Industry Research Association, CAMIRO*), que existe há 35 anos e está voltada à pesquisa tecnológica colaborativa entre empresas nas áreas de exploração mineral, lavra e processamento. Com base na descrição desses grupos de atores, propõe-se a classificação de sua situação no país e seu protagonismo na indução da inovação através do Quadro 3.9.



Quadro 3.9 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para o Canadá

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
Fornecedores de bens minerais	Empresas mineradoras	Empresas que fazem exploração, lavra e processamento de minerais metálicos e não-metálicos.	2	2	As empresas estão em todo o território canadense (2 pontos) e essas investem em P&D&I (2 pontos).
Fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de exploração e lavra em minas de superfície, subterrâneas e <i>offshore</i> , além de participarem das fases do processamento (moagem, flotação, cominuição e pelotização).	2	2	No Canadá, existem fornecedores de soluções tecnológicas que atendem às mineradoras (2 pontos). Esses são resultados dos investimentos vultosos em exploração e prospecção mineral feitos pelo governo canadense (2 pontos).
	Fornecedores de serviços especializados	Empresas que prestam assistência técnica de engenharia, desenvolvimento de software, assistência jurídica, financeira e logística às mineradoras.	2	2	Há fornecedores de serviços especializados (2 pontos) que atendem às mineradoras canadenses e têm alta capacidade de inovação, com relevante papel na indução da inovação (2 pontos).
Agentes financeiros	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento às mineradoras e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	2	2	O <i>Export Development Canada</i> é um organismo governamental que atua no fomento à exportação de produtos de empresas de qualquer porte (2 pontos) e também empresta dinheiro (2 pontos) (ver item 4.2.3)
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento às mineradoras e aos fornecedores equipamentos, sistemas e serviços especializados.	1	0	Embora existam bancos privados no país (1 ponto), esses não têm instrumentos de financiamento à inovação nesse SSI (0 ponto).
	<i>Brokers</i>	Agentes que administram corretoras e fundos de investimento, fazendo a venda de minérios nos mercados <i>spot</i> e de derivativos.	2	2	Enquadram-se aqui as <i>junior companies</i> , que atuam como consórcios financeiros no mercado de capital, antes mesmo de iniciarem qualquer operação de exploração mineral. Essas empresas estão presentes no Canadá (2 pontos) e têm protagonismo relevante nesse SSI (2 pontos) devido ao potencial de alavancagem de recursos para investimentos produtivos.

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos diretamente em empresas <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de exploração e/ou inovação tecnológica nesse setor.	2	2	As bolsas de valores canadenses permitem investidores de risco alavancarem recursos para as <i>junior companies</i> (2 pontos). Por isso, eles também são atores relevantes na difusão da inovação nesse SSI (2 pontos).
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos de mercado e mapeamento do potencial de mineração no território.	2	2	O governo canadense investe 31% do total mundial em exploração mineral (2 pontos), construindo um ecossistema de fornecedores de equipamentos e sistemas voltados para a prospecção (2 pontos).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização da mineração no que tange ao pagamento de <i>royalties</i> e ao cumprimento de normas ambientais.	2	1	Os organismos de regulação canadenses estão nas esferas federal, das províncias e dos territórios. Além de coletarem <i>royalties</i> , obrigam as empresas a se responsabilizarem pelo fechamento de minas (2 pontos). Com isto, têm relevância na indução da inovação em processos nessas empresas (1 ponto).
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos usados nas atividades da cadeia produtiva.	1	1	O <i>Measurement</i> é o órgão normatizador canadense (1 ponto), responsável pela difusão de padrões de equipamentos e sistemas. A adoção de normas e padrões influencia as empresas na busca da qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
<b>Consumidores</b>	Empresas	Indústria de transformação e da construção civil.	2	2	Nesse mercado, os consumidores têm maior poder de barganha (2 pontos). Contribuem para a inovação em processos, uma vez que as empresas precisam baixar custos para serem competitivas (2 pontos).
<b>Agentes de P&amp;D&amp;I</b>	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	2	2	As universidades canadenses atuam em pesquisa consorciada com empresas e governo através do CMIC (2 pontos). Além disso, dado o valor agregado da mineração neste país, há um grande número que oferece cursos de engenharia de minas, engenharia metalúrgica e geologia (2 pontos).

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador.	2	2	Há um ecossistema de <i>startups</i> de base tecnológica voltadas para mineração no Canadá (2 pontos), que fornecem serviços especializados para as mineradoras e também os exportam para outros países (2 pontos).
	Organismos de fomento	Instituições responsáveis pela concessão de bolsas de estudo, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.	2	2	As agências de fomento são importantes no desenvolvimento de sistemas de mapeamento e prospecção geológica e no estímulo à pesquisa consorciada entre empresas e universidades (2 pontos). Dessa forma têm protagonismo muito relevante nesse SSI (2 pontos).
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa públicas e privadas cujas atividades precípua são pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.	2	2	No Canadá existem 12 institutos de P&D inteiramente voltados para a pesquisa em mineração (2 pontos). Além disso, o NRC faz pesquisa disruptiva e tem projeção internacional (2 pontos).
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	2	2	Os laboratórios de assistência técnica canadenses são considerados de ponta (2 pontos) e têm papel relevante na descoberta de jazidas através de análises de teor mineral (2 pontos) (FURTADO; URIAS, 2013).
Associações	Associações de mineradoras	Associações representativas de mineradoras, responsáveis pela promoção da troca de conhecimento entre os associados, pela prestação de serviços de assessoria técnico-gerencial e pela interlocução das mineradoras com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.	1	0	A Associação Canadense de Mineração ajuda as mineradoras associadas a mitigar riscos do negócio através da prestação de serviços jurídicos (1 ponto), não tendo protagonismo na difusão da inovação.
	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações representativas de fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis por troca de conhecimento entre os associados, pela	2	2	A CAMIRO é uma associação que fomenta a pesquisa consorciada entre as empresas, o que vai além do intercâmbio de conhecimento (2 pontos). Por isso, tem protagonismo muito relevante na difusão da inovação (2 pontos).

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		prestação de serviços de assessoria técnico-gerencial e pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.			
	Associações de trabalhadores	Associações que defendem os interesses dos trabalhadores das minas perante as empresas mineradoras.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências de atuação desses atores nesse SSI.
	Associações de moradores	Associações que reúnem a sociedade civil para discutirem impactos de atividades mineradoras e representarem os interesses dos moradores face aos impactos das atividades minerais.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências de atuação desses atores nesse SSI.

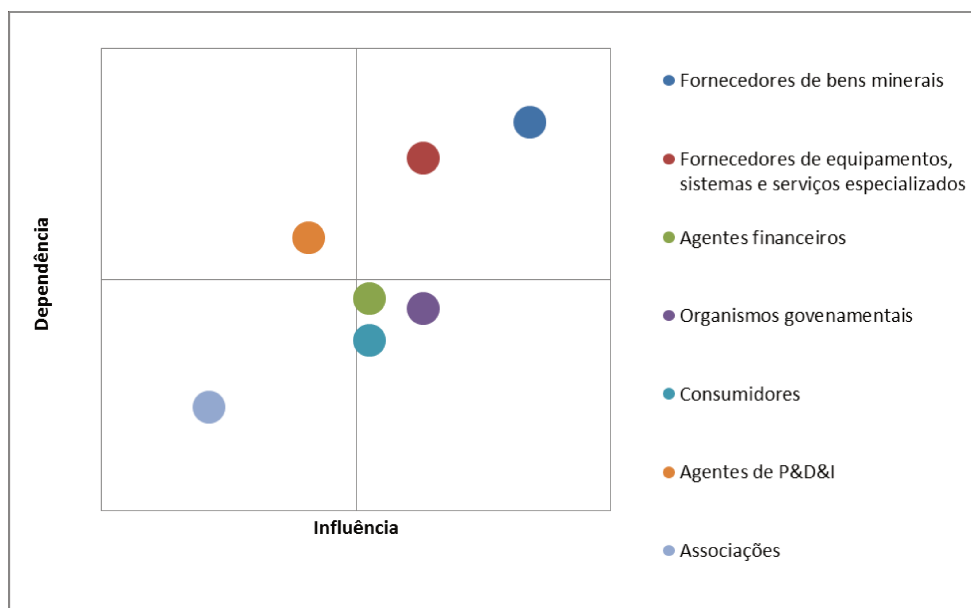
\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

Fonte: elaboração própria.

Isto posto, propõem-se diferentes graus de influência e dependência entre os atores por meio da matriz quadrada (Anexo 1-f), que se desdobra no Gráfico 3.6. Observe-se o alto grau de influência e dependência de fornecedores de bens minerais e fornecedores de equipamentos e serviços especializados. Esses atores influenciam e são influenciados pelos agentes de P&D&I, organismos governamentais, associações e agentes financeiros. Os agentes de P&D&I concedem financiamento à pesquisa, fazem testes de teor mineral, além de terem relevância na formação de mão de obra nesse setor, porém não têm ampla influência sobre os agentes financeiros, consumidores e organismos governamentais.

Em especial, destaca-se no Canadá a relevância de agentes financeiros, isto é, *brokers* e *venture capitalists* no financiamento de mineradoras e fornecedores, colocando-os na posição de alta influência. O Canadá também possui forte viés exportador de bens minerais, conferindo certa influência aos consumidores, uma vez que esses atuam como *price makers* em mercados de *commodities*. Os organismos governamentais definem as diretrizes estratégicas da política mineral e, ao “darem o tom” da política pública, influenciam mais do que são influenciados pelos demais grupos de atores.

Gráfico 3.6 - Influência e dependência do SSI de mineração canadense



Fonte: elaboração própria.

### 3.2.3. Alemanha

Na Alemanha, a mineração pouco se destaca como atividade econômica, porém, ressalta-se a criação de capacidades tecnológicas construídas ao longo dos séculos XVIII e, especialmente no século XIX, que deram origem a importantes fornecedores de sistemas, equipamentos e serviços especializados com inserção internacional.

Neste país a fundou-se a escola de mineração mais antiga do mundo existente, a *Technische Universität Bergakademie Freiberg*, de 1765 (agente de P&D&I). A constituição TU Freiberg foi uma decisão dos militares de alta patente da região da Saxônia, que perceberam a necessidade de elevar o nível de instrução da população para recuperar a economia destruída com a Guerra dos Sete Anos<sup>26</sup>. Nesta universidade, foi inaugurado o primeiro laboratório do mundo em instituição de ensino superior (1796) pelo Professor August Wilhelm Lampadius. Este laboratório ocupava-se de análises químicas de minerais, sendo nele descobertos os elementos da tabela periódica Germânio e Índio.

A difícil extração do carvão nas regiões de Ruhr, Saarland e Ibberebühren levou ao desenvolvimento de fornecedores de equipamentos de mineração já no século XIX. Essa trajetória tecnológica, trilhada em função de uma necessidade local, tornou a Alemanha um desenvolvedor de competências em equipamentos de mineração de lavra e processamento. Tais competências foram engendradas por pequenas e médias empresas como a JD Neuhaus, que criou o elevador com motor de palhetas movido a ar comprimido para minas subterrâneas e a Schade, fabricante de vagões de trens para minas. As exportações compõem 85% da receita dos fornecedores de equipamentos de mineração alemães (FURTADO; URIAS, 2013). Neste país, a comercialização dos produtos está condicionada às normas do Instituto DIN, portanto, as empresas fabricantes de equipamentos buscam a certificação em laboratórios credenciados, como os TÜV regionais.

O financiamento à inovação tecnológica para as empresas é concedido por bancos comerciais (*Hausbanken*) até o valor de 50 mil euros. Os *Hausbanken*, agentes financeiros, são usados para financiarem operações de crédito de capital de giro, observando-se que no sistema bancário alemão não há bancos de desenvolvimento. Nesse SSI, não há destaque para *venture capitalists*. A partir de 50 mil euros, existem programas estaduais e federais que concedem recursos de

---

<sup>26</sup> Extraído de: <http://tu-freiberg.de/geschichte/>. Acesso em: 03/02/2014.

fomento (*Fördermittel*), nesse caso, crédito com carência ou mesmo subvenção econômica. Na pesquisa realizada por Hummel (2011), 81,8% das médias empresas alemãs recorrem a esses recursos, que são alocados nas empresas através das Sociedades de Participação de Capital (*Kapitalbeteiligungsgesellschaften*).

Com a queda da atividade mineradora no país após 1945, o acúmulo de conhecimento nesta área tornou a Alemanha um líder na exportação de equipamentos para lavra em minas de carvão, tipicamente subterrâneas. A extração de lignito (carvão com alto teor de carbono, variando de 65% a 75%) e finos de carvão precisava de equipamentos para lavra contínua, isto é, a lavra sem o transporte por caminhão. Mesmo diante da perda de importância da atividade mineradora, atualmente a Alemanha é o maior produtor mundial de lignito, o segundo maior de caulinita de feldspato, o terceiro em xisto betuminoso, o quarto em potássio e o quinto em betonita (FURTADO; URIAS, 2013).

Desde 2000, os processos de exploração e lavra de carvão têm se reduzido, de modo que a produção interna e o emprego nessa indústria também diminuíram em 50% entre 2000 e 2011 (BMW, 2012). A queda na produção de carvão mineral deve-se à mudança na matriz energética (*Energiewende*), mais voltada para o uso de fontes renováveis de energia (eólica e solar), bem como ao fim gradual da subvenção à indústria de carvão pelos organismos governamentais.

A empresa RAG Deutsche Steinkohle A.G ainda explora cinco minas de carvão em Ruhr, Ibbenbüren e Saar, mas os subsídios a esta indústria terminarão em 2018. Enquanto isso, a Alemanha tem se destacado como produtora de potássio e magnésio através do fornecedor de bem mineral K+S Gruppe, trazendo um aumento da receita para a atividade de mineração de 14% (2,1 bilhões de euros) entre 2010 e 2011.

Na Alemanha existem 2,9 mil empresas de mineração, sendo 42 de carvão, 33 de extração de minerais metálicos, 67 de mineração de sal e 2,8 mil de outros tipos de mineração (BMW, 2012).

A dependência externa do país em relação aos bens minerais impactou na condução da política mineral, levando o governo federal a criar em 2010 um novo organismo governamental de caráter mais estratégico, a Agência Alemã de Recursos Naturais (*Deutsche Rohstoffagentur*, DERA) e em 2011, um novo agente de P&D&I, o Instituto Tecnológico de Helmholtz em Freiberg (*Helmholtz-Institut für Ressourcentechnologie*), ligado à TU Freiberg.

A DERA é um órgão de inteligência estratégica responsável por ajudar as empresas e o governo alemão no planejamento de oferta e demanda de bens minerais. Ela está ligada ao Departamento de Ciências da Terra e Recursos Naturais (*Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe*, BGR), do Ministério de Economia e Energia.

O BGR é o organismo governamental responsável pela exploração de vários tipos de recursos naturais na Alemanha e em outros territórios, como na Antártida. Ainda, realiza pesquisas tecnológicas ligadas a sequestro de carbono, análise de riscos de terremotos e métodos de armazenamento de rejeitos radioativos.

O governo federal alemão, através da DERA, traçou um conjunto de diretrizes estratégicas para reduzir a dependência do país em relação a recursos minerais, que envolvem todos os atores desse Sistema Setorial: a) pesquisa tecnológica de novos materiais para substituir bens minerais na produção; b) acesso a recursos naturais por meio de participações societárias em empreendimentos minerários; c) participação nas bolsas de recursos naturais para garantir compra de recursos e; d) negociação de contratos de longo prazo.

A política mineral do governo federal é replicada nas demais regiões por meio de normas de mineração (*Bergverordnungen*), compreendendo a condução das atividades de exploração mineral e normas de segurança dos trabalhadores nas minas. Existem escritórios regionais (*Landesbehörde*) transversais que são agentes de regulação e normatização, como Escritório Regional de Mineração, Energia e Geologia (*Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie*, LBEG), o qual cuida das regiões da Baixa-Saxônia, Schleswig-Holstein, Hamburgo e Bremen. O Escritório Regional de Mineração, Geologia e Recursos Naturais (*Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe*, LBGR) abarca as regiões de Berlim e Brandemburgo (BMW, 2012).

Além dos escritórios regionais transversais, existem os escritórios municipais, com funções reguladoras, variando de acordo com as características territoriais. Por exemplo, o escritório regional de mineração da cidade de Stralsund (norte da Alemanha), em conjunto com o LBEG, permite a exploração mineral na costa marítima, bem como emite licenças para a construção de gasodutos e cabos. Os escritórios de mineração detêm o controle não apenas sob exploração de minerais metálicos e não-metálicos, mas também da água, do manejo de resíduos sólidos e das emissões de gases poluentes. O DIN é o órgão normatizador da Alemanha e a certificação de equipamentos pode ser feita por laboratórios de serviços técnicos. O TÜV, ora mencionado no SSI de energia, exporta serviços de certificação para outros países.



Com relação às associações na Alemanha, ressalta-se o protagonismo dos conselhos de trabalhadores (*Betriebsrat*) presentes nas empresas alemãs, que, assim como no SSI de energia, participam ativamente de suas decisões de investimento e operação (expansão, manutenção, compra e venda). O Quadro 3.10 abaixo pontua a importância e o protagonismo dos grupos de atores, de acordo com sua presença e protagonismo na difusão da inovação.

Quadro 3.10 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para a Alemanha

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
<b>Fornecedores de bens minerais</b>	Empresas mineradoras	Empresas que fazem exploração, lavra e processamento de minerais metálicos e não-metálicos.	1	1	A Alemanha está descontinuando a mineração de carvão através de subsídios governamentais. Assim, a importância relativa desse SSI também diminuiu (1 ponto). As mineradoras têm baixa relevância na indução da inovação <i>vis-à-vis</i> os fabricantes de máquinas e equipamentos (1 ponto).
<b>Fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados</b>	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de exploração e lavra em minas de superfície, subterrâneas e <i>offshore</i> , além de participarem das fases do processamento (moagem, flotação, cominuição e pelotização).	2	2	Os fabricantes de equipamentos, devido ao acúmulo de capacidades tecnológicas, são <i>players</i> globais (2 pontos) e, por conseguinte, têm muita relevância na indução da inovação (2 pontos).
	Fornecedores especializados	Empresas que prestam assistência técnica de engenharia, desenvolvimento de software, assistência jurídica, financeira e logística às mineradoras.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.
<b>Agentes financeiros</b>	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento às mineradoras e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	0	0	Não há bancos públicos de desenvolvimento nos moldes do BNDES (HUMMEL, 2011).
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento às mineradoras e aos	1	1	Existem bancos comerciais (1 ponto), que concedem financiamento à inovação até 100 mil euros (1 ponto). A

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		fornecedores equipamentos, sistemas e serviços logísticos.			partir desse valor, as empresas solicitantes podem obter subvenções governamentais, assim como no SSI de energia.
	<i>Brokers</i>	Agentes que administram corretoras e fundos de investimento, fazendo a venda de minérios nos mercados <i>spot</i> e de derivativos.	0	0	Não há atores com essa missão nesse SSI, como nos casos canadense (ver item 3.2.2) e australiano (ver item 4.4.3).
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos diretamente em empresas <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de exploração e/ou inovação tecnológica nesse setor.	0	0	Não há atores com essa missão nesse SSI, como nos casos canadense (ver item 3.2.2) e australiano (ver item 4.4.3).
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos de mercado e mapeamento do potencial de mineração no território.	1	0	A DERA é uma agência de planejamento que foi criada com a finalidade de prever oferta e demanda de bens minerais (1 ponto), todavia, sua atuação não tem protagonismo nesse SSI (0 ponto).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização da mineração no que tange ao pagamento de <i>royalties</i> e ao cumprimento de normas ambientais.	1	0	Há organismos na esfera federal e estadual (1 ponto) que permitem a exploração mineral, todavia esses não têm protagonismo nesse SSI. O governo alemão está subsidiando a descontinuidade da lavra de carvão.
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos usados nas atividades da cadeia produtiva.	1	1	O DIN é o órgão normatizador alemão (1 ponto), responsável pela difusão de padrões de equipamentos e sistemas. A adoção de normas e padrões influencia as empresas na busca de qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
<b>Consumidores</b>	Empresas	Indústria de transformação e da construção civil.	2	2	A Alemanha destaca-se pela exportação de alguns minérios. Nesse mercado, os consumidores de outros países são fundamentais na formação de preços (2 pontos), obrigando as empresas a

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
					inovarem em processos para reduzirem custos (2 pontos).
<b>Agentes de P&amp;D&amp;I</b>	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	1	2	Identificou-se apenas uma universidade de destaque (1 ponto), a TU Freiberg, com relevante protagonismo nesse SSI devido às suas contribuições para geração de capacidades tecnológicas (2 pontos).
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.
	Organismos de fomento	Instituições responsáveis pela concessão de bolsas de estudo, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.	2	2	Os organismos de fomento concedem bolsas e subvenções para projetos de P&D executados por empresas com valores superiores a 50 mil euros (2 pontos). Além disso, há subvenções do Ministério para médias empresas inovadoras (ver item 4.3.3), demonstrando que esses organismos são relevantes na difusão da inovação.
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa públicas e privadas cujas atividades principais são pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.	1	N.d	Identificou-se apenas um instituto voltado para a mineração na Alemanha (1 ponto), o Helmholtz, vinculado à universidade TU Freiberg, cuja atuação ainda é recente nesse SSI.
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	2	1	Atuam em todas as regiões da Alemanha e em outros países, vendendo serviços de certificação (2 pontos), como o TÜV. Na Alemanha, certificam todas as empresas segundo as normas do DIN (1 ponto).
<b>Associações</b>	Associações de mineradoras	Associações representativas de mineradoras, responsáveis pela promoção da troca de conhecimento entre os associados, pela prestação de serviços de assessoria técnico-gerencial e pela	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
		interlocução das mineradoras com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.			
	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações representativas de fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis por troca de conhecimento entre os associados, pela prestação de serviços de assessoria técnico-gerencial e pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.
	Associações de trabalhadores	Associações que defendem os interesses dos trabalhadores das minas perante as empresas mineradoras.	2	1	Existem conselhos de trabalhadores em todas as empresas ( <i>Betriebsrat</i> ) da Alemanha (2 pontos), com influência direta nas decisões de investimento e operação das empresas (1 ponto).
	Associações de moradores	Associações que reúnem a sociedade civil para discutirem impactos de atividades mineradoras e representarem os interesses dos moradores face aos impactos das atividades minerais.	N.d	N.d	Não foram encontradas evidências desses atores nesse SSI.

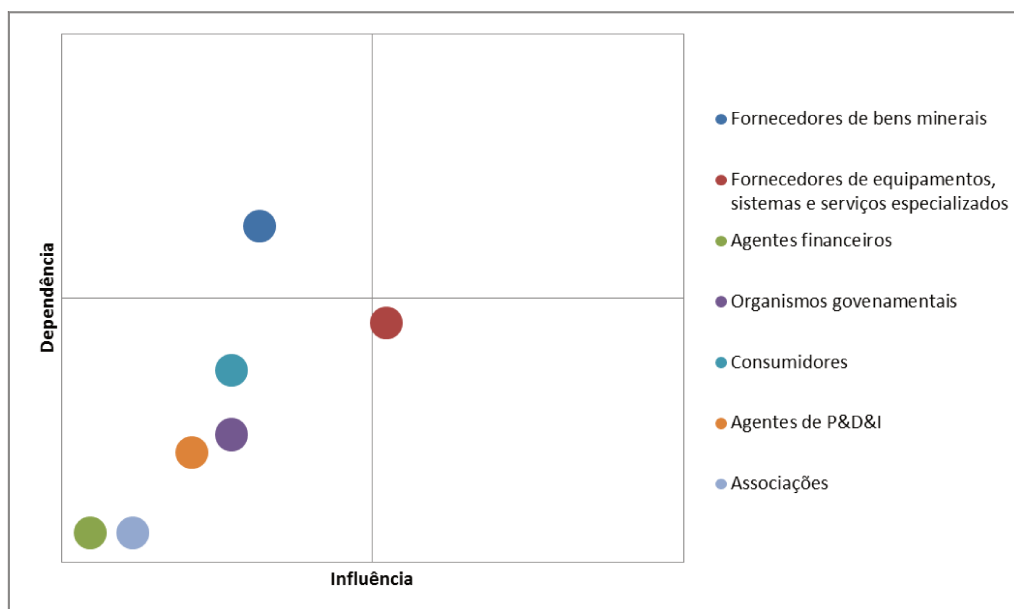
\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

Fonte: elaboração própria.

A matriz quadrada (Anexo 1-g), geradora do Gráfico 3.7, denota alta influência do grupo de fornecedores de equipamentos e serviços especializados. Esses conseguiram inserção internacional graças à capacidade tecnológica adquirida e acumulada desde a 2ª. Revolução Industrial. Têm baixa dependência em relação aos grupos de atores do SSI, estando condicionados ao organismo normatizador (organismo governamental) e aos laboratórios de certificação (agentes de P&D&I). Os fornecedores de bens minerais recebem subsídios governamentais, como ocorre com os produtores de carvão. Porém, a Alemanha se destaca pela exportação de lignita, betonita, potássio e feldspato, colocando as mineradoras na posição de dependência dos consumidores.

Os agentes financeiros de destaque são os bancos comerciais, porém, esses têm baixa influência e dependência no contexto de todo o SSI. Os agentes de P&D&I têm baixas influência e dependência nesse sistema, ressalvando-se a TU Freiberg e o Ministério da Economia e Energia. Os organismos governamentais têm baixa influência e baixa dependência nesse SSI. Eles fazem o planejamento de demanda, subsidiam os produtores de carvão e concedem licenças de exploração por meio dos escritórios regionais e municipais.

Gráfico 3.7 - Influência e dependência do SSI de mineração alemão



Fonte: elaboração própria.

### 3.2.4. Austrália

Na Austrália, a indústria de mineração teve queda na produtividade nos últimos 25 anos devido à dificuldade crescente de extração de minério, que precisa ser retirado de depósitos de qualidade cada vez inferior. Por outro lado, desde o início do século XXI o país conseguiu aumentar suas receitas com exportação de recursos minerais em razão da elevação de preços internacionais, essa última tracionada pela demanda das nações emergentes. Em 2011, 50% das exportações australianas aos consumidores finais eram de bens minerais (CONNOLLY; ORSMOND, 2011). Com isso, os fornecedores de bens minerais redirecionaram seus esforços produtivos para a extração de carvão e minério de ferro em detrimento do processamento de alumínio, cobre e ouro (SYED; GRAFTON; KALIRAJAN, 2013). Atualmente, a exportação de bens minerais compõe 50% da pauta exportadora australiana, correspondendo o ferro e o carvão a um terço do total dessa pauta (SCOTT-KEMIS, 2011). Na Austrália existem 300 empresas de lavra, 600 de exploração mineral e 300 minas (SCOTT-KEMIS, 2011). Os investimentos na cadeia produtiva saíram de 12 bilhões de dólares australianos em 2003 para 56 bilhões em 2010.

Com relação ao minério de ferro, as maiores empresas localizadas na Austrália são a Rio Tinto, BHP, Portman, Mount Gibson, Aztec e Fortescue. Quanto ao carvão, são a BHP, Xstrata, Anglo Coal, Pacific Coal, Macarthur Coal e Centennial Coal (SCOTT-KEMIS, 2011).

Nesse país, as empresas de mineração cooperam tecnologicamente com fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados bem como com os agentes de P&D&I. As grandes empresas de mineração localizadas na Austrália investem cerca de 25% do total de sua receita em P&D&I (SCOTT-KEMIS, 2011). Recentemente, as atividades de pesquisa na automação da lavra têm sido conduzidas por três institutos localizados na Austrália: o CSRIO, o CRC Mining (*The Cooperative Research Centre for Mining*) e o *Rio Tinto Centre for Mining Automation*, na Universidade de Sydney.

A Austrália se destaca pelo desenvolvimento de tecnologias de automação e gestão de minas. Estima-se que 60% das jazidas do mundo utilizem sistemas de software australiano (FURTADO; URIAS, 2013). A Rio Tinto está desenvolvendo o projeto disruptivo *Mine of the Future*, que consiste em minas de operação autônoma, *running end-to-end with machine* (SYED; GRAFTON; KALIRAJAN, 2013). No total, existem 18 centros de P&D&I na Austrália dedicados a pesquisarem a mineração, além dos institutos universitários (SCOTT-KEMIS, 2011). O CSIRO

também trabalha com o desenvolvimento de tecnologias emergentes para exploração mineral, objetivando a liderança tecnológica neste campo de conhecimento. O seu projeto, Terra Transparente, tenciona mapear em 3D o potencial mineral da crosta terrestre em até um quilômetro de profundidade.

A indústria de fornecedores na Austrália é composta por multinacionais e fornecedores *startups*. As multinacionais dominam os mercados de exploração e lavra, a exemplo da Hetch (mapeamento geológico e *drilling*), a Hitachi (*bulk materials*), Liebherr (equipamentos de mineração de superfície), Caterpillar (equipamentos de mineração subterrânea), 3M Mining (ventilação de minas e equipamentos para segurança do trabalhador), dentre outros. Para esses dois segmentos da cadeia produtiva, as barreiras à entrada são altas. Além disso, as multinacionais são responsáveis pelas grandes compras das mineradoras, pois são capazes de oferecer soluções do tamanho da complexidade de seus clientes.

Porém, destacam-se fornecedores *startups* de base tecnológica, criados “sob medida” para atenderem às necessidades tecnológicas mais simples das mineradoras australianas. Esses estão voltados principalmente para o desenvolvimento e a consultoria em tecnologias da informação e a maior parte é composta por pequenas empresas, concentradas em Queensland, New South Wales e Western Australia. Chamadas MTSEs (*Mining Technology, Service and Equipment*), a partir da adoção de estratégia tecnológica oportunista, essas empresas tendem a se internacionalizar rapidamente logo que nascem:

Most MTSE firms were formed by entrepreneurs from the mining industry or their suppliers. They typically began and developed through close interaction with the mining firms, often around problem solving (...) Many of the leading firms in the sector are internationalising rapidly, through exports and particularly through opening offshore offices and subsidiaries often at an early stage in their life. (SCOTT-KEMIS, 2011, p.6)

As empresas *startups* conseguem recursos dos fornecedores de bens minerais ou de *venture capitalists*:

Access to finance was a key constraint, but few firms had been successful in attracting finance from the venture capital market. Some companies were aiming to attract alternative investors: ‘sophisticated investors’; or

mining companies, with an interest in the technology as a solution to significant problems. (SCOTT-KEMIS, 2011, p.66)

Somem-se a isso a presença identificada de incentivos fiscais (*R&D tax concession*), incentivos à exportação (*export market development grants*) e as bolsas de fomento à P&D (*public grants*). Assim como no setor elétrico, a EFIC mitiga o risco dos exportadores perante os bancos comerciais, como também concede empréstimos a compradores do exterior. Todavia, os fornecedores de equipamentos e de bens minerais expandiram seus investimentos na última década através da reaplicação dos recursos de seus fluxos de caixa (ARSOV; SHANAHAN; WILLIAMS, 2013). Os financiamentos externos também são feitos pela emissão de *bonds* na bolsa australiana, destacando-se a atuação de *brokers*. Os consórcios formados entre as mineradoras por *joint-ventures* e *farm-in contracts* (ver item 4.4.2) fortalecem a presença de *ventures capitalists* que podem integrar a fase de exploração mineral.

Em termos de organismos governamentais, os sete estados australianos (Queensland, Western Australia, Northern Australia, Queensland, New South Wales, Victoria e Tasmânia) detêm maior poder de barganha que os municípios a eles associados, pois ficam responsáveis por outorgarem a exploração mineral, assim como recebem e alocam os *royalties* oriundos das jazidas. Os governos municipais compõem conselhos ambientais com representantes da sociedade civil, porém esses recebem poucos recursos dos estados e, conseqüentemente, apresentam dificuldades de mitigar os impactos da expansão das jazidas. A infraestrutura das cidades onde a economia depende da exploração mineral é muitas vezes financiada pelas próprias empresas mineradoras através dos projetos socioinstitucionais, pois os estados não distribuem os recursos de *royalties* adequadamente para fazerem frente à infraestrutura requerida pela expansão urbana, resultante do próprio negócio da mineração (CENTRE FOR SOCIAL RESPONSIBILITY IN MINING, 2012). Cada estado tem seu próprio ministério de mineração, como o *Department of Mines and Energy* do estado de Northern Australia, o *Department of Mines and Petroleum* do estado de Western Australia, o *Department of Natural Resources and Mines* de Queensland, o *New South Wales Department of Mineral Resources, Mines and Energy* do estado de South Australia, o *Mineral Resources* da Tasmânia e o *Department of Natural Resources and Environment* do estado de Victoria.

Dentre as associações, o Conselho Mineral da Austrália (*Mineral Council of Australia*) é a principal associação australiana formada por um grupo de empresas de mineração, que responde



por 85% da produção mineral do país. Essa associação tem atribuições similares ao IBRAM, faz a negociação com os agentes governamentais para desoneração da carga tributária e dá suporte à capacitação de recursos humanos e ao aumento do número de mulheres na mineração. Ademais, desenvolve estratégias de segurança do trabalho e promove a troca de boas práticas entre os associados. Segundo pesquisa publicada por esse Conselho, em 2014, 25 empresas de mineração investiram 34 bilhões de dólares australianos em parceria com as comunidades locais em infraestrutura e comércio, demonstrando a existência de uma relação virtuosa entre fornecedores de bens minerais e a sociedade civil, que é diretamente impactada pela atividade mineradora.

Dentre os fornecedores de equipamentos e sistemas, apontam-se a Associação Australiana de Equipamentos de Mineração e Serviços de Exportação (*Australian Mining Equipment and Export Services Association*, Austmine) que congrega as *startups* de base tecnológica em eventos de *networking* e missões internacionais, além da Associação Australiana de *Drilling* (*Australian Drilling Industry Association*), cuja função é promover o intercâmbio tecnológico entre os membros. As organizações de pesquisa e indústrias podem se associar à AMIRA (*Australian Minerals Industries Research Association*) e fazer pesquisas colaborativas para dividirem custos e riscos. Atualmente, através da AMIRA, existem 50 projetos de P&D realizados em colaboração entre fornecedores de bens minerais, fornecedores de equipamentos e especializados e ICTs. Nesse arranjo, os fornecedores de bens minerais financiam a pesquisa e seus executores são os agentes de P&D&I. Os sindicatos trabalhistas têm alto poder de barganha na negociação sobre condições de trabalho em exploração de *greenfields* e a segurança nas minas (AUSHURST, 2013).

Em síntese, na Austrália os provedores de bens minerais cooperam com fornecedores, universidades, *startups*, agentes financeiros, institutos de pesquisa e associações de forma articulada, potencializando a geração de capacidades tecnológicas e competências essenciais. Os fornecedores de equipamentos e sistemas dividem-se nos grandes *players* internacionais e em empresas *startups* locais, as quais são dinâmicas e internacionalizam-se rapidamente. Existem programas governamentais de incentivos fiscais à P&D&I e concessão de bolsas de estudo, porém na Austrália as empresas, sejam elas fornecedoras de bens minerais ou de sistemas e equipamentos, financiam-se preferencialmente a partir de recursos próprios ou da emissão de *bonds* nas bolsas de valores. Assim, as esferas produtiva e financeira caminham juntas nesse SSI.

O Quadro 3.11 atribui pontos à importância relativa de cada um dos grupos de atores supramencionados no SSI de mineração australiano, de acordo com a análise.

Quadro 3.11 - Matriz de caracterização dos atores de mineração para a Austrália

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
<b>Fornecedores de bens minerais</b>	Empresas mineradoras	Empresas que fazem exploração, lavra e processamento de minerais metálicos e não-metálicos.	2	2	As empresas mineradoras são <i>players</i> globais com capacidade exportadora e fazem P&D&I (2 pontos), fomentando um ecossistema favorável ao surgimento de fornecedores de todos os portes (2 pontos).
<b>Fornecedores de equipamentos, sistemas e serviços especializados</b>	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fabricantes de sistemas e equipamentos que atendem a demandas de exploração e lavra em minas de superfície, subterrâneas e <i>offshore</i> , além de participarem das fases do processamento (moagem, flotação, cominuição e pelotização).	2	2	Os fornecedores oferecem soluções complexas para as mineradoras (2 pontos), tendo importante papel na geração de inovações tecnológicas nesse SSI (2 pontos).
	Fornecedores especializados	Empresas que prestam assistência técnica de engenharia, desenvolvimento de software, assistência jurídica, financeira e logística às mineradoras.	2	2	Esses fornecedores são empresas <i>startups</i> , com alta capacidade de internacionalização (2 pontos) e protagonismo nesse mercado, posto que oferecem soluções “sob medida” para as mineradoras (2 pontos).
<b>Agentes financeiros</b>	Bancos de desenvolvimento	Bancos públicos que concedem financiamento às mineradoras e aos fornecedores de sistemas e equipamentos.	2	2	A EFIC provê financiamento à exportação (2 pontos), atuando como banco de desenvolvimento para a internacionalização, o qual mitiga os riscos do exportador (2 pontos).
	Bancos comerciais	Bancos privados e de economia mista que concedem financiamento às mineradoras e aos fornecedores equipamentos, sistemas e serviços especializados.	1	0	Existem bancos comerciais (1 ponto), mas esses são irrelevantes na difusão da inovação nesse SSI (0 ponto).
	<i>Brokers</i>	Agentes que administram corretoras e fundos de investimento, fazendo a venda de minérios nos mercados <i>spot</i> e de derivativos.	2	2	Atuam na bolsa australiana (2 pontos) capitalizando empresas de mineração e fornecedores (2 pontos).
	<i>Venture capitalists</i>	Investidores de risco que aportam recursos diretamente em empresas <i>startups</i> e apoiam financeiramente projetos de inovação tecnológica	2	2	Os <i>venture capitalists</i> têm a missão de fomentar o ecossistema de fornecedores especializados da indústria de mineração (2 pontos). Por isso, têm papel protagonista nesse SSI. Na Austrália, eles podem

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		nesse setor.			financiar a exploração mineral através de arranjos contratuais específicos (2 pontos) (ver item 4.4.2).
<b>Organismos governamentais</b>	Organismos de planejamento	Agentes responsáveis por estudos de mercado e mapeamento do potencial de mineração no território.	1	2	Os organismos governamentais de planejamento e regulação são estaduais e não repassam recursos adequadamente para os municípios (1 ponto). A falta de recursos para o planejamento urbano enfraquece o desenvolvimento econômico das cidades. Esses atores têm um protagonismo relevante na difusão da inovação, influenciando também a oferta de bens minerais (2 pontos).
	Organismos de regulação	Agentes responsáveis pela fiscalização da mineração no que tange ao pagamento de <i>royalties</i> e ao cumprimento de normas ambientais.	1	2	
	Organismos normatizadores	Agentes que definem normas e padrões de sistemas e equipamentos usados nas atividades da cadeia produtiva.	1	1	O <i>National Measurement Institute</i> é o órgão normatizador australiano (1 ponto), responsável pela difusão de padrões de equipamentos e sistemas. A adoção de normas e padrões influencia as empresas na busca de qualidade, que se desdobra, na maior parte das vezes, em inovações incrementais (1 ponto).
<b>Consumidores</b>	Empresas	Indústria de transformação e da construção civil.	2	2	A Austrália destaca-se pela exportação de minérios. Nesse mercado, os consumidores são fundamentais na formação de preços (2 pontos), obrigando as empresas a inovarem em processos para reduzirem custos (2 pontos).
<b>Agentes de P&amp;D&amp;I</b>	Universidades	Agentes responsáveis pelas atividades de educação superior, ensino, pesquisa, extensão e empreendedorismo.	2	2	As universidades australianas agem em parceria com os institutos de pesquisa (2 pontos), tendo protagonismo relevante nesse SSI (2 pontos).
	Empresas <i>startups</i>	Empresas em fase inicial de constituição com alto potencial inovador	2	2	As empresas <i>startups</i> se confundem com os fornecedores especializados. Identificou-se um ecossistema de <i>startups</i> de mineração que atendem “sob medida” as necessidades das mineradoras e se internacionalizam rapidamente (2 pontos), tendo um relevante protagonismo na difusão da inovação (2 pontos).
	Organismos de fomento	Agências responsáveis pela concessão de bolsas de estudo para a	2	2	As agências de fomento concedem bolsas para exportação e fomento à P&D às empresas <i>startups</i>

<b>Grupos de atores</b>	<b>Atores</b>	<b>Descrição</b>	<b>Situação do ator no país*</b>	<b>Papel do ator na indução da inovação</b> (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	<b>Observações sobre as atribuições de pontos</b>
		pesquisa, crédito e subvenção a pessoas físicas e jurídicas.			australianas (2 pontos), sendo atores importantes na criação de novos negócios (2 pontos).
	Institutos de pesquisa	Instituições de pesquisa públicas e privadas cujas atividades principais são pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental.	2	2	Na Austrália, identificou-se a existência de 18 centros de P&D voltados à pesquisa de mineração (2 pontos). Os institutos de P&D agem em conjunto com as universidades e empresas de todos os portes, a exemplo do CSIRO (2 pontos).
	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Agentes responsáveis pela realização de testes, ensaios laboratoriais e certificações.	2	2	Os institutos de pesquisa também têm a função de laboratórios técnicos e certificação de bens minerais (2 pontos), contribuindo para a exploração de novas jazidas pela caracterização mineral (2 pontos).
<b>Associações</b>	Associações de mineradoras	Associações representativas de mineradoras, responsáveis pela promoção da troca de conhecimento entre os associados, pela prestação de serviços de assessoria técnico-gerencial e pela interlocução das mineradoras com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.	2	2	As associações de mineradoras fazem a interlocução com o governo, além de promoverem pesquisa tecnológica consorciada para reduzir riscos (2 pontos) (2 pontos). A AMIRA é uma associação que congrega mineradoras, fabricantes e ICTs.
	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações representativas de fornecedores de equipamentos e sistemas, responsáveis por troca de conhecimento entre os associados, pela prestação de serviços de assessoria técnico-gerencial e pela interlocução com órgãos governamentais, consumidores, organismos normatizadores e agentes de certificação.	2	2	

Grupos de atores	Atores	Descrição	Situação do ator no país*	Papel do ator na indução da inovação (0: irrelevante; 1 ponto: medianamente relevante; 2 pontos: muito relevante)	Observações sobre as atribuições de pontos
	Associações de trabalhadores	Associações que defendem os interesses dos trabalhadores das minas perante as empresas mineradoras.	1	1	Os trabalhadores têm alto poder de barganha e influenciam as condições de trabalho em toda a Austrália (1 ponto), sendo indutores do desenvolvimento de capacidades tecnológicas voltadas para segurança (1 ponto).
	Associações de moradores	Associações que reúnem a sociedade civil para discutirem impactos de atividades mineradoras e representarem os interesses dos moradores face aos impactos das atividades minerais.	1	0	As associações de moradores existentes desenvolvem projetos socioinstitucionais com as empresas de mineração, no nível municipal (1 ponto). Dada a natureza desses projetos, pode-se dizer elas não têm relevância na difusão da inovação.

\*Para provedores e fornecedores de energia e mineração: 0: não está fisicamente no país e atua por meio de representação de terceiros; 1 ponto: está fisicamente no país com plantas produtivas, mas atende parcialmente à demanda interna e não tem atividade relevante de P&D no país; 2 pontos: está fisicamente presente em todo o território nacional, atende amplamente à demanda interna e faz P&D; Para provedores de serviços financeiros: 0: está fisicamente no país, mas não possui mecanismos adequados, sendo portanto ineficazes à base produtiva do sistema; 1 ponto: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema, porém esses são pouco eficazes; 2 pontos: está fisicamente no país, possui mecanismos de apoio à base produtiva do sistema e esses são eficazes; Para organismos governamentais, consumidores, agentes de P&D&I e associações: 0: está fisicamente presente, mas sem instrumentos próprios de promoção da inovação; 1 ponto: está fisicamente presente no país, com instrumentos de promoção da inovação de pouca efetividade; 2 pontos: está fisicamente presente no país, com instrumentos efetivos de promoção da inovação.

Fonte: elaboração própria.

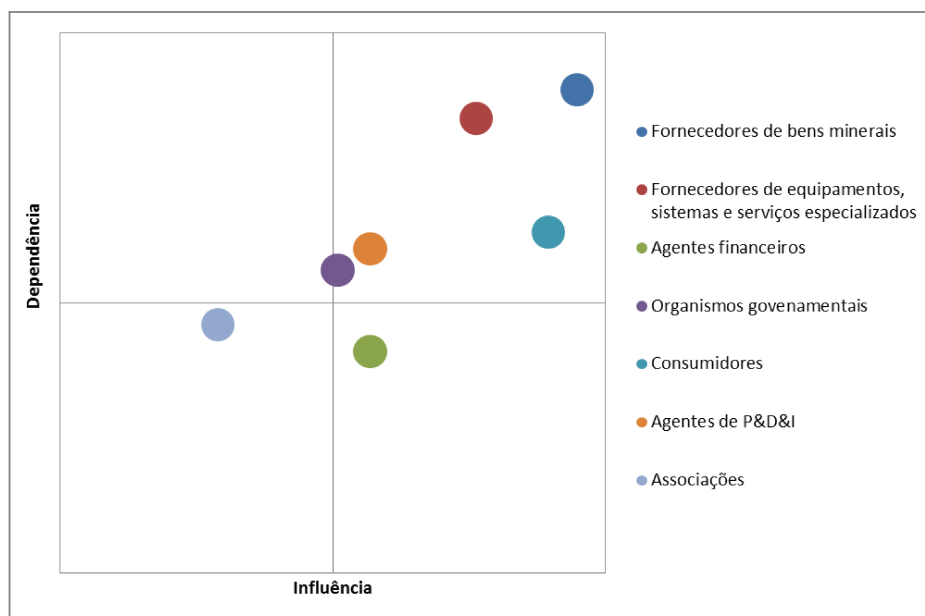
Com base na matriz de caracterização, avaliou-se a influência e dependência de cada um dos atores (Anexo 1-h), para se chegar ao Gráfico 3.8. Nesse, os fornecedores de bens minerais, fornecedores de equipamentos e serviços especializados, agentes de P&D&I, organismos governamentais e os consumidores apresentam alta influência e alta dependência *vis-à-vis* os demais grupos de atores. Os fornecedores de bens minerais, por exemplo, contribuem com impostos e projetos socioinstitucionais de desenvolvimento urbano nos municípios australianos. Os agentes financeiros têm alta influência nesse SSI, pois disponibilizam instrumentos efetivos de financiamento à exportação e formação de novas empresas na bolsa de valores.

Os fornecedores de equipamentos e serviços especializados influenciam e são influenciados pelos provedores de bens minerais, na medida em que os primeiros “gravitam” em torno das demandas das mineradoras, atendendo-as com soluções tecnológicas customizadas e complexas. Os

fornecedores são capazes de influenciar as mineradoras posto que modificam os subprocessos da cadeia produtiva com as novas tecnologias introduzidas. Os consumidores influenciam e são influenciados nesse SSI de modo relevante: por um lado, determinam a demanda por *commodities* e os preços no contexto internacional, e, por outro, estão suscetíveis à dificuldade crescente de extração de minérios e à queda de produtividade, característicos desse setor na Austrália. Os organismos governamentais também têm alta influência nesse SSI, sendo os responsáveis pela outorga e coleta de *royalties*.

Quanto às associações, fora o *Minerals Council*, as demais têm menor expressão na determinação da política mineral australiana. Os agentes de P&D&I, por seu turno, tendem a influenciar de maneira relevante os demais atores, graças aos papéis protagônicos das *startups* e dos institutos de pesquisa, que interagem com o governo, a AMIRA e os fornecedores de bens minerais. Por sua vez, os agentes de P&D&I são tracionados pelas demandas dos provedores de bens minerais.

Gráfico 3.8 - Influência e dependência do SSI de mineração australiano



Fonte: elaboração própria.

### 3.3. Considerações finais do capítulo

A pesquisa dos atores-chave dos SSIs de outros países não é exaustiva, todavia, confere substrato para o entendimento de seus protagonismos na inovação, níveis de capilaridade, *links* e formas de articulação. De posse desses elementos, é possível fazer uma comparação com os atores dos SSIs brasileiros. Sabe-se também que os atores são constituídos e consolidados por trajetórias histórico-institucionais. No que tange os outros três países selecionados, a recuperação detalhada da história foi preterida em favor da funcionalidade descritiva dos atores, exceção feita ao SSI de mineração na Alemanha.

Para o SSI de energia, viu-se que, na Alemanha, as empresas concessionárias têm papel relevante na difusão da inovação. Mesmo não sendo obrigadas a tal, investem em P&D&I e agem como *venture capitalists* ao aportarem recursos em *startups* de alto potencial inovador. As agências de fomento também atuam na concessão de subvenção a projetos inovadores de eficiência energética. Da mesma forma, chama a atenção o fato de este ser o único SSI em que os bancos comerciais têm algum protagonismo no empréstimo de recursos para projetos de inovação tecnológica. Os institutos de pesquisa, especialmente capitaneados pela Sociedade Fraunhofer, lideram a P&D&I em energia neste país, trabalhando em consonância com o projeto de mudança da matriz energética (*Energiewende*). Por outro lado, a fragilidade das agências reguladoras permite às concessionárias aumentarem as tarifas de modo abusivo, fato que culminou no “desligamento” de vários consumidores da rede e na criação de associações para sua proteção.

Assim, na Alemanha o SSI tem um protagonismo na geração de tecnologias e na inovação, notadamente marcado pela presença de empresas desenvolvedoras de equipamentos e por uma postura ativa na P&D das concessionárias. Ademais, internamente observa-se uma maior capacidade relativa de articulação entre atores de P&D tais como institutos de pesquisa e indústrias relacionados à cadeia produtiva setorial.

Quanto ao Canadá, esse país é exportador de energia elétrica e tem uma estrutura de mercado híbrida, a qual varia conforme a província. No Quebec, a geração é monopolizada pela Hydro Quebec, que investe 100 milhões de dólares canadenses ao ano em seu centro de P&D&I cativo, o IREQ. Em Alberta e Ontário figuram a liberdade de concorrência, fortalecendo as atuações de *brokers* de energia e o poder de barganha dos consumidores. Nesse sentido, a competição também fomenta a inovação tecnológica entre as empresas. As agências de fomento, como a



*Alberta Innovates*, têm recursos variados de fomento à inovação para diversos tipos de empresas e distintas fases da inovação, sendo importantes atores nesse SSI, capazes de desenvolverem tecnologias inovadoras em todas as fases da cadeia.

Na Austrália, nota-se a diversidade de organismos governamentais que participam da governança do setor elétrico. Vale observar a missão e o orçamento disponível da agência de desenvolvimento governamental (ARENA), essencialmente direcionada para “limpar” a matriz energética australiana e tornar o uso da energia mais eficiente, através do suporte financeiro a projetos de P&D&I em qualquer fase da cadeia de inovação. Ademais, o CSIRO constitui-se um instituto de pesquisa com difusão no território australiano, que investiga tecnologias emergentes em *smart grid* e transfere os resultados desses desenvolvimentos para o mercado.

Na Austrália, portanto, nota-se o protagonismo e a internacionalização do CSIRO como também a significativa disponibilidade de recursos voltados para a inovação nas mãos de uma agência de desenvolvimento governamental que concede dinheiro para variados atores pertencentes a qualquer parte da cadeia da inovação. Tais recursos direcionam-se a satisfazer a política energética australiana.

No Brasil, o ator mais relevante na condução da P&D&I é a ANEEL, órgão governamental de natureza fiscalizadora (e não desenvolvimentista), o qual obriga as empresas a aplicarem recursos em inovação tecnológica. Como resultado, as concessionárias veem o investimento como um “fardo” e “terceirizam” as atividades de P&D&I principalmente para as universidades, cujo compromisso precípua é com a produção científica, em detrimento da tecnológica. Durante a pesquisa do Eixo 2, não se observa a criação de um ecossistema de fornecedores nacionais capazes de mitigarem o déficit tecnológico brasileiro. Por outro lado, a atuação das agências de fomento somada à maior capilaridade do BNDES tem intensificado o volume de crédito tomado entre as empresas brasileiras.

Para o Brasil, a análise do Eixo 2 revela desarticulação entre os atores, mas um relevante protagonismo das concessionárias, organismos governamentais e fornecedores de equipamentos. Esses últimos contribuem para a modernização das empresas (através da comercialização de novos equipamentos), mas não geram capacidades tecnológicas suficientes para combaterem o problema do déficit tecnológico.

Quanto ao SSI de mineração, na Alemanha, essa atividade foi a pedra angular para seu desenvolvimento industrial. Através da lavra, surgiram fornecedores de máquinas e equipamentos

na 2ª. Revolução Industrial, os quais acumularam competências e internacionalizaram-se. Atualmente, as atividades de lavra e processamento mineral já não contribuem para a competitividade do país como no século XIX, embora este seja exportador de potássio, betonita, caulinita e lignito. Nesse SSI, os organismos governamentais não têm atuação relevante no sentido de contribuir com a difusão da inovação. Ao contrário, há interesse no fechamento das minas de carvão até 2018. Somente uma mineradora projeta-se internacionalmente por suas atividades, a *K+S Gruppe*.

Para a Austrália e o Canadá, os bens minerais são itens dominantes da pauta exportadora. O Canadá é líder mundial em investimentos em exploração mineral e, nesse país, o mercado financeiro atua lado a lado com o setor por meio da alavancagem das *junior companies* na bolsa de valores. A combinação harmoniosa entre a esfera produtiva e o mercado financeiro promove a articulação entre agentes de P&D&I, agentes financeiros, fornecedores de bens minerais e fornecedores de equipamentos e serviços especializados.

A Austrália, por sua monta, possui competências tecnológicas em automação nesse SSI e por isso os softwares australianos estão presentes em 60% das minas do mundo. Ademais, com o projeto “Terra Transparente” do CSIRO, a Austrália está construindo competências essenciais em exploração mineral.

No Brasil, apesar de os bens minerais figurarem como “carros-chefes” da pauta exportadora, não se verifica o desenvolvimento de competências essenciais nos subprocessos da sua cadeia produtiva. Ao contrário, no Brasil investe-se pouco em exploração mineral face outros países de menor tamanho. As mineradoras investem em P&D&I, mas aplicam esses recursos em ICTs. Dentre os entes públicos, os municípios não investem adequadamente os recursos da CFEM para o desenvolvimento urbano e, com isso, acabam demandando projetos socioinstitucionais das mineradoras, a fim de compensarem suas “fragilidades institucionais”. Identifica-se o esforço do CETEM em desenvolver e transferir tecnologias de lavra e processamento para APLs de pequenas empresas de mineração, mas esse instituto está descolado de parcerias com as grandes empresas. Antes, essas se unem através do IBRAM para trocarem melhores práticas e adquirem de fornecedores suas tecnologias. O resultado final é que os grupos de atores caminham de maneira desarticulada, além de não conseguirem engendrar capacidades e competências que compensem o déficit tecnológico.

## **Capítulo 4 - Eixo 3: A Institucionalidade em Energia e Mineração**

### **Introdução**

Este capítulo analisa o Eixo 3, isto é, discorre sobre a presença e a efetividade dos marcos regulatórios dos SSIs de energia e mineração no Brasil e nos países selecionados (Canadá, Alemanha e Austrália). Esses marcos estão vinculados à base produtiva e ao fomento de C,T&I em cada SSI.

A análise da legalidade da base produtiva é fundamental, pois ela é que dá a estrutura e as diretrizes legais de implantação, expansão e operação dos respectivos SSIs. As políticas de C,T&I objetivam, por sua monta, fomentar a inovação nas empresas para torná-las competitivas nacional e internacionalmente. Sobre a natureza das políticas de C,T&I, Rothwell e Zegveld (1988) dividem-na em três tipos: políticas de oferta, demanda e ambiente. Com as políticas de oferta, o governo prevê assistência financeira, técnica e infraestrutura científico-tecnológica às instituições públicas e privadas. As políticas de demanda estão ligadas às compras governamentais de produtos inovadores e as políticas de ambiente geram a institucionalidade necessária para a inovação, abrangendo a propriedade industrial, os incentivos fiscais e a regulação social e econômica. Portanto, no contexto da C,T&I de energia e mineração avaliam-se as políticas de oferta e ambiente.

A escolha das políticas e dos marcos legais aqui avaliados origina-se do fato de esses aparecerem nos levantamentos bibliográfico e documental para os quatro países. Após descrever os marcos regulatórios e as políticas em cada país, a autora da tese faz um julgamento de valor da relevância desses, baseado em uma escala semântica, com sua respectiva justificativa.

A justificativa está embasada nos indicadores de desempenho do Eixo 1, nas inter-relações estabelecidas entre os atores dos SSIs no Eixo 2, nas pesquisas bibliográficas e documentais, assim como nas entrevistas conduzidas, nas comparações com os marcos regulatórios dos demais países e na própria abrangência territorial das políticas e programas. Por exemplo, políticas de C,T&I restritas a poucas regiões ou voltadas para algumas empresas de determinado país recebem pontuação inferior àquelas de alcance nacional.

O resultado da pesquisa efetuada está no Quadro 4.1 por tipo de documento consultado, a título de demonstrar a amplitude do levantamento realizado nos diplomas legais dos quatro países.

Quadro 4.1 - Quantidade de fontes bibliográficas empregadas por SSI e país para a pesquisa de atores (Eixo 3)

País	SSI de energia		SSI de mineração	
	Quantidade de fontes	Tipos	Quantidade de fontes	Tipos
<b>Brasil</b>	38	a) Diplomas legais (12) b) Relatórios de organismos governamentais (7) c) Sites de organismos governamentais (1) d) Teses e artigos científicos (6) e) Políticas e leis de apoio à C,T&I (11) f) Relatórios de empresas (1)	20	a) Diplomas legais (7) b) Sites de organismos governamentais (1) c) Jornais (1) d) Políticas e leis de apoio à C,T&I (11)
<b>Canadá</b>	23	a) Diplomas legais (12) b) Sites de empresas (1) c) Sites de organismos governamentais (1) d) Políticas e leis de apoio à C,T&I (9)	16	a) Diplomas legais (2) b) Relatórios de organismos governamentais (1) c) Sites de organismos governamentais (2) d) Livros (1) e) Apresentações institucionais (1) f) Políticas e leis de apoio à C,T&I (9)
<b>Alemanha</b>	23	a) Diplomas legais (10) b) Sites de organismos governamentais (1) c) Jornais (1) d) Políticas e leis de apoio à C,T&I (11)	15	a) Diplomas legais (3) b) Sites de organismos governamentais (1) c) Políticas e leis de apoio à C,T&I (11)
<b>Austrália</b>	24	a) Diplomas legais (9) b) Relatórios de empresas (2) d) Sites de organismos governamentais (3) e) Políticas e leis de apoio à C,T&I (10)	20	a) Diplomas legais (9) b) Relatórios de empresas (1) c) Políticas e leis de apoio à C,T&I (10)
<b>Total de fontes consultadas</b>	108		71	

Fonte: elaboração própria.

Particularmente interessantes para o entendimento dos marcos regulatórios de C,T&I são também as opiniões dos especialistas do setor elétrico e da ACS, que responderam às questões sobre o papel e os resultados do Programa de P&D&I da ANEEL (Anexo 2, questão 21), a eficácia das políticas de C,T&I (Anexo 3, questão 9) e a disponibilidade de recursos e financiamento para *startups* (Anexo 3, questão 8).

No setor elétrico, analisam-se para o conjunto das bases produtivas as posturas e políticas de implantação e operação do sistema, os procedimentos de distribuição e rede, meio ambiente, comercialização de energia, políticas de preços e geração distribuída.

Quanto à C,T&I, avaliam-se diplomas legais aplicáveis ao SSI acerca dos investimentos em P&D&I, concessão de bolsas, proteção à propriedade intelectual, instrumentos de estímulo à exportação e os incentivos fiscais.

Em mineração, a base legal da produção comum a todos os países reside na regulamentação da exploração, nas licenças de meio ambiente e no pagamento de impostos sobre a exploração e *royalties*. Quanto ao fomento de C,T&I, as políticas de oferta e ambiente equivalem às de mineração. Muitas vezes não há instrumentos próprios para energia e mineração, portanto, para evitar repetições ou desbalanceamento de conteúdo entre os SSIs, este capítulo está segmentado por países. Sem prejuízo do esforço comparativo ao final, aplica-se maior ênfase histórico-institucional aos SSIs de energia e mineração no Brasil devido à relevância dos mesmos para a tese.

Nas conclusões desse capítulo unem-se os Eixos 1, 2 e 3 dos SSIs para cada país no marco analítico integrador. Analisam-se suas respectivas densidades de acordo com a parametrização aqui proposta: a) indicadores de esforço e desempenho, presentes no Eixo 1; b) articulação entre os seus atores (influência e dependência) e protagonismo na difusão da inovação, no Eixo 2 e; c) existência de marcos legais favoráveis à inovação, Eixo 3.

## **4.1. Brasil**

### **4.1.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico no Brasil**

As bases produtivas da operação do setor elétrico brasileiro fundamentam-se na Lei de Concessão de Serviços Públicos (8.987/95), nas Leis 9.074/95 e 9.427/96 (ANEEL, 2008b; BOER, 2013).

A primeira estabelece procedimentos gerais e encargos para a outorga do serviço público a empresas e consórcios, autoriza o lançamento dos editais de privatização, a expedição de contratos de concessão, bem como a fixação tarifária e a possibilidade de reajuste. Corresponde, portanto, à legitimação da política de privatizações de empresas estatais do Governo Fernando

Henrique Cardoso instaurada na década de 90, a qual buscava o aumento da eficiência na prestação de serviços públicos e a redução da dívida pública.

Por sua vez, a Lei 9.074/95 define três princípios norteadores do SSI de energia elétrica ora vigentes: 1) tempo das concessões de 35 anos para geração e 30 anos para transmissão e distribuição; 2) monopólio regional das distribuidoras e; 3) figura jurídica dos produtores independentes. Ressalte-se que a mesma Lei faculta ao poder concedente reduzir potência e tensão mínimas dos consumidores livres ao longo dos anos, abrindo a possibilidade da competição entre os atores (Art. 15).

A Lei 9.427/96 instituiu a figura jurídica do órgão regulador, a ANEEL, seguindo o modelo norte-americano das agências reguladoras (administrativamente) independentes do governo, pois esse último é firmado sobre bases políticas provisórias (PACHECO, 2006). Essa Lei também determinou os critérios de licitações para a exploração de potencial hidráulico, fundamentados na maior oferta pela outorga do serviço (uso do bem público).

Em 2004, o Novo Modelo do Setor Elétrico foi instaurado pelas Leis nº 10.847 e 10.848 (ANEEL, 2008b; BOER, 2013), trazendo como principais transformações: a) novo formato de concessão de empreendimentos de geração, que passou a se basear no menor preço da energia em detrimento do maior valor oferecido pela outorga; b) criação da EPE, responsável pelo planejamento da expansão; c) substituição do MAE pela CCEE, que segmentou a comercialização de energia em ambientes livre e regulado (ver capítulo 2) e; d) universalização do acesso através do Programa Luz para Todos.

Este modelo ainda introduziu a modicidade tarifária ao consumidor final, viabilizada pelo repasse dos ganhos de produtividade das concessionárias no momento das revisões tarifárias, ou seja, a cada três ou quatro anos. A revisão tarifária tanto objetiva a preservação do equilíbrio econômico-financeiro da concessão, quanto o repasse dos ganhos de produtividade das empresas aos consumidores por intermédio do “Fator X”, valor aplicado pela ANEEL para reduzir o impacto do índice anual de reajuste dos contratos de concessão (Índice Geral de Preços ao Mercado, IGP-M). Do lado das concessionárias, a remuneração justa corresponde à taxa de 9,95% (custo de capital regulatório) aplicada sobre a base de remuneração, isto é, os ativos diretamente vinculados à prestação de serviços ao consumidor (subestações, linhas de transmissão, edifícios, etc.) (ANEEL, 2007).

As regulamentações ambientais podem ser encontradas nas esferas federais, estaduais e municipais em diferentes ordenamentos jurídicos, impactando principalmente os empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica. A Política Nacional do Meio Ambiente, expedida pela Lei 6.938/81 criou o SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente), que cadastra todos os atores competentes para emitirem licenciamentos (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 - Competências legais de licenciamento por esfera da federação

Órgão	Competência
Ibama	Licenciar empreendimento ou atividade: a) Localizado(a) ou desenvolvido(a) conjuntamente no Brasil ou país limítrofe, no mar territorial, na plataforma continental, na zona econômica exclusiva, em terras indígenas ou em Unidades de Conservação Ambiental; b) Localizado(a) ou desenvolvida em dois ou mais estados; c) Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do país ou de um ou mais estados; d) Pesquisa, lavra, produção, beneficiamento, transporte, armazenagem e disposição de material radioativo ou que utilize energia nuclear, em conjunto com a CNEN; e) Bases ou empreendimentos militares, quando couber; <b>O Ibama faz o licenciamento considerando o exame técnico procedido pelos estados, e pode, eventualmente, delegar-lhes o licenciamento.</b>
Órgão ambiental estadual	Licenciar empreendimento ou atividade: a) Localizado(a) ou desenvolvido(a) em mais de um município ou em Unidade de Conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal; b) Localizado(a) ou desenvolvido(a) nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente (Lei Nº 4771/65); c) Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios; <b>O órgão ambiental estadual faz o licenciamento considerando o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos municípios, e quando couber, o parecer de órgãos federais.</b>
Órgão ambiental municipal	Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daqueles que lhe forem delegadas pelo estado, por instrumento legal ou convênio.

Fonte: Eletronuclear (2014), baseado na Resolução CONAMA nº 237/1997.

No âmbito federal, o IBAMA emite as licenças ambientais e o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) define os critérios deste licenciamento. A Resolução nº 237 fixa o processo de obtenção de licenças ambientais, o qual passa obrigatoriamente pelas elaborações dos EIA e RIMA e deixa a emissão das licenças ao encargo de uma esfera competente (federal, estadual ou municipal), dependendo da abrangência do impacto ambiental.

O EIA deve contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, bem como os impactos do empreendimento sobre a área de influência. Quanto ao RIMA, deve ser dada a maior publicidade possível a este, de modo que a sociedade civil se manifeste em audiências

públicas. Por sua vez, a Lei 4.717/65 autoriza a ação popular para fins de declaração de nulidade sobre atos lesivos ao patrimônio público e a Lei 75/93 confere ao Ministério Público a competência para defender os direitos de populações indígenas e do meio ambiente (Art. 37).

Os procedimentos de rede vigentes normatizam o desempenho do serviço público na transmissão de energia (acima de 230 KV). Em relação à distribuição de energia, tais procedimentos são determinados pelo Prodist<sup>27</sup>, o qual regulamenta a expansão e operação da distribuição (Módulos 1 e 4), o acesso ao sistema de distribuição (Módulo 3), a medição do consumo (Módulo 4), o cálculo de perdas do sistema (Módulo 5), a qualidade do fornecimento (Módulo 5) e as condições de ressarcimento aos consumidores por danos elétricos. O Prodist não impõe níveis máximos de perdas do sistema elétrico, apenas regulamenta o valor máximo que a concessionária pode repassar ao consumidor para “socializar as perdas do sistema”.

A qualidade do fornecimento é mensurada através de indicadores os quais tratam da qualidade da potência fornecida, denominados: indicadores de conformidade da potência; indicadores de qualidade de energia (mensuram basicamente eventos de interrupção) e; indicadores de qualidade de serviço (fazem gestão de clientes). Os mais críticos dentre todos eles são chamados indicadores de duração (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, DEC) e frequência de interrupções (Frequência Equivalente por Unidade Consumidora, FEC) na rede elétrica. Entre 2004 e 2013, houve um aumento da duração média de 16% e uma redução na frequência de interrupções de energia nas unidades consumidoras em 13%, observando-se que o Prodist prevê penalidades às distribuidoras pelo descumprimento dos limites máximos permitidos pela ANEEL (Tabela 4.1).

---

<sup>27</sup> Extraído de: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=82>. Acesso em: 17/03/2014.



Tabela 4.1 - DEC (horas) e FEC (volume de interrupções) nacionais apurados e os limites definidos pela ANEEL

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Varição percentual (2004 - 2013)
<b>DEC apurado</b>	15,8	16,7	16,0	16,1	16,6	18,7	18,4	18,4	18,6	18,2	16%
<b>DEC limite</b>	21,6	21,0	20,0	19,2	18,6	17,8	17,0	16,2	15,8	15,1	-30%
<b>FEC apurado</b>	12,1	12,5	11,5	11,8	11,3	11,7	11,3	11,1	11,1	10,4	-13%
<b>FEC Limite</b>	18,5	18,2	17,6	17,0	16,4	15,6	14,5	13,6	13,1	12,4	-33%

Fonte: ANEEL (2014b).

No SSI de energia, apesar de não existir concorrência na distribuição para a maior parte das unidades consumidoras, entrou em vigor em 2012 a Resolução nº 482 que autoriza a geração distribuída, nas modalidades de microgeração (potência de até 100 Kw) e a minigeração (potência entre 101 Kw até 1 Mw). Esse é um primeiro passo para estimular a geração distribuída por fontes alternativas, todavia o “prossumidor” ainda paga pelo custo de disponibilidade, se for de baixa tensão, ou pela energia contratada, se de alta tensão.

Os diplomas legais de implantação, expansão e operação dão margem ao estabelecimento da competição, mas essa não existe para os consumidores de baixa tensão. O cumprimento da legislação ambiental, ao conferir importância para a licença social, adicionado à necessidade de as empresas reduzirem perdas para aumentarem a eficiência operacional representam fatores que as motivam a inovarem. Porém, a inovação feita pelas empresas fundamenta-se na aquisição de equipamentos e sistemas de outros fornecedores (ver item 4.1.3). Com base no exposto, o Quadro 4.3 propõe uma classificação para a presença e relevância dos ordenamentos jurídicos.

Quadro 4.3 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica brasileiro

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Implantação, expansão e operação do sistema de G-T-D	Refere-se a políticas e diplomas legais definidos pela administração pública no tocante a concessões, planejamento da expansão, operação e manutenção do sistema elétrico.	2	O setor elétrico brasileiro conta com as leis de operação e os contratos de concessão. A expansão energética é determinada nos planos decenais da EPE.
Procedimentos de redes e distribuição	Corresponde a procedimentos normativos definidos pelo ente público que fixam níveis mínimos de qualidade do fornecimento de energia elétrica em alta, média e baixa tensão.	1	Existem procedimentos de transmissão da operação eletroenergética definidos pelo ONS e aprovados pela ANEEL. O Prodist, da distribuição, estabelece parâmetros de qualidade de energia e “socialização das perdas”. As empresas, no geral, não conseguem cumprir esses parâmetros: há piora nos indicadores de qualidade e as perdas de energia não diminuíram ao longo dos anos (ver capítulo 2).
Meio ambiente	Refere-se a leis e decretos que definem condições de preservação das comunidades residentes, flora e fauna do entorno de empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica.	2	A legislação ambiental dá legitimidade social para ações populares e à intervenção do Ministério Público.
Comercialização de energia	Refere-se a um conjunto de leis e decretos para compra e venda de energia elétrica.	2	Institui o ambiente livre e o regulado para contratos de curto, médio e longo prazos.
Preços	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que condiciona composição, fixação e reajuste das tarifas.	2	A fixação da tarifa permite incorporar ganhos de produtividade ao consumidor por intermédio do “Fator X”, calculado pela ANEEL. Mas não há competição nesse mercado.
Geração Distribuída	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que define condições técnicas de inserção de energia na rede elétrica.	1	A geração distribuída ainda não estabelece a livre competição, mas é um primeiro passo nesse sentido.

Fonte: elaboração própria.

#### 4.1.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral no Brasil

A institucionalidade legal da base produtiva mineral é regida pelo Código Minerário de 1967 e regulamentada pelo Decreto 62.934, a qual determina procedimentos de exploração mineral, lavra e fiscalização. O processo de autorização para a pesquisa mineral inicia-se com a protocolização do pedido no MME e o requerente deve comprovar que possui recursos financeiros de realizá-la. Após análise, o DNPM concede o alvará de pesquisa sobre a área solicitada. Nesse momento, passa a incidir sobre o requerente o pagamento anual da Taxa Anual por Hectare (TAH), fixada em R\$ 2,02 por hectare (Lei 7.886/89 e Portaria DNPM nº 112/10).

Feita a pesquisa, a empresa ou o consórcio autorizado pode solicitar a permissão ao MME para executar a lavra, na qual contenha a identificação da área e um plano de aproveitamento econômico da jazida. Nesse plano, embora conste a necessidade de informar sobre as condições de trabalho, segurança e manejo de água, não há obrigação ao requerente de planejar a recuperação ambiental do bioma afetado. Uma vez deferido o requerimento, a empresa recebe outro título (o de lavra), permitindo-lhe explorar economicamente a área mediante a apresentação de relatório anual de acompanhamento das atividades econômicas (Relatório Anual de Lavra, RAL), definido na Portaria nº 11 de 2012.

O pagamento de *royalties* pela exploração mineral é determinado pela Constituição de 1988 (Art. 20, §1) e a competência de sua administração cabe ao DNPM (Lei 8.876/94), que também é um órgão federal. Os municípios podem ficar com 65% da CFEM, se celebrarem convênio com a União, que os obriga a ceder funcionários para fazer a fiscalização das mineradoras. O teto de contribuição da CFEM está fixado em 3%, podendo variar de acordo com o tipo de minério: 3% para alumínio, salgema, manganês e potássio; 2% para ferro, fertilizante, carvão e demais substâncias, 0,2% para pedras preciosas, pedras lapidáveis, coradas, carbonados e metais nobres e; 1% para ouro (DNPM, s.d.). A Tabela 4.2 mostra a evolução da arrecadação do TAH e da CFEM entre 2005 e 2012.

Tabela 4.2 - Evolução da arrecadação do TAH e da CFEM entre 2005 e 2012  
(R\$ milhões)

Arrecadação	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Variação % (2005- 2012)
<b>CFEM</b>	405,53	465,12	547,20	857,81	742,18	1.083,14	1.544,74	1.832,38	352%
<b>TAH</b>	41,14	55,29	55,22	74,32	84,00	99,01	116,84	125,76	206%

Fonte: DNPM, vários anos. Ver: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=156&IDPagina=1156> e <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=156&IDPagina=1157>.

De acordo com o Anexo 1 da Resolução nº 237 do CONAMA enquadram-se nas categorias de licenciamento ambiental exploração, lavra e processamento de minerais metálicos e não-metálicos. Assim como no setor elétrico, as licenças do meio ambiente do setor mineral são apenas expedidas por uma esfera (federal, estadual ou municipal) segundo a abrangência do impacto. Cabe ao município conceder a certidão de uso de solo, isto é a viabilidade de exploração da área conforme a natureza da atividade econômica pretendida, assim como a outorga do uso da água. A empresa tem de realizar estudos e relatórios de impacto ambiental (EIAs e RIMAs), complementados por audiências públicas com a sociedade. Entre o planejamento e a operação efetiva existem três tipos de licença ambiental (Quadro 4.2): a) licença prévia, que aprova o empreendimento; b) licença de instalação, a qual permite a construção do empreendimento e; c) licença de operação, que verifica o cumprimento do planejamento.

O novo marco regulatório do setor mineral brasileiro do Projeto de Lei 5.807 de 2013 está em regime de votação e prevê seis elementos de transformação em relação ao Código Minerário de 1967 (IBRAM, 2013).

O primeiro deles é de natureza desburocratizante, pois unifica os títulos de prospecção e lavra, atualmente separados em duas licenças distintas. O segundo é ambiental, uma vez que obriga as empresas a se responsabilizarem pela recuperação do ecossistema no momento do fechamento das minas. O terceiro é tributário e determina o aumento dos *royalties* para o teto de 4%, mas mantém a estrutura de distribuição da CFEM. Essa é atualmente cobrada sobre o faturamento líquido das mineradoras, mas passará a incidir sobre a receita bruta de vendas. O quarto ponto de mudança é institucional, prevendo a conversão do DNPM em Agência Nacional de Mineração e a criação de um órgão executivo formulador da política mineral nacional, o Conselho Nacional de Política Mineral. O quinto elemento de mudança termina com o direito de prioridade da

prospecção, ou seja, quando uma empresa encontra uma jazida explorável, abre-se essa descoberta a uma consulta pública. Por fim, mas não menos importante, criar-se-á uma oferta pública de áreas especiais para reduzir a especulação imobiliária.

Depreende-se que as transformações propostas pelo novo marco legal apontam para a intensificação do intervencionismo do Estado e a redução do papel do setor privado na atividade de exploração, devido à elevação da CFEM e à perda do direito de prioridade. Com isso, o risco inerente à atividade de prospecção mineral poderá ficar somente a cargo do Serviço Geológico, isto é, os investimentos em exploração mineral, que já são baixos (ver capítulo 3), poderão diminuir se o governo federal usar os recursos para equilibrar contas públicas e se persistir o problema da “fragilidade institucional” nos municípios. A necessidade de recuperar os biomas impactados pela mineração trará novas oportunidades de inovação tecnológica em processos para as mineradoras. Não obstante, o Quadro 4.4 sugere uma avaliação baseada no marco regulatório vigente.

Quadro 4.4 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração brasileiro

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Exploração mineral	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que define as condições de uso do solo e exploração econômica de minas e jazidas.	1	O Código Minerário não define condições de fechamento de minas, por isso, não contempla todas as fases da cadeia produtiva desse SSI.
Meio ambiente	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que define preservação da biota e comissionamento de minas.	1	Denota-se a importância das licenças sociais e da legalidade de ação popular se o ato for lesivo ao patrimônio público. Porém, não há compromisso de recuperação ambiental no momento do fechamento das minas.
Impostos sobre a exploração e <i>royalties</i>	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que determina o pagamento de impostos e <i>royalties</i> ao governo pela exploração e lavra de jazidas.	2	Existe uma política efetiva de captação de <i>royalties</i> , responsável pelo aumento de 352% do total arrecadado entre 2005 e 2012 para a lavra. Quanto à exploração, o TAH elevou-se em 206%.

Fonte: elaboração própria.

### 4.1.3. A institucionalidade de C,T&I no Brasil

A institucionalidade de C,T&I, formada pelas políticas de ambiente de propriedade intelectual, apoio à exportação e incentivos fiscais à inovação, ampara tanto o SSI de energia quanto o de mineração:

- **Propriedade intelectual:** fundamenta-se na proteção de marcas, patentes de invenção e modelos de utilidade (Lei 11.484/07), cultivares (Lei 9.456/97), circuitos integrados (Lei 11.484/07), direitos autorais (Lei 9.610/98), programas de computador (Lei 9.609/98 e Decreto 2.556/98) e conhecimentos tradicionais (MP 2.186/01). Para disseminar a cultura de propriedade intelectual e o apoio às pequenas e médias empresas, o MCTI têm espalhados pelo território Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) que apoiam os atores dos SSIs na proteção de suas invenções (Portaria 251 de 12 de março de 2014);
- **Apoio à exportação:** viabilizado por meio da desoneração do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), do mecanismo de “*drawback* verde e amarelo” e da capacitação de empresários. A desoneração do ICMS sobre as exportações está na Lei Complementar nº 87 de 1996 (“Lei Kandir”), ocorrendo por meio da compensação de créditos. Os *drawbacks* correspondem à possibilidade de isenção ou suspensão dos impostos incidentes sobre a importação de matérias-primas, quais sejam, do Imposto sobre Importação (II), Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), ICMS e Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante (AFRMM). A capacitação empresarial é competência da Agência Brasileira de Promoção de Exportações (APEX), que oferece treinamentos de qualificação empresarial, a fim de tornar os empresários de micro, pequeno ou médio portes elegíveis a exportarem ou internacionalizarem suas empresas;
- **Incentivos fiscais à inovação:** na esfera federal identificam-se a Lei de Inovação e a Lei do Bem. A primeira (Lei 11.487/2007) permite a participação remunerada de pesquisadores de ICTs em projetos de P&D&I em parceria com a iniciativa privada, além de regulamentar os NITs das ICTs. A segunda (Lei 11.196/2005) possibilita deduções sobre imposto de renda, CSLL (Contribuição Social sobre Lucro Líquido) e IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) para empresas que investem em P&D e contratam pesquisadores, cujo regime de tributação seja o de lucro real.

O RHAÉ (Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas) é uma política de oferta do CNPq e MCTI desde 1987, a qual concede bolsas aos pesquisadores para trabalharem em projetos de P&D&I em micro, pequenas, médias e grandes empresas em todo o país. Todavia, em comparação com a abrangência e a quantidade dos programas oferecidos pelo Canadá (ver item 4.2.3) e pela Alemanha (ver item 4.3.3) para integração de bolsistas a empresas e formação de *startups* percebe-se a sua “timidez”.

No SSI de mineração não existe marco legal específico para P&D&I, porém para o SSI de energia elétrica, conforme já mencionado, há uma regulamentação que obriga as empresas a investirem em inovação tecnológica. O marco regulatório da inovação tecnológica no setor elétrico já passou por uma trajetória histórico-institucional de várias mudanças, demonstrando falta de “estabilidade procedimental”. Brittes (2013) divide essa trajetória em quatro fases, nas quais foram produzidos cinco manuais de P&D.

Na fase 1, quando da privatização (1995-1999), as empresas concessionárias tinham aplicado dinheiro e buscavam rápido retorno sobre os investimentos. A presença desses atores intensificou a dependência do país em relação a sistemas e equipamentos estrangeiros importados (POMPERMEYER, 2009). Por isto, a P&D&I, cujos resultados são incertos e de longo prazo, não fazia parte das estratégias organizacionais à época. Até 2000, a obrigação de fazer P&D circunscrevia-se a cláusulas dos contratos de concessão. O primeiro Manual de P&D (ANEEL, 1999) tinha uma característica “educativa”, “punitiva” e “normativa”, obrigando as empresas a submeterem seus programas de P&D anualmente. Esse teve de deixar diretrizes claras de quais seriam as linhas de pesquisa, os atores participantes admissíveis no Programa e sobre como tratar os direitos de propriedade intelectual.

A partir de então, na fase 2 (2000-2004), a Lei 9.991/00 foi promulgada para obrigar todas as concessionárias, permissionárias e autorizadas – com exceção das que geram energia exclusivamente a partir de pequenas centrais hidrelétricas, biomassa, cogeração qualificada, usinas eólicas ou solares – a aplicarem entre 0,25% e 0,5% da ROL em projetos de P&D&I. Neste estágio criaram-se as primeiras redes de cooperação tecnológica com ICTs (BRITTES; BOMBASSARO; DIAS, 2005; FERNANDINO; OLIVEIRA, 2010). No novo Manual de 2001, a ANEEL aprovava os projetos antes de sua execução, segundo os critérios de resultados esperados (benefícios públicos), qualidade da proposta e qualificação da equipe executora. Nesse Manual, só era possível à empresa usar os recursos de P&D&I para projetos de pesquisa básica, pesquisa

aplicada e desenvolvimento experimental, sendo nele também instituído o formulário de preenchimento de projetos chamado “prj”.

Na fase 3 (2004-2007) houve uma diminuição dos recursos de P&D&I por conta da criação da EPE. As Leis 10.848/04 e 11.465/07 alteraram os percentuais de aplicação da ROL (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Percentual de aplicação direta das empresas no P&D da ANEEL (% da ROL)

Segmento	Lei 10.848/2004		Lei 11.465/2007	
	Vigência: 15/03/2004 a 31/12/2005	A partir de 1º/01/2006	Vigência: 28/03/2007 a 31/12/2010	A partir de 1º/01/2011
Distribuição	0,2	0,3	0,20	0,3
Geração	0,4	0,4	0,40	0,4
Transmissão	0,4	0,4	0,4	0,4

Fonte: ANEEL (2014c).

À época, o Programa quase foi extinto através da Medida Provisória 144, mas a mobilização dos atores desse SSI, os quais entendiam a importância desse trabalho para a geração de capacidades tecnológicas, insistiu no Congresso Nacional por sua continuidade (BRITTES, 2013). O Manual de 2006 aperfeiçoou a gestão de projetos e programas de P&D introduzindo os manuais dos formulários dos projetos e programa e o manual do sistema de gestão de P&D online.

A fase 4, que começa em 2008, caracteriza-se por mudanças importantes no marco regulatório, expressas no quarto Manual. Incorpora-se nesse a possibilidade de a empresa de energia se utilizar dos recursos do Programa para fazer projetos de lote pioneiro e inserção de tecnologias no mercado, permitindo a execução físico-financeira de testes, certificação e marketing. Com o novo marco, a ANEEL não mais aprovaria os projetos antes de iniciá-los, como também passaria a julgá-los *ex-post* por meio de outros critérios (originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade de custos), diferentes dos até então vigentes.

A originalidade é um dos critérios eliminatórios de avaliação de projetos de P&D pela ANEEL, além da aplicabilidade, relevância e razoabilidade de custos. A comprovação da originalidade depende de a empresa realizar buscas de anterioridade para demonstrar que o resultado previsto pelo projeto de P&D&I não faz parte do estado da arte. A aplicabilidade, por seu turno, refere-se à funcionalidade e à abrangência da invenção (área, segmento, classe e número de



consumidores). A relevância compreende os impactos do projeto em termos científicos, tecnológicos e econômicos e por fim, a razoabilidade de custos é um critério que analisa o retorno financeiro trazido pelo projeto através do cálculo do valor presente líquido.

O cumprimento destes critérios perante ANEEL é mandatório para as empresas terem seus projetos aprovados, sob risco de glosa ou multa. Para elas, o problema dessa diretriz é a geração do chamado “risco regulatório”, ou seja, a probabilidade de a empresa ser penalizada por fazer um projeto em não conformidade com a avaliação *ex-post* feita pela agência reguladora. No Manual de 2008, é possível às empresas submeterem os projetos de P&D&I à ANEEL para uma consulta prévia, sem qualquer compromisso com o resultado da avaliação final.

Ainda, o Manual possibilita a comercialização de tecnologias para obtenção de *royalties*, todavia, potenciais receitas auferidas entram no cálculo da revisão tarifária para reduzirem os preços ao consumidor final. Para a concessionária isso é desinteressante, pois reduz seu faturamento. O Manual de 2012 (quinto) manteve as prerrogativas do anterior, mas trouxe a extinção da possibilidade de submissão dos projetos de P&D&I para consulta prévia à ANEEL. Para reduzir a subjetividade da avaliação, o órgão regulador ofereceu às empresas o Guia do Avaliador de Projetos de P&D.

Isto posto, nota-se a existência de leis e políticas do governo federal que estimulam prática e cultura de propriedade intelectual, exportação e internacionalização das empresas dos SSIs. Por outro lado, a Lei do Bem exclui pequenas e médias empresas, que normalmente não estão enquadradas no regime de tributação do lucro real. O Programa de P&D da ANEEL somado às exigências ambientais aparece como marco legal favorável à inovação no SSI de energia. Porém, a obrigatoriedade do investimento limita seus resultados. No setor mineral, as exigências socioambientais previstas na legislação tracionam inovações tecnológicas nesse SSI. O Quadro 4.5 avalia a relevância das políticas de C,T&I.

Quadro 4.5 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração no Brasil

Políticas e marcos legais	Descrição	Políticas e marcos legais específicos (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	Observações
Proteção à propriedade industrial	Refere-se a diplomas legais que conferem distintos tipos de proteção à propriedade industrial.	2	Existem leis que protegem todos os tipos de criação intelectual e NITs responsáveis pela disseminação da cultura de propriedade intelectual no país.
Internacionalização e exportação	Corresponde a políticas e diplomas legais de apoio (capacitação e desoneração tributária) à exportação e internacionalização de empresas.	1	Há leis de desoneração tributária de exportação e importação de matérias-primas, como também capacitação empresarial para internacionalização. Todavia, essas não impactam no balanço tecnológico brasileiro (ver capítulo 2).
Incentivos fiscais	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que concedem incentivos fiscais a empresas que comprovadamente investem em P&D.	1	A Lei do Bem é aplicável a uma parcela restrita de empresas, àquelas cujo regime de tributação é baseado no lucro real.
Investimentos em P&D&I	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que obrigam as empresas a investir recursos em P&D.	1 (Setor Elétrico) 0 (Mineração)	O marco regulatório de inovação tecnológica só existe no SSI de energia e seu resultado principal é a criação de redes de pesquisa com ICTs.
Concessão de bolsas de auxílio à pesquisa e/ou ao empreendedorismo de base tecnológica	Corresponde a políticas de fomento à concessão de bolsas a projetos de pesquisas, que promovem o empreendedorismo de base tecnológica e integram pesquisadores de ICTs às empresas.	1 (Setor Elétrico) 1 (Mineração)	No nível nacional, há um programa de bolsas que insere pesquisadores nas empresas (RHAE). Não há fomento a <i>startups</i> de envergadura nesse SSI.

Fonte: elaboração própria.

## 4.2. Canadá

### 4.2.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico no Canadá

No Canadá, a institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico é de competência de territórios e províncias. Cada um deles regulamenta a operação da cadeia produtiva de energia e ao governo federal cabe fixar padrões de eficiência energética para produtos industrializados pela Lei de Eficiência Energética (*Energy Efficiency Act*) de 1992, estabelecer metas de emissões de GEE através da Lei Canadense de Proteção Ambiental (*Canadian Environmental Protection Act*, CEPA) de 1999 e fazer a interconexão entre as províncias e os territórios por intermédio do NEB. Além disso, segundo a Lei Canadense de Avaliação Ambiental (*Canadian Environmental Assessment Act*, CEAA), a construção de plantas de geração de energia e linhas de transmissão entre as províncias são matérias de licença ambiental pelo governo federal, exigindo estudos de impacto ambiental – feitos pelo NEB ou pela Comissão Canadense de Segurança Nuclear (*Canada Nuclear Safety Commission*) – licenças dos povos indígenas e autorizações municipais.

No **Quebec**, não existe competição entre os atores e a única geradora é a Hydro Quebec, estabelecida pelo *Hydro Quebec Act*. Em 1996, o governo do Quebec instituiu a agência *Régie de l' énergie*, que regulamenta as tarifas de energia (Art. 31), assim como arbitra certames entre os consumidores e a concessionária (Art. 31), a remuneração da *Hydro Quebec* (Art. 32) e os procedimentos de rede (*reliability standards*), em conformidade com o órgão supranacional Corporação Norte-americana de Qualidade (*North American Reliability Corporation*, NERC).

A manutenção e a qualidade do fornecimento de energia nas províncias canadenses são de responsabilidade de cada um dos órgãos reguladores, porém a diversidade de atores e seus distintos padrões de qualidade associados às fontes alternativas de energia interconectadas à rede podem levar à instabilidade no sistema elétrico do hemisfério norte. As redes elétricas do Quebec e Ontário, por exemplo, conectam-se às de Nova Iorque, Manitoba, Michigan e Minnesota. Por isso, todos os procedimentos de rede – traduzidos em monitoramento e práticas de operação em tempo real, segurança de rede, modelagem e planejamento de contingência – são definidos por uma única empresa (IESO, s.d.). Na composição das tarifas de energia, a Hydro Quebec oferece

créditos na conta para os “prossumidores” (*Net Metering Option*) que injetam eletricidade sobressalente na rede.

Na província de **Alberta**, os principais diplomas legais são a Lei das Companhias Elétricas de Alberta (*Alberta Electric Utilities Act*) e a sua Emenda (*Electric Utilities Amendment Act*) que dão liberdade de escolha para os consumidores e obrigam todos os atores a comprarem e venderem energia no *Power Pool*. Nesse mercado, os preços são o resultado das remunerações tarifárias do proprietário da rede e do *broker*. O valor pago aos distribuidores é regulado pela AUC, mas a remuneração dos *brokers* não sofre regulamentação. Os distribuidores são responsáveis pelos serviços de manutenção da rede elétrica, leitura de medidores residenciais, ligações e desligamentos de consumidores. Nessa província, existem *brokers* que vendem energia em pacotes no curto e longo prazo (*hedge*), chamados de Opções de Taxa Regulada (*Regulated Rate Options*, RROs) e os varejistas competidores (*competitive retailers*), que fazem contratos com os consumidores finais por KWh.

Em **Ontário**, os principais diplomas legais que regulamentam a operação e a expansão do sistema elétrico são a Lei de Competição de Energia (*Energy Competition Act*) de 1998, a Lei de Eletricidade (*Electricity Act*) e a Lei da Cúpula de Energia de Ontário (*Ontario Energy Board Act*) do mesmo ano, a Lei de Reestruturação do Setor Elétrico de 2004 (*Electricity Restructuring Act*) e a Lei de Energia Verde (*Green Energy Act*) de 2009.

O *Electricity Act* de 1998 desverticalizou a Ontario Hydro em duas companhias de geração, transmissão e distribuição, a Ontario Power Generation e a Hydro One. A livre competição entre os atores da cadeia produtiva foi estabelecida em 2002, e em 2004 a supervisão das condutas de preços na distribuição e comercialização de energia passou a ser responsabilidade compartilhada entre o IESO e o OEB.

Os preços de energia no mercado atacadista para consumo acima de 250 MWh são determinados por hora, dependendo da disponibilidade das fontes geradoras, e as tarifas aos consumidores finais são uma função do horário em que eles usam a energia (*time-of-use rates*). O valor total cobrado é a somatória entre o preço do atacado e o ajuste global (*global adjustment*); esse último abarca os programas de eficiência energética e a remuneração dos ativos fixos dos sistemas de transmissão e distribuição.

Qualquer ator pode propor projetos de geração distribuída de energia elétrica por fontes renováveis, em conformidade com o *Green Energy Act* de Ontário. Se o projeto for de geração

hidrelétrica, está condicionado à CEAA, a qual demanda a apresentação prévia dos projetos de geração hidrelétrica à Agência de Avaliação Ambiental (*Canadian Environmental Assessment Agency*). Essa determina a necessidade ou não de se fazer estudo de impacto. Os demais projetos de fontes renováveis precisam da licença governamental REA (*Renewable Energy Approval*) (Ontario Regulation 359/09), que por sua vez depende das aprovações da municipalidade e das comunidades indígenas.

A geração distribuída é regulamentada pelo OPA através do *Micro Fit* e *Fit Programs*, os quais autorizam os consumidores a gerarem energia por painéis solares e a se conectarem à rede em duas modalidades de geração distribuída, até 10 KW e a partir de 10 KW. O OPA avalia a capacidade da rede e expede as licenças necessárias para que os consumidores entrem em contato com as empresas distribuidoras e solicitem uma proposta de conexão (*connection request*). Com isto, a distribuidora é obrigada a propor um modelo de negócios de conexão ao requerente em até 90 dias.

No Canadá, as licenças sociais têm relevância na construção de empreendimentos de geração e transmissão. Portanto, o fator socioambiental torna-se um direcionador da inovação tecnológica nas empresas. A concorrência em Ontário e Alberta e a geração distribuída estimulam o surgimento de *brokers* e “prossumidores”. Apesar da livre concorrência em Ontário e do monopólio no Quebec, as tarifas nas cidades de Ottawa e Toronto, ambas em Ontário, são respectivamente 80% a 82% mais caras do que no Quebec (HYDRO QUEBEC, 2014). Isso pode apontar para o fato de os resultados dos programas de P&D&I e eficiência energética terem impactos na redução de tarifas para o consumidor final do Quebec. O Quadro 4.6 avalia a relevância prática das políticas e dos marcos legais canadenses da base produtiva.

Quadro 4.6 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica canadense

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Implantação, expansão e operação do sistema de G-T-D	Refere-se a políticas e diplomas legais definidos pela administração pública no tocante a concessões, planejamento da expansão, operação e manutenção do sistema elétrico.	2	O governo federal tem poderes para legislar sobre impactos ambientais de plantas geradoras e linhas de transmissão. Em cada província há órgãos reguladores e operadores independentes.
Procedimentos de redes e distribuição	Corresponde a procedimentos normativos definidos pelo ente público que fixam níveis mínimos de qualidade do fornecimento de energia elétrica em alta, média e baixa tensão.	2	Os procedimentos de rede são internacionalmente definidos pelo NERC para garantirem a interconexão entre Canadá e EUA.
Meio ambiente	Refere-se a leis e decretos que define condições de preservação das comunidades residentes, flora e fauna do entorno de empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica.	2	O Canadá inibe emissões de GEE e confere importância às licenças sociais e municipais.
Comercialização de energia	Refere-se a um conjunto de leis e decretos para compra e venda de energia elétrica.	2	A comercialização de energia é matéria de cada província. Porém, no Canadá existem <i>brokers</i> em razão da competição em algumas delas.
Preços	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que condiciona composição, fixação e reajuste das tarifas.	2	Os preços são determinados pelos <i>brokers</i> ou pelas próprias agências reguladoras.

Fonte: elaboração própria.

#### 4.2.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral no Canadá

No Canadá, a legalidade da base produtiva é o *free mining system*, que permite às empresas fazerem prospecção e exploração mineral em áreas públicas. Esse sistema é um legado da exploração de estanho na Inglaterra na Idade Medieval. Implantado nas colônias de povoamento inglesas, deu legitimidade à Corrida do Ouro nos EUA em 1849 (LAPOINTE, 2009). Difere do regime de concessão brasileiro porque reduz o poder discricionário do Estado de decidir sobre quem explorará a terra, aumentando os investimentos privados em exploração mineral.

No norte canadense, é possível, inclusive, que a solicitação de permissão para prospecção junto ao Registro Minerário (*Mining Recorder*) seja feita através da demarcação da área desejada em mapas disponíveis online (*map staking*). No território de Yukon, as empresas ou pessoas físicas podem renovar anualmente a licença de prospecção, pagando 100 dólares canadenses<sup>28</sup>. Caso não consigam fazer a exploração adequadamente ou não paguem a anualidade, a terra fica disponível para outros interessados.

Na década de 90, as atividades de exploração não-concluídas deixaram jazidas abandonadas e rastros de danos ambientais no norte do país (TAGGART, 1998). Em 2002, os governos dos territórios, províncias e federação, as comunidades indígenas e algumas empresas de mineração assumiram o compromisso de criarem boas práticas de reabilitação de minas abandonadas através da iniciativa “NOAMI” (*National Orphaned Abandoned Mines Initiative*), que busca inventariar as minas órfãs e integrar as comunidades com essas áreas.

Não obstante, no Canadá há regras ambientais para operação e fechamento de minas definidas pelo CEPA de 1999 e pelo Ato de Pesca de 2002 (*Fisheries Act*). O primeiro dá autoridade ao governo federal para determinar as substâncias tóxicas e a quantidade de emissões permitidas e o segundo, para processar e multar empresas mineradoras que poluem as águas com as respectivas substâncias tóxicas.

Se por um lado o *free mining system* fez do Canadá líder em investimentos na exploração mineral, por outro, enfraqueceu o poder dos municípios e comunidades locais, o que levou a certames entre as mineradoras, municípios e índios. Por isso, desde o início desta década, a ortodoxia do *free mining system* vem sendo “flexibilizada” através das crescentes obrigações

---

<sup>28</sup> Extraído de: [http://www.emr.gov.yk.ca/mining/mineral\\_tenure\\_commissioners\\_land\\_yukon.html](http://www.emr.gov.yk.ca/mining/mineral_tenure_commissioners_land_yukon.html). Acesso em: 12/06/2014.

impostas aos exploradores pelos governos territoriais e provincianos, que passaram exigir a licença social das comunidades indígenas (*First Nations*), estudos de impacto ambiental e a outorga de uso da água (PLETCHER; MOLODECKY, 2013). O CEAA demanda a apresentação dos projetos de exploração mineral à Agência de Avaliação Ambiental (*Canadian Environmental Assessment Agency*), que determina a necessidade ou não de se fazer estudo de impacto ambiental. Se necessário, o estudo é realizado por painel de especialistas e audiências públicas antes da emissão do parecer final do Ministro de Meio Ambiente sobre o projeto de exploração:

At the end of an environmental assessment, the Minister of the Environment determines whether the project is likely to cause significant adverse environmental effects, taking into account mitigation measures that were identified during the environmental assessment. If it is determined that a project is likely to cause significant adverse environmental effects, the federal Cabinet will then decide whether these effects are justified in the circumstances. A decision statement is issued that sets out the decision and associated conditions with which the proponent must comply<sup>29</sup>. (NRCAN, 2014)

No Canadá, os *royalties* da mineração são diretamente coletados pelos governos provincianos ou territoriais e sua cobrança é relativa à receita líquida de vendas, independente do bem mineral em questão. Nos *Northwestern Territories* os *royalties* são cobrados de modo progressivo (Tabela 4.4) depois do terceiro ano de produção (TAGGART, 1998; NRCAN, 2014).

---

<sup>29</sup> Extraído de: <https://www.ceaa-acee.gc.ca/default.asp?lang=en&n=16254939-1>. Acesso em: 13/05/2014.



Tabela 4.4 - Cobrança de *royalties* no Canadá, *Northwestern Territories*

Lucro da atividade mineral (L), em dólares canadenses	Taxa de <i>royalties</i>
<b>L ≤ \$10.000</b>	0%
<b>\$10.000 &lt; L ≤ \$5 milhões</b>	5%
<b>\$5 milhões &lt; L ≤ \$10 milhões</b>	6%
<b>\$10 milhões &lt; L ≤ \$15 milhões</b>	7%
<b>\$15 milhões &lt; L ≤ \$20 milhões</b>	8%
<b>\$20 milhões &lt; L ≤ \$25 milhões</b>	9%
<b>\$25 milhões &lt; L ≤ \$30 milhões</b>	10%
<b>\$30 milhões &lt; L ≤ \$35 milhões</b>	11%
<b>\$35 milhões &lt; L ≤ \$40 milhões</b>	12%
<b>\$40 milhões &lt; L ≤ \$45 milhões</b>	13%
<b>\$45 milhões &lt; L</b>	14%

Fonte: Aboriginal Affairs and Northern Development Canada (2014). Disponível em: <https://www.aadnc-aandc.gc.ca/eng/1331039455218/1331039516621>. Acesso em: 12/05/2014.

O governo federal canadense concede diferentes tipos de incentivos fiscais para as empresas mineradoras e estimula o surgimento de *junior companies*:

- Depreciação de 25% sobre imóveis, máquinas e equipamentos usados na lavra e no beneficiamento mineral, extensivo aos imóveis provedores de serviços básicos à comunidade de trabalhadores das minas (hospitais, aeroportos, escolas, etc.);
- Depreciação acelerada de até 100% dos custos do ativo imobilizado, desde que usado diretamente na mineração;
- Incentivos tributários de 10% a 30% sobre a exploração mineral efetuada em outros países por empresas canadenses;
- Recuperação de até 30% das despesas de obras nas minas subterrâneas;
- Venda de ações *Flow Through Shares*, em que o investidor pode assumir os custos da exploração mineral, bem como obter o bônus posterior da venda do bem mineral em caso de

sucesso. Quando ele investe nessas ações, pode ter a dedução total dos impostos pagos sobre a exploração mineral.

No Canadá, a dinâmica produtiva caminha ao lado da institucionalidade favorável à exploração mineral e do mercado financeiro. A combinação harmoniosa desses componentes reduz as barreiras à entrada, favorece as *junior companies* e o surgimento de fornecedores de sistemas para suporte à exploração mineral. O Quadro 4.7 avalia os diplomas legais para a institucionalidade da base produtiva canadense de mineração.

Quadro 4.7 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração canadense

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0 ponto: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Exploração mineral	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que define as condições de uso do solo e exploração econômica de minas e jazidas.	2	O <i>free mining system</i> permite a exploração mineral com baixas barreiras à entrada para as <i>junior companies</i> .
Meio ambiente	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que define preservação da biota e comissionamento de minas.	2	O <i>Canadian Environmental Assessment Act</i> flexibiliza o <i>free mining system</i> , ao estabelecer exigências às atividades de alto impacto ambiental e abrir o diálogo entre os <i>stakeholders</i> .
Impostos sobre a exploração e <i>royalties</i>	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que determina o pagamento de impostos e <i>royalties</i> ao governo pela exploração e lavra de jazidas.	2	Os <i>royalties</i> são progressivos em relação à receita e cobrados dos governos de territórios e províncias.

Fonte: elaboração própria.

### 4.2.3. A institucionalidade de C,T&I no Canadá

As políticas de ambiente de C,T&I aplicáveis a ambos os SSIs são:

- **Propriedade intelectual:** no Canadá estão protegidos pelas leis as patentes de invenção (*Patent Act and Regulations*), marcas (*Trade-mark Act and Regulations*), os desenhos industriais (*Industrial Design Act and Regulations*), direitos autorais (*Copyright Act and Regulations*) e as topografias de circuitos integrados (*Integrated Circuit Topography Acts and Regulations*);
- **Apoio à exportação:** o governo canadense oferece qualificação por *e-learning* em exportação e internacionalização ao empreendedor através da Agência Canadense de Desenvolvimento de Exportação (*Export Development Canada*). O *Export Guarantee Program* da agência ajuda na mitigação do risco à exportação. Através dele, o governo garante 75% do pagamento à instituição financeira credora da empresa, cobrindo empréstimos de compra de equipamentos, contratação de pessoal e custos operacionais de internacionalização. Para isto, é necessário que um banco comercial conceda o empréstimo à empresa requerente. Como forma de estimular a exportação de bens de capital, a agência provê financiamento de dois a cinco anos e garantias bancárias a compradores internacionais de máquinas e equipamentos canadenses (*foreign buyer financing*).
- **Incentivos fiscais à inovação:** a CRA concede créditos tributários (*tax refund*) por meio do Programa de Pesquisa Científica e Desenvolvimento Experimental (*Scientific Research and Experimental Development Program*) de até 35% para as empresas de todos os portes que aplicam em P&D&I, em qualquer uma das fases da cadeia de inovação. O crédito relaciona-se a despesas com bens de capital, salários, *leasing*, serviços de terceiros e materiais (CRA, 2014). Os incentivos à P&D&I apenas são obrigatórios no setor elétrico do Quebec. As empresas de energia precisam investir recursos em P&D&I e eficiência energética, estabelecidos anualmente pela *Régie* (QUÉBEC BILL 52, 2006). Nas outras províncias canadenses, as políticas de oferta do governo federal da Rede Canadense de Negócios (*Canada Business Network*) estimulam empresas de todos os portes a desenvolverem tecnologias, comercializá-las e a melhorarem seus processos, direcionando os programas de fomento para os temas de geomática (SSI de mineração) e eficiência energética (SSI de energia).

O primeiro programa apoia o desenvolvimento e a comercialização de produtos e tecnologias de geomática (*Tecterra*), concedendo recursos de até 500 mil dólares canadenses para projetos de P&D&I de duração entre seis meses e um ano. Os programas de fomento e financiamento à P&D&I para o setor elétrico são de caráter regional, a exemplo do programa de concessão de recursos de até 1 milhão de dólares canadenses, promovido pelo *Ontario Conservation Fund*, e os *vouchers* de suporte a *startups* da Agência *Alberta Innovates* (ver capítulo 3).

Dos programas nacionais de concessão de bolsas, aqueles aplicáveis aos SSIs de energia e mineração, mas não a esses restritos, compreendem: a) programas de bolsas de estudo para inventores independentes e *startups* que fomentam a pesquisa colaborativa com universidades, em que elas financiam até 50% dos custos totais (*collaborative research and development grants*); b) bolsas para estudantes recém-formados do ensino médio, pós-graduados ou pós-doutores trabalharem em projetos de P&D&I de ciências físicas e naturais (*youth employment program* e *connect Canada internships*) c) bolsas para pesquisadores visando à resolução de problemas em empresas (*engage grants*); d) bolsas para empresas desenvolverem projetos com universidades canadenses (*interaction grants*); e) bolsas para desenvolvimento de projetos de P&D com pesquisadores estrangeiros (*International Science and Technology Partnerships Program*) e; f) bolsas para acadêmicos desenvolverem ciência participativa com a sociedade (*Partnership Workshops Program*).

Em síntese, o Canadá apresenta um rico cardápio de opções de fomento à inovação e incentivo à competitividade para empresas de todos os tamanhos e tipos, indicando universalidade das políticas de oferta de C,T&I. Com isso, facilita-se o desenvolvimento do ecossistema de empresas *startups*. Especialmente para os SSIs em tela, interessa ao governo canadense estimular o desenvolvimento de tecnologias de geomática e eficiência energética. O Quadro 4.8 avalia por meio de pontuação a existência e relevância das políticas aplicáveis aos SSI de energia e mineração no Canadá.

Quadro 4.8 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração no Canadá

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Proteção à propriedade intelectual	Refere-se a diplomas legais que conferem distintos tipos de proteção à propriedade intelectual.	2	As leis de propriedade intelectual cobrem patentes, desenhos industriais, direitos autorais, circuitos integrados e marcas.
Internacionalização e exportação	Corresponde a políticas e diplomas legais de apoio (capacitação e desoneração tributária) à exportação e internacionalização de empresas.	2	Os programas de apoio à exportação têm abrangência nacional, além de ajudarem a reduzir o risco do exportador.
Incentivos fiscais	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que concedem incentivos fiscais a empresas que comprovadamente investem em P&D.	2	São aplicáveis a qualquer tipo e porte de empresa.
Investimentos em P&D&I	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que obrigam as empresas a investir recursos em P&D.	1 (Setor Elétrico) 0 (Mineração)	As empresas de distribuição de energia elétrica do Quebec são obrigadas por lei a investirem em P&D&I.
Concessão de bolsas de auxílio à pesquisa e/ou ao empreendedorismo de base tecnológica	Corresponde a políticas de fomento à concessão de bolsas a projetos de pesquisas, que promovem o empreendedorismo de base tecnológica e integram pesquisadores de ICTs às empresas.	2 (Setor Elétrico) 2 (Mineração)	Há diversidade de programas aplicáveis aos dois SSIs em todo o território, permitindo a inserção de pesquisadores em universidades e empresas como também o surgimento de <i>startups</i> .

Fonte: elaboração própria.

### 4.3. Alemanha

#### 4.3.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico na Alemanha

As diretrizes da política energética do governo alemão (*Energiekonzepte der Bundesregierung*) são a mudança da matriz energética, com ampliação do *mix* de energias renováveis, e a garantia do fornecimento ao consumidor. Seguindo essas diretrizes, acoplam-se leis voltadas para planejamento da operação, implantação e expansão do sistema elétrico e mudança na matriz energética, sendo essas, Lei de Fornecimento de Eletricidade e Gás (*Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung*, EnWG) de 2005, a Lei de Proteção da Rede (*Energiesicherungsgesetz*, EnSiG) de 1975, as Leis de Construção de Linhas Alta Tensão e sua conexão com fontes alternativas (*Energieleitungsausbaugesetz*, EnLaG e *Netzausbaubeschleunigungsgesetz*, NABEG) de 2009 e 2011, a Lei de Planejamento da Demanda (*Bundesbedarfsplanungsgesetz*, BBPIG), a Lei da Co-Geração (*Kraftwärmekopplungsgesetz*, KWKG) de 2002, a Lei de Energias Alternativas (*Erneuerbare-Energien-Gesetz*, EEG) de 2000, a Lei de Licenças Ambientais de 1990 (*Umweltverträglichkeitsplanungsgesetz*, UVPG) e a Lei de Proteção à Natureza de 2006 (*Naturschutzgesetz*, BNatSchG).

A EnWG legisla acerca dos mercados de geração, distribuição e comercialização de energia elétrica, isto é, sobre quem pode gerar e fornecer energia elétrica, como medir a energia e assegurar condições de fornecimento e o que deve constar nos contratos para o consumidor. De acordo com ela, qualquer pessoa jurídica pode distribuir energia elétrica.

A EnWG separa os provedores de serviços básicos (*Grundversorgung*) (§ 4), que atendem à maioria dos consumidores com serviços de eletricidade em baixa tensão dos outros provedores, permitindo a livre contratação de pessoa jurídica (§ 41). Quanto aos preços, menciona de maneira genérica as formas de apresentação das contas de luz ao consumidor final (§ 39) e a frequência da medição e do pagamento. A empresa de energia pode cobrar do consumidor final pagamento antes do início da prestação do serviço, com até 12 meses de antecedência (§ 39). A liberdade contratual conferida pela EnWG tem aumentado o volume de *brokers* insolventes, como nos casos das comercializadoras Care Energy, Teldafax e da FlexStrom. A falência da FlexStrom em 2013 deixou 70 milhões de euros em dívidas e atingiu 830 mil consumidores (FLEXTROM-

GRÜNDER..., 2013). A comercialização de energia elétrica na Alemanha ocorre na bolsa de energia de Leipzig (*European Energy Exchange, EEX*), onde também os *brokers* negociam certificados de emissão de carbono e volumes de carvão.

Os procedimentos de rede são regulamentados pela Lei de Proteção da Rede (*Energiesicherungsgesetz, EnSiG*) e seus respectivos Decretos de Proteção (*Elektrizitätssicherungsverordnung*) e Uso de Usinas de Reserva (*Reservekraftwerksverordnung*), que conferem à Agência Federal de Rede poderes para alocar carga em situações de risco, ativar e desativar usinas quando necessário. As EnLaG e NABEG, também ligadas aos procedimentos de rede, abrangem metas de planejamento de alocação de linhas de transmissão de alta tensão em locais pré-definidos e a regulamentação da conexão das linhas com parques eólicos *off-shore*. Quanto às leis de planejamento de demanda e co-geração, a primeira regulamenta o plano decenal de demanda de energia e a segunda estabelece como meta o aumento da co-geração em 25% para 2022.

Da mesma forma, a Lei de Energias Alternativas EEG tem caráter de planejamento de longo prazo, pois determina que em 2050, 80% da geração provenha de fontes de biomassa e eólico-solares. Institui a possibilidade da geração distribuída por meio de painéis solares ou fazendas eólicas para potências acima de 30 KW e prevê incentivos para a eletricidade gerada a partir dessas fontes por até 20 anos, variando de 51 a 55 centavos por KWh.

A UVPG é a principal lei de licenciamento ambiental, a qual obriga todos os empreendimentos de impacto ambiental, incluindo os de geração e transmissão de energia elétrica, a serem apreciados pelos respectivos órgãos ambientais estaduais e regionais<sup>30</sup> (*Landesbehörde*). A licença ambiental pode ser concedida pelo escritório regional, que deve disponibilizar a documentação do projeto à “apreciação social”:

*“Mais informações pertinentes ao processo de licença ambiental do projeto do escritório competente são disponibilizadas a público após permissão do estado e das regiões.”* (UVPG, §9, tradução da autora da tese)

O processo de aprovação ambiental é menos participativo face ao canadense e brasileiro, pois não pressupõe a prévia licença social, sendo chamado pelo do Partido Verde alemão de “política feita

---

<sup>30</sup> Os órgãos governamentais das regiões (*Länder*) são responsáveis por um conjunto de municípios dentro do mesmo Estado (*Bundesland*).

no quarto dos fundos” (*Hinterzimmerpolitik*)<sup>31</sup>. Projetos que envolvam mais de um estado são matérias de aprovação dos referidos escritórios estaduais (§ 8). A Lei de Proteção à Natureza (*Naturschutzgesetz*, BNatSchG) obriga a recuperação de ecossistemas impactados pelas obras das redes de transmissão de energia.

Enfim, o mercado do SSI alemão é aberto à competição nos âmbitos da geração, distribuição e comercialização de energia. Viu-se no Eixo 2 que existem barreiras à entrada e quatro grandes oligopolistas (RWE, E.On, EnBW e Vatenvall Europe). O valor das tarifas, que não é fixado pela Agência de Rede, tem “expulsado” vários consumidores do *pool* de serviços de energia elétrica oferecidos por esses provedores, mas a regulação vigente estimula a geração distribuída por fontes alternativas. A Lei EEG, que autoriza a geração distribuída e institui metas de adoção de energias alternativas, somada à regulação ambiental, são importantes fatores motivacionais que tracionam novos *players* e inovações tecnológicas nesse SSI. Note-se que a Lei de Emissões é de 1974 e a EEG remonta-se ao ano de 2000, justificando o acúmulo da produção tecnológica da Alemanha nesse campo de conhecimento (ver capítulo 3). O Quadro 4.9 faz uma análise objetiva da relevância dos diplomas e políticas do SSI de energia deste país.

---

<sup>31</sup> Extraído de: [https://www.gruene-bundestag.de/parlament/bundestagsreden/2012/januar/neues-bergrecht\\_ID\\_401818.html](https://www.gruene-bundestag.de/parlament/bundestagsreden/2012/januar/neues-bergrecht_ID_401818.html). Acesso em: 17/07/2014.



Quadro 4.9 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica alemão

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Implantação, expansão e operação do sistema de G-T-D	Refere-se a políticas e diplomas legais definidos pela administração pública no tocante a concessões, planejamento da expansão, operação e manutenção do sistema elétrico.	2	Há leis e decretos de operação de mercados, expansão das redes e planejamento de oferta.
Procedimentos de redes e distribuição	Corresponde a procedimentos normativos definidos pelo ente público que fixam níveis mínimos de qualidade do fornecimento de energia elétrica em alta, média e baixa tensão.	2	Os procedimentos de rede definem qualidade de energia e conexão com fontes alternativas.
Meio ambiente	Refere-se a leis e decretos que definem condições de preservação das comunidades residentes, flora e fauna do entorno de empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica.	1	As competências para análise de licenciamento ambiental são distribuídas entre o governo federal e os estados, de acordo com o impacto ambiental. O instrumento de licença social não é matéria de lei.
Comercialização de energia	Refere-se a um conjunto de leis e decretos para compra e venda de energia elétrica.	2	A comercialização de energia ocorre na bolsa de energia de Leipzig, que atua como <i>clearing house</i> nas negociações. Não obstante, destaca-se a participação de <i>brokers</i> .
Preços	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que condiciona composição, fixação e reajuste das tarifas.	1	Os preços são determinados pelos <i>brokers</i> , mas a falta de regras claras leva a casos de insolvência de alto impacto na sociedade.

Fonte: elaboração própria.

#### 4.3.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral na Alemanha

A Lei Federal de Mineração (*Bundesberggesetz*, BBergG) determina a competência estadual acerca do tema e regulamenta os títulos minerários necessários para exploração e lavra, posse da mina e pagamento de impostos.

No sistema mineral prussiano, vigente a partir de 1865, o estado concedia o terreno para exploração e lavra independentemente do proprietário, semelhante ao *free mining system*. Essa forma de concessão foi responsável pelo aumento da especulação sobre a terra à época, levando o Estado a definir a posse precária apenas sobre carvão e sais de potássio.

Com a BBerg, promulgada em 1980, permaneceu a concessão do direito minerário para a exploração, a qual é solicitada ao estado pelo interessado, que pode ou não levar à expropriação do terreno. Por exemplo, quando se tratam de áreas onde se encontram areia e cascalho – minerais usados na construção civil – essas são liberadas para a atividade de mineração.

Existem três tipos de títulos concedidos: a licença de prospecção (*Erlaubnis*), a aprovação da lavra (*Bewilligung*) e a posse do terreno (*Grundeigentum*). A primeira é válida por até três anos e o título de aprovação da lavra por até 50 anos (§16).

Assim como nos empreendimentos de geração e transmissão, as questões de meio ambiente são regulamentadas pela UVPG, que delegam aos escritórios regionais a emissão da licença ambiental com “apreciação social”. A Lei de Emissões (*Bundesimmissionsschutzgesetz*, BImSchG) de 1974 e a de Proteção à Natureza (*Naturschutzgesetz*, BNatSchG) determinam, respectivamente, a quantidade permitida de emissões de GEE e a recuperação dos biomas impactados.

Cabe ainda ressaltar a existência de dois tipos de impostos pagos anualmente à região sobre a área de concessão. O primeiro corresponde a um valor em euros, calculado por quilômetro quadrado reajustado a cada ano enquanto durar a exploração. O segundo é o *royalty* da mineração, cujo percentual varia segundo a região, mas esse é de no mínimo 10% sobre o preço de venda (*Marktwert*)<sup>32</sup>.

Em resumo, a Lei Federal de Mineração trata das questões econômicas concernentes à expropriação, exploração e lavra. O teto do valor dos *royalties* cobrados é matéria estadual, mas

---

<sup>32</sup> Extraído de: <http://oliver-krischer.eu/detail/nachricht/rwe-soll-foerderabgabe-fuer-braunkohleabbau-bezahlen.html>. Acesso em 05/05/2014.

pode chegar a valores mais altos do que nos demais países estudados (Brasil, Canadá e Austrália), tornando essa atividade economicamente desinteressante para as mineradoras. As leis ambientais de emissões de GEE e recuperação de biomas são elementos motivacionais para as empresas já estabelecidas de mineração buscarem inovações tecnológicas em processo. Note-se que o governo federal subsidia a descontinuidade da produção de carvão, mostrando pouco interesse no desenvolvimento desse SSI (ver capítulo 3). O Quadro 4.10 emite uma avaliação com base no exposto.

Quadro 4.10 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração alemão

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Exploração mineral	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que define as condições de uso do solo e exploração econômica de minas e jazidas.	2	A BBergG determina os títulos minerários, o tempo de concessão e fixa o pagamento de impostos à região.
Meio ambiente	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que define preservação da biota e comissionamento de minas.	2	A lei ambiental existente reduz a participação social, mas as leis de recuperação de biomas e emissões são direcionadores de inovações tecnológicas de processos.
Impostos sobre a exploração e <i>royalties</i>	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que determina o pagamento de impostos e <i>royalties</i> ao governo pela exploração e lavra de jazidas.	2	Os impostos pagos em relação ao preço de venda variam de acordo com a região.

Fonte: elaboração própria.

#### 4.3.3. A institucionalidade de C,T&I na Alemanha

As políticas de ambiente de C,T&I aplicáveis aos SSIs em tela são:

- **Propriedade intelectual:** o embasamento legal da Propriedade Intelectual na Alemanha compreende direitos autorais (*Urheberrechtsgesetz*, UrhG), patentes (*Patentgesetz*, PatG), modelos de utilidade (*Gebrauchsmustergesetz*, GebrMG), marcas (*Markengesetz*) e *design* (*Geschmacksmustergesetz*). O programa federal SIGNO provê consultoria em propriedade intelectual e reembolso de até 50% do investimento de pessoas físicas e jurídicas para registro de patentes nos campos das engenharias e ciências naturais na Alemanha e no exterior. A rede SIGNO, estimulada pelo Ministério de Energia e Economia, compreende universidades, centros de informação, empreendedores e núcleos de transferência de tecnologia credenciados, que orientam pequenas e médias empresas e inventores. Esses devem solicitar o fomento em um dos parceiros credenciados da rede SIGNO antes de prosseguirem com o depósito da patente (BMW, 2014);
- **Apoio à exportação:** o apoio à exportação é dado a fornecedores de equipamentos e sistemas de energias alternativas. O governo federal promove o encontro entre fornecedores alemães e compradores do mundo inteiro através do financiamento de viagens e organização de *roadshows* na Alemanha e no exterior<sup>33</sup>;
- **Incentivos fiscais à inovação:** a Alemanha não oferece incentivos fiscais à inovação. O Ministério de Energia e Economia é responsável pelo desenvolvimento econômico na Alemanha e o Programa Federal de Estímulo à Inovação está voltado o crescimento de empresas de médio porte. O Programa Central de Inovação para Empresas de Médio Porte (*Zentral Innovationsprogramm Mittelstand*, ZIM) consiste em subvenções fornecidas pelo Ministério (política de oferta) para empresas inovadoras de médio porte que desenvolvam projetos em regime de inovação fechada ou aberta, preferencialmente com a Sociedade Fraunhofer (ZIM-COOP). Dentre os temas estratégicos na política de C,T&I do governo federal estão energia, tecnologias da informação, aeroespacial, nanotecnologia, óptica, tecnologias marítimas, medicina, tecnologia de microssistemas, mobilidade, mobilidade elétrica, aviônica e eletrônica. No tema de energia, o projeto *E-Energy*, subvencionado pelo Ministério, tem duração de quatro

---

<sup>33</sup> Extraído de: <http://www.bmwi.de/EN/Topics/Energy/renewable-energies-export-initiative.html>. Acesso em 16/04/2014.

anos e custo de 140 milhões de euros. No seu bojo estão sendo testados em várias regiões do país sistemas baseados nos conceitos de “geração inteligente, consumo inteligente, rede inteligente e armazenagem inteligente de energias”, que integram os “prosumidores” e veículos elétricos à rede<sup>34</sup>.

Na Alemanha, a concessão de bolsas é feita através do Programa Federal de Fomento à educação (*Bundesausbildungsförderungsgesetz*, BaföG) e das subvenções das Fundações (*Stiftungen*) de governos (nacionais e internacionais) e empresas. Dentre as Fundações, identificou-se que a E.On e a mineradora K+S oferecem bolsas de estudo em universidades e estágios<sup>35</sup>. A bolsa *Exist* é voltada para financiar cientistas que desejam abrir seu próprio negócio. Além desta, os Fundos de Alta Tecnologia (*High Tech Gründerfonds*) fomentam o empreendedorismo de base tecnológica com até 500 mil Euros, a partir da participação dos capitais do Ministério de Economia e Energia e de grandes empresas como Siemens, Deutsche Telekom e Basf<sup>36</sup>.

Em síntese, o desenvolvimento de tecnologias em energias renováveis é um projeto de Estado que começou com a promulgação de Lei de Emissões em 1974. A política de C,T&I alemã está essencialmente voltada para este mercado, somando-se a isso o apoio financeiro à inovação direto às médias empresas na forma de subvenção. Por outro lado, ainda não existem incentivos fiscais à inovação tecnológica nas empresas. O Quadro 4.11 pontua as políticas e marcos legais de C,T&I aplicáveis aos SSIs.

---

<sup>34</sup> Extraído de: [http://www.e-energy.de/documents/BMWi\\_E-Energy\\_Flyer\\_Lepo2011\\_28\\_11.pdf](http://www.e-energy.de/documents/BMWi_E-Energy_Flyer_Lepo2011_28_11.pdf). Acesso em: 05/05/2014.

<sup>35</sup> Extraído de: <http://www.stipendien-tipps.de/studium/stipendien/anbieter-von-stipendien/>. Acesso em: 10/07/2014.

<sup>36</sup> Extraído de: <http://www.hightechgruenderfonds.de/>. Acesso em 15/07/2014.

Quadro 4.11 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração na Alemanha

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Proteção à propriedade intelectual	Refere-se a diplomas legais que conferem distintos tipos de proteção à propriedade intelectual.	2	Além das leis de proteção à propriedade industrial destaca-se a existência de suporte financeiro ao patenteamento na Alemanha e no exterior.
Internacionalização e exportação	Corresponde a políticas e diplomas legais de apoio (capacitação e desoneração tributária) à exportação e internacionalização de empresas.	2	O apoio à exportação foca-se em tecnologias de energias renováveis e ocorre através do financiamento de viagens para encontros entre empresários em <i>roadshows</i> .
Incentivos fiscais	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que concede incentivos fiscais a empresas que comprovadamente investem em P&D.	0	Não há incentivos fiscais voltados para a inovação.
Investimentos em P&D&I	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que obriga as empresas a investir recursos em P&D.	0 (Energia) 0 (Mineração)	Não há obrigatoriedade de investimento em P&D&I.
Concessão de bolsas de auxílio à pesquisa e/ou ao empreendedorismo de base tecnológica	Corresponde a políticas de fomento à concessão de bolsas a projetos de pesquisas, que promovem o empreendedorismo de base tecnológica e integram pesquisadores de ICTs às empresas.	2 (Energia) 2 (Mineração)	As bolsas são concedidas pelo governo federal e por fundações de governos e empresas privadas objetivando o desenvolvimento de projetos por estudantes universitários ou a constituição de <i>startups</i> .

Fonte: elaboração própria.

## 4.4. Austrália

### 4.4.1. A institucionalidade das bases produtivas do setor elétrico na Austrália

Na Austrália, há monopólio dos ativos de transmissão e distribuição de energia. Assim como no Brasil, a geração de energia no NEM é centralizada e as plantas geradoras estão distantes da carga, para permitir a exploração de fontes de energia em locais remotos (GARNAUT, 2011). As Regras Nacionais de Eletricidade (*National Electricity Rules*) – sob a égide da Lei Nacional de Energia (*National Electricity Law*) – unificam em um único documento a operação dos mercados de G-T-D-C aos procedimentos técnicos de manutenção e qualidade da rede. O Planejamento de Distribuição de Rede e Quadro de Expansão (*Distribution Network Planning and Expansion Framework*) dá as diretrizes para o planejamento quinquenal da expansão do sistema de distribuição, cuja frequência de revisão é anual e a sua emenda (*Amendment*) também obriga a transmissão a planejar a demanda com um período de pelo menos 10 anos.

O governo australiano, através da AER, faz revisões tarifárias a cada cinco anos para os proprietários de ativos, em que determina a receita máxima permitida às concessionárias. Nelas, ganhos de produtividade ou redução no valor investido em capital são levados em conta no sentido de diminuir os preços ao consumidor final.

Desde 2000, a Austrália impingiu uma reforma para permitir a entrada de *brokers* na comercialização de energia e intensificar a concorrência. Esses podem solicitar a permissão de entrada na rede de distribuição para vender energia e pagar ao proprietário pela sua utilização. A comercialização de energia é matéria dos estados que podem regular ou não os preços. A AER não determina o preço da energia comercializada, mas disponibiliza uma ferramenta online de comparação de preços<sup>37</sup>. Em *Queensland, New South Wales, Australian Capital Territory* e *Tasmania* os consumidores podem solicitar aos prestadores de serviço contratos com preços estipulados pelos governos.

A AER lançou o novo marco regulatório *Energy Customer Framework* em 2012 para centralizar a regulamentação da compra e venda de energia em todo o país, aprovar políticas de benefícios a clientes de baixa renda, monitorar a inadimplência, garantir o fornecimento de energia mesmo

---

<sup>37</sup> Ver: <http://www.energymadeeasy.gov.au/>. Acesso em: 15/06/2014.

diante da insolvência de *brokers* (*Retailer of Last Resort Scheme*, RoLR) e aprovar a entrada de novos concorrentes<sup>38</sup>. Esta política consiste na unificação do quadro regulatório para os clientes que querem comprar energia elétrica de *brokers*. As leis abarcadas no *Customer Framework* são a Lei Nacional de Comercialização de Energia (*National Energy Retail Law*), as Regras Nacionais de Comercialização de Energia (*National Energy Retail Rules*) e Regulamentações Nacionais de Comercialização de Energia (*National Energy Retail Regulations*).

Cada vez mais os “prossumidores” têm se conectado à rede elétrica no NEM em razão do estímulo das *feed-in tariffs* (ACIL TASMAN, 2013). Estima-se que o imposto cobrado sobre as emissões de carbono intensifique a adoção da geração distribuída por meio de painéis fotovoltaicos (GARNAUT, 2011). Some-se a isso o aumento nas tarifas oriundo da tendência de as concessionárias “sobreinvestirem” para lançarem os custos dos investimentos nas revisões quinquenais.

A manutenção e a operação da rede elétrica são competência do AEMO, que monitora a segurança do sistema de potência, além de garantir a disponibilidade de serviços ancilares e a alocação de cargas quando há alteração na frequência do sistema elétrico, em conformidade com a Lei Nacional de Eletricidade (*National Electricity Rules*).

A Lei de Proteção Ambiental e Conservação da Biodiversidade (*Environment Protection and Biodiversity Conservation Act*, EPBC) de 1999 trata da avaliação ambiental e concessão de licenças para empreendimentos que impactam nos biomas. As aprovações ocorrem no âmbito federal e/ou estadual dependendo da área afetada, por exemplo, mineração de urânio e ações antropogênicas em patrimônios da humanidade ou em *habitats* de espécies em extinção são de competência da aprovação do governo federal; empreendimentos ou ações que impactam na água (exceto mar) ou ar são matérias de avaliação estadual. As solicitações de aprovações podem ser feitas concomitantemente nos governos federal e estadual para o empreendimento reduzir o tempo total de obtenção das licenças. No âmbito do Ministério do Meio Ambiente, faz-se uma consulta (*referral*) que passa por avaliação da sociedade (*public comments*). Com base no resultado da avaliação, o ministro decide se o governo federal deve ou não avaliar o empreendimento sob as regras do EPBC. Na segunda fase, ocorre a avaliação propriamente dita,

---

<sup>38</sup> Extraído de: [http://www.aer.gov.au/retail-markets#National\\_energy\\_customer\\_framework](http://www.aer.gov.au/retail-markets#National_energy_customer_framework). Acesso em 20/06/2014.



a qual pode ser feita com base na documentação entregue na fase de *referral*, por estudos de impacto ambiental ou pela sociedade (*public inquiry*)<sup>39</sup>.

Na Austrália, apesar do monopólio na posse de ativos de transmissão e distribuição, há esforço institucional de fortalecimento da livre competição (municada de devido suporte regulatório para evitar insolvência de *brokers* e inadimplência de consumidores como visto no caso alemão), estímulo ao uso das energias renováveis e à geração distribuída. Na aprovação de empreendimentos destaca-se também a relevância da opinião pública (*public comment*) e da licença social (*public inquiry*). A conjugação desses fatores de caráteres econômico e socioambiental gera um ambiente favorável à inovação tecnológica e agregação de mais competidores ao SSI. O Quadro 4.12 pontua as políticas que afetam a base produtiva do SSI australiano.

Quadro 4.12 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de energia elétrica australiano

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Implantação, expansão e operação do sistema de G-T-D	Refere-se a políticas e diplomas legais definidos pela administração pública no tocante a concessões, planejamento da expansão, operação e manutenção do sistema elétrico.	2	As Regras Nacionais de Eletricidade determinam a regulamentação da concessão, operação e manutenção do sistema elétrico. O Planejamento de Distribuição de Rede e sua emenda dão as regras de apresentação dos planejamentos de distribuição e transmissão.
Procedimentos de redes	Corresponde a procedimentos normativos definidos pelo ente público que fixam níveis mínimos de qualidade do fornecimento de energia elétrica em alta, média e baixa tensão.	2	Os procedimentos de rede estão definidos nas Regras Nacionais de Eletricidade e colocam a responsabilidade de supervisão no AEMO.
Meio ambiente	Refere-se a leis e decretos que definem condições de preservação das comunidades residentes,	2	A aprovação é discricionária, porém existe o EPBC que regulamenta as aprovações em nível federal, sem prejuízo das licenças estaduais. Identifica-se a

<sup>39</sup> Para maiores detalhes sobre o fluxograma da avaliação ambiental no nível federal, ver: [www.environment.gov.au/resource/environment-assessment-process](http://www.environment.gov.au/resource/environment-assessment-process). Acesso em: 25/06/2014.

	flora e fauna do entorno de empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica.		importância das licenças sociais.
Comercialização de energia	Refere-se a um conjunto de leis e decretos para compra e venda de energia elétrica.	2	Há competição na Austrália, regulada pela AER no <i>Customer Framework</i> para evitar insolvência e reduzir a inadimplência.
Preços	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que condiciona composição, fixação e reajuste das tarifas.	2	Os preços podem ser regulamentados em alguns estados. A AER não fixa preços de comercialização, mas mantém uma ferramenta de comparação de tarifas entre os <i>brokers</i> .

Fonte: elaboração própria.

#### 4.4.2. A institucionalidade das bases produtivas do setor mineral na Austrália

Na Austrália, os territórios e as províncias regulam a atividade de mineração de maneira autônoma, ou seja, cada um tem seu “*Mining Act*” ou “*Mineral Resources Development*”<sup>40</sup>, mas há um conjunto de regras aplicáveis a qualquer mineradora que deseja investir no país (ASHURST, 2013).

Existem várias formas de penetração nesse mercado, fator que contribui para a redução das barreiras à entrada. A primeira é através de *joint-ventures*, modo pelo qual os exploradores podem (*incorporated joint-venture*) ou não (*unincorporated joint-venture*) unir-se em uma sociedade de propósito específico. A segunda, chamada *farm-in agreement*, permite ao arrendatário (proprietário do título minerário) vender uma parte de sua licença para investidores interessados em aportar capital na fase de exploração.

As empresas interessadas em comercializarem minérios podem ter três tipos de títulos. No primeiro, o governo estadual concede licença de exploração, garantida por cinco anos para retirada de amostras simples do subsolo. Nessa fase, o explorador precisa pagar *rents* e reportar sobre suas atividades de modo a comprovar que possui recursos para fazer a prospecção mineral. Após isso, é possível solicitar a permissão para lavra (*mining lease*), para a qual se pagam os *royalties*, além dos *rents*. Os *royalties* variam entre os estados e territórios, por exemplo,

<sup>40</sup> São esses: *Mining Act* de *South Australia*, 1971; *Mining Act* de *Western Australia*, 1978; *Mining Act* de *Northern Territory*, 1980; *Mineral Resources Act* de *Queensland*, 1989; *Mineral Resources Development Act* de *Victoria*, 1990; *Land Act* de *Australia Capital Territory*, 1991; *Mining Act* de *New South Wales*, 1992 e; *Mineral Resources Development Act* da *Tasmânia*, 1995.

Queensland cobra 1,25% por tonelada de minério de ferro extraído se o preço de mercado é inferior a 100 dólares australianos; se o preço da tonelada for maior, cobra 1,25 dólares por tonelada e 2,5% do valor acima de 100 dólares (ASHURST, 2013). A terceira licença é para a retenção da jazida (*retention licence*), válida por até cinco anos, sendo solicitada quando não há possibilidade de lavra nesse prazo. Para as três licenças, o empreendedor precisa fazer depósitos de caução ao governo, a fim de comprovar que têm recursos para exploração, lavra e recuperação dos biomas. Em 2012, o governo federal introduziu o Imposto sobre a Renda de Recursos Minerais (*Minerals Resource Rent Tax*, MRRT) de 22,5%. Esse imposto não afeta as empresas nascentes, pois se aplica àquelas com faturamento anual superior a 50 milhões de dólares australianos.

O acesso a terra depende da sua natureza: em terrenos privados é possível ao empreendedor pagar compensações aos proprietários, mas a exploração nas terras federais depende da aprovação do Ministro e de licenças sociais. No processo de arrendamento (*tenure process*), a empresa passa por uma avaliação no Departamento de Minas do estado ou território (*Mines Department*) ao mesmo tempo em que solicita aprovação ambiental do projeto no governo federal e no Departamento Ambiental do estado ou território. Como visto no SSI de energia, a aprovação do Ministro passa pela consulta à sociedade. Há casos de embargo de obras de exploração mineral ou lavra se essas ocorrerem em terras de patrimônio arqueológico da cultura aborígine, em obediência ao *Commonwealth Heritage Act* de 1984. Assim, o processo de obtenção de licenças ambientais depende das aprovações de duas instâncias (federal e estadual), sendo corroborado pelas licenças sociais e pelos direitos de proteção à cultura das comunidades locais.

Em suma, na Austrália, assim como no Canadá, existem instrumentos que reduzem as barreiras à entrada e intensificam a concorrência, como as *joint-ventures* e os *farm-in agreements*. O imposto MRRT, apesar de alto, não atinge negócios nascentes, evitando concentração de mercado. O ambiente competitivo gerado por essa institucionalidade mostra-se favorável à inovação tecnológica, pois estimula novos entrantes. No Quadro 4.13 analisa-se por pontuação a base produtiva do SSI australiano de mineração.

Quadro 4.13 - Análise dos diplomas legais e políticas que afetam a base produtiva do SSI de mineração australiano

Políticas e marcos legais	Descrição	Políticas e marcos legais específicos (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	Observações
Exploração mineral	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que define as condições de uso do solo e exploração econômica de minas e jazidas.	2	Cada estado e território tem sua legislação própria, porém esta atende os requisitos básicos de acesso a terra, exploração e lavra.
Meio ambiente	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que define preservação da biota e comissionamento de minas.	2	As licenças são conferidas pela federação ( <i>Commonwealth</i> ) e pelos estados, com a participação social e o respeito ao patrimônio cultural local.
Impostos sobre a exploração e <i>royalties</i>	Corresponde a um conjunto de políticas e diplomas legais que determina o pagamento de impostos e <i>royalties</i> ao governo pela exploração e lavra de jazidas.	2	A política de cobrança de <i>royalties</i> aplica-se a cada território e estado separadamente. Fora isso, há <i>rents</i> para a exploração e um imposto proporcional cobrado em situações de lucros extraordinários.

Fonte: elaboração própria.

#### 4.4.3. A institucionalidade de C,T&I na Austrália

As políticas de ambiente de C,T&I aplicáveis aos SSIs em tela são:

- **Propriedade intelectual:** os direitos de propriedade estão relacionados na Lei de Patentes (*Patents Act*), Lei de Marcas (*Trade Marks Act*), Lei de *Design* (*Design Act*) e Lei de *Copyright* (*Copyright Act*);
- **Apoio à exportação:** o *Tradex Scheme* isenta impostos sobre alguns bens importados se esses forem empregados como insumos para produtos exportáveis. A EFIC (*Australian Finance and Insurance Corporation*) concede empréstimos aos compradores estrangeiros e provê garantias financeiras aos exportadores australianos a fim de mitigar riscos de inadimplência nos bancos;
- **Incentivos fiscais à inovação:** na Austrália, o Ministério da Indústria (*AusIndustry*) e o Escritório de Impostos Australiano (*Australian Taxation Office*) concedem incentivos às

empresas que investem em P&D&I, mediante obtenção de créditos tributários de até 40%. Essa forma de incentivo aplica-se a empresas de qualquer porte.

O Programa de Centros de Cooperação (*Cooperative Research Centers, CRC*) (política de oferta) existe desde 1990 e, através dele, o governo federal injeta recursos para estimular a criação de redes de pesquisa e a transferência de tecnologia entre ICTs e empresas em diversas áreas de conhecimento, dentre elas, energia e mineração. Não existe obrigatoriedade de investimento das empresas em P&D&I e a Agência de Energias Renováveis ARENA recebe os recursos financeiros governamentais para investir em projetos de P&D com vistas a cumprir o projeto de Estado australiano de mudança da matriz energética. Além do CRC, os estados e territórios da Austrália oferecem 187 programas de assistência financeira a *startups*<sup>41</sup> que cobrem todo o território, por exemplo, o *Employment Startup for Business (Victoria)*, *Tasmanian Techno Park (Tasmânia)*, *City of Perth Small Business Grants (Western Australia)*, *Innovation Connect (Australian Capital Territory)* e *Business Growth Grants* (nacional).

Os instrumentos de política tecnológica australianos são acessíveis a todos os portes de empresas e visam a fomentá-las desde o seu nascimento até a fase de exportação, seja por meio de incentivos tributários ou da mitigação de riscos de crédito em instituições financeiras privadas. O ambiente de negócios estabelecido mediante a diversidade de instrumentos para inovação tecnológica permite o desenvolvimento de um ecossistema de fornecedores capazes de se internacionalizar rapidamente (ver capítulo 3). Com base no exposto, o Quadro 4.14 avalia os elementos constitutivos das políticas de oferta e ambiente de C,T&I para os SSI de energia e mineração australianos.

---

<sup>41</sup> Busca realizada pela ferramenta *Grant Finder*, disponível em: [http://www.business.gov.au/grants-and-assistance/grant-finder/Pages/Search.aspx?collection=business-gov-au&profile=grant&search\\_type=grant&query=start+up](http://www.business.gov.au/grants-and-assistance/grant-finder/Pages/Search.aspx?collection=business-gov-au&profile=grant&search_type=grant&query=start+up). Acesso em 01/07/2014.

Quadro 4.14 - Análise dos diplomas legais e das políticas de ambiente e oferta para energia e mineração na Austrália

<b>Políticas e marcos legais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Políticas e marcos legais específicos</b> (0: políticas e marcos legais não existem para atender à finalidade descrita; 1 ponto: políticas e marcos legais existem, mas não tem relevância prática para atender à finalidade descrita; 2 pontos: políticas e marcos legais existem e têm relevância prática para atender à finalidade descrita)	<b>Observações</b>
Proteção à propriedade intelectual	Refere-se a diplomas legais que conferem distintos tipos de proteção à propriedade intelectual.	2	As leis de propriedade intelectual cobrem patentes, <i>design</i> , direitos autorais, circuitos integrados e marcas.
Internacionalização e exportação	Corresponde a políticas e diplomas legais de apoio (capacitação e desoneração tributária) à exportação e internacionalização de empresas.	2	Os programas de exportação isentam as importações de impostos, reduzem o risco do negócio e provêm financiamento aos compradores, o que intensifica a competitividade das empresas no exterior.
Incentivos fiscais	Corresponde a um conjunto de diplomas legais que concede incentivos fiscais a empresas que comprovadamente investem em P&D.	2	Os incentivos são abertos a todos os tipos de empresas e podem ser obtidos através de créditos tributários de até 40%.
Investimentos em P&D&I	Refere-se a um conjunto de diplomas legais que obriga as empresas a investir recursos em P&D.	0 (Energia) 0 (Mineração)	Não há obrigatoriedade de investimento em P&D.
Concessão de bolsas de auxílio à pesquisa e/ou ao empreendedorismo de base tecnológica	Corresponde a políticas de fomento à concessão de bolsas a projetos de pesquisas, que promovem o empreendedorismo de base tecnológica e integram pesquisadores de ICTs às empresas.	2 (Energia) 2 (Mineração)	Há bolsas disponíveis de alcances nacional e territorial para a fundação de <i>startups</i> em todos os setores.

Fonte: elaboração própria.

#### 4.5. Considerações finais: o marco analítico integrador

Apresenta-se aqui o marco analítico integrador, onde ocorre a **união dos três eixos com fins de caracterização da densidade de cada SSI**.

Ao analisar-se o SSI de energia no Canadá, de acordo com o Eixo 1, esse país investe em P&D&I mais do que o Brasil e a Austrália; depois da Alemanha, é a nação que mais deposita patentes em energias alternativas. Entre 2000 e 2011 as perdas do sistema elétrico canadense reduziram-se de 7% para 5%. Considerando as três principais províncias geradoras de energia no Canadá, existe concorrência em Ontário e Alberta e monopólio no Quebec. Segundo relatado no Eixo 2, o país exporta energia para os EUA, por isso faz parte de sua política de Estado investir no aumento da capacidade de geração, combinando-o à intensificação do uso de energias alternativas. A indústria de equipamentos elétricos canadense é mais internacionalizada que a média da indústria e a exportação desses equipamentos compõe 5% da pauta. Isso é possibilitado por incentivos fiscais à inovação e à exportação para empresas de todos os portes (Eixo 3). Some-se a isso a diversidade de recursos para a concessão de bolsas que integram empresas a ICTs e as subvenções nas formas de “vouchers” e *grants* direcionados a alavancar *startups*. A combinação desses componentes – redução de perdas no sistema, competição, diversidade de instrumentos de C,T&I – leva à conclusão de que o SSI de energia canadense é denso. Mesmo no Quebec, onde vige a estrutura monopólica, as tarifas são menores que em algumas cidades de Ontário, podendo indicar que os investimentos obrigatórios em P&D&I e eficiência energética tenham reflexos na redução da tarifa.

No SSI de mineração canadense há articulação dos grupos de atores do Eixo 2 (agentes de P&D&I, organismos governamentais, provedores de bens minerais, fornecedores e associações) e um sistema legal (*free mining system*) favorável à exploração mineral, que combina harmoniosamente o direito à exploração com a necessidade de obtenção das licenças sociais (Eixo 3). A trajetória histórico-institucional do *free mining system* levou o Canadá a ser líder mundial em investimentos em exploração mineral e *global player* na exportação de minérios. Somadas as exportações de óleo e gás, o Canadá supera o Brasil nessa questão. O SSI de mineração canadense ainda traz um aspecto diferenciado em relação ao Brasil e à Alemanha: nele, o mercado financeiro alia-se à esfera produtiva, possibilitando o surgimento de *junior companies*. Com isto, tem-se que esse SSI também é denso.

A análise do SSI alemão de energia elétrica mostra que este país é o líder na produção tecnológica em energias renováveis e no desempenho do sistema elétrico (Eixo 1). A política de Estado *Energiewende* se reflete na articulação harmoniosa entre os atores (Eixo 2) e na institucionalidade legal favorável à inovação, no campo das energias renováveis (Eixo 3). Os organismos governamentais subvencionam médias empresas inovadoras que investem em P&D&I, seja no modelo de inovação fechada ou no de cooperação tecnológica, preferencialmente com a Sociedade Fraunhofer. Ademais, constata-se a diversidade de instrumentos de apoio a estudantes, internacionalização de empresas de energia elétrica e produção tecnológica substantiva. Nesse país, existe concorrência na geração, comercialização e distribuição de energia elétrica. A estrutura tarifária somada à legitimação da geração distribuída e aos incentivos tributários estimula o aparecimento de produtores independentes, inclusive entes da administração pública, como o município de Saerbeck. A rigor, qualquer *broker* pode “conectar-se” à rede e oferecer eletricidade à sociedade, porém, constataram-se casos de insolvência. Observa-se a densidade nesse SSI a partir da integração desses atores e institucionalidades voltados para a criação de base de conhecimento e capacidades tecnológicas em energias renováveis.

O SSI de mineração alemão não é denso. O país exporta pouco seus recursos naturais e a mineração tem menor valor adicionado do que nos outros três países avaliados. Inclusive, o Estado alemão subvenciona a descontinuidade da lavra do carvão em razão da mudança na matriz energética. Adicione-se o fato de as mineradoras terem baixa influência nesse SSI (Eixo 2), estando subordinadas a um marco legal (Eixo 3) o qual permite a cobrança de *royalties* altos, quando comparados aos valores do Canadá e Brasil, fator que impõe barreiras à entrada nesse mercado. Nesse SSI, o ponto de destaque é o acúmulo de capacidades tecnológicas construídas no século XIX durante a 2ª. Revolução Industrial, que engendraram um ecossistema de fornecedores exportadores de equipamentos para lavra.

Na Austrália, o Eixo 1 mostra a mitigação de perdas no sistema de 7% para 5% entre 2000 e 2011. O país fica atrás da Alemanha e do Canadá no depósito de patentes e nos investimentos em P&D&I. Quanto ao Eixo 2, cabe destacar a separação de papéis entre as agências. Enquanto a AER dá as diretrizes para os estados regularem a expansão e manutenção do sistema e do mercado (Eixo 3), a ARENA cumpre o papel de desenvolvimento técnico-econômico, ao fomentar projetos de P&D&I em energias renováveis. Embora não haja um ecossistema de



fornecedores de destaque, o ambiente institucional é favorável à geração distribuída e à competição entre os *brokers*. O SSI australiano de energia é denso.

Quanto ao SSI de mineração na Austrália, esse é caracterizado por alto volume de exportações e alto valor adicionado *vis-à-vis* os outros países (Eixo 1). Existe articulação entre os atores, especialmente entre agentes de P&D&I, provedores de bens minerais e fornecedores de sistemas e equipamentos (Eixo 2). Através do Eixo 3, demonstra-se a existência de instrumentos legais que possibilitam a exploração por empresas nascentes. Isso reduz as barreiras à entrada em tal mercado. Ao mesmo tempo em que o empreendedorismo exploratório é estimulado por arranjos institucionais (*joint-ventures* e *farm-in contracts*), há respeito legal ao patrimônio cultural local somado à obrigatoriedade de investimento na recuperação dos biomas, fomentando a inovação tecnológica em processos. Conclui-se que o SSI australiano de mineração é denso.

O Brasil tem uma matriz energética fundamentada em energias renováveis, mas nem por isso é líder na produção tecnológica nesse campo do conhecimento. Viu-se no Eixo 1 do SSI de energia que o Brasil investe crescentemente em P&D&I, todavia, o desempenho setorial brasileiro, medido pelo percentual de perdas no sistema, é pior que os percentuais dos demais países. No Eixo 2, nota-se protagonismo dos organismos governamentais e das empresas de energia elétrica no processo de inovação tecnológica na seguinte medida: a ANEEL obriga a investir em P&D&I, mas a estratégia de inovação das empresas se baseia na aquisição de tecnologias e isso fica claro ao observar-se a intensificação do déficit tecnológico brasileiro entre 2006 e 2012. O Programa de P&D&I da ANEEL estimulou a criação de redes de pesquisa entre concessionárias e ICTs, mas isso é insuficiente para desenvolver um ecossistema de *startups* e fornecedores de tecnologias para o Brasil. Ao se olhar para o Eixo 3, percebe-se a relevância de diplomas legais ambientais que empoderam a sociedade nos processos de aprovação de empreendimentos de grande impacto, sendo este um potencial direcionador de inovações tecnológicas. Existem políticas nacionais de C,T&I aplicáveis, mas não restritas, a este SSI, que envolvem incentivos à internacionalização e exportação, à proteção de invenções e concessão de bolsas. De posse da intensificação do déficit tecnológico nacional e do mau desempenho do sistema elétrico em relação ao dos outros países, conclui-se que a política tecnológica ainda não produziu efeitos nesse SSI. Portanto, esse SSI de energia não é denso.

De forma análoga, no SSI de mineração brasileiro, o volume produzido de patentes é inferior ao Canadá, Alemanha e Austrália. Considerando ainda o Eixo 1, o Brasil exporta mais que o

Canadá, mas o valor adicionado da mineração brasileira é menor frente aos valores gerados pelo Canadá e pela Austrália. Esse é um indicativo de que o Brasil exporta, mas não gera capacidades tecnológicas. As empresas de mineração investem em P&D, só que o perfil desse investimento está voltado para a concessão de bolsas de fomento a ICTs. Conforme analisado no Eixo 2, as empresas de mineração se preocupam com o desenvolvimento da cadeia de fornecedores, mas esses últimos não criaram capacidades suficientes para compensar o problema do déficit tecnológico brasileiro. A análise dos marcos legais (Eixo 3) permite depreender que o governo brasileiro acumula recursos financeiros de modo crescente através da captação da CFEM. Porém, ao se vislumbrarem os investimentos totais em exploração mineral, conclui-se que o Brasil investe pouco *vis-à-vis* países de menor tamanho. Com o novo marco legal, essa tendência acentuar-se-á, na proporção em que os *royalties* devidos pelas empresas aumentarão e a oferta pública de terras inibirá os investimentos privados em prospecção e exploração mineral. De modo geral, as políticas de C,T&I são importantes nesse SSI, mas têm pouca relevância prática no fortalecimento do ecossistema de fornecedores de intensidade tecnológica. Isto posto, conclui-se que o SSI brasileiro de mineração não é denso, quando comparado aos demais países analisados.

## Capítulo 5 - Gestão da Inovação nos Setores de Energia e Mineração e a Co-Evolução com os SSIs

### Introdução

O trabalho, a partir dos capítulos 2,3 e 4, caracterizou os SSIs de energia e mineração no Brasil, Canadá, na Alemanha e Austrália baseando-se nas análises das cadeias produtivas, dos indicadores de esforço e desempenho, atores e sua institucionalidade. Em termos comparativos, viu-se no marco analítico integrador que os SSIs brasileiros têm densidade relativamente baixa, mesmo considerando-se o tamanho desses setores no Brasil e os esforços de P&D&I que são conduzidos dentro e além dos marcos regulatórios.

Este capítulo propõe-se a adentrar no universo da gestão da inovação tecnológica em empresas brasileiras de energia e mineração (Vale, Samarco, CPFL, Cemig, Furnas e Eletronorte), a fim de compreender estruturas, processos, ferramentas e práticas de gestão e mostrar evidências da sua co-evolução com os SSIs brasileiros. Isto significa que o capítulo detalha a complexidade e busca entender a lógica de funcionamento da inovação tecnológica no âmbito organizacional, fazendo os devidos *links* com o macroambiente. Mostra-se aqui que a gestão da inovação tecnológica influencia e é influenciada pelos SSIs num processo de co-evolução, o qual prescinde do paradigma linear “estrutura – conduta – desempenho”, mencionado na introdução da tese.

A gestão da inovação organizacional co-evolui com os SSIs porque as empresas são os principais atores da dinâmica de inovação tecnológica. Isso ocorre através das estruturas de gestão da inovação que atuam como “vasos comunicantes” em relação ao macroambiente dos SSIs, ou seja, da governança, da estratégia, da cultura e dos recursos.

A governança decide sobre investimento, compra e produção na empresa. Essas decisões são comunicadas ao mercado através da estratégia mais adequada e afetam diretamente o progresso técnico em âmbito sistêmico, sendo capazes de causar movimentos contraditórios em um sistema, ora pautado na estabilidade e na inércia tecnológica, ora na mudança e na desestabilização de mercados e agentes. Da mesma forma, as organizações aprendem com as estruturas de mercado e tudo aquilo que acontece no macroambiente.

Em paralelo, a decisão sobre o desenvolvimento de novas tecnologias ou a aquisição do que está disponível no mercado não é apenas uma questão de estratégia, mas também de cultura

organizacional. É fundamental que o *board* da empresa tenha compromisso com a gestão da inovação para que seus processos e resultados sejam “levados a sério” pelas demais áreas de negócio e técnicas. Da mesma forma, a governança e o estilo de liderança impactam na cultura organizacional. Na empresa comprometida com a inovação, a cultura deve estar voltada para processos, pessoas, liberdade de criação, profissionalismo e pragmatismo. Bessant e Tidd (2009) ressaltam que a predominância de elementos comportamentais como orientação para processos (em oposição à “gestão para resultados”), foco no trabalhador (ao invés de “foco no trabalho”), profissionalismo (em oposição ao “personalismo”), controle moderado de atividades (ao invés do “controle rígido”) e pragmatismo (em oposição ao “normativismo”) são cruciais para o sucesso de uma cultura organizacional inovadora.

Os mecanismos de coordenação e gestão internos às organizações devem estar alinhados às opções estratégicas para levarem as organizações aos resultados pretendidos. Ainda assim, o risco e a incerteza podem conduzir as opções estratégicas ao fracasso, uma vez que nem sempre podem ser identificados e controlados. Nesse sentido, as empresas têm compartilhado o risco inerente à inovação através da formação de redes de P&D o que também é uma forma de interação com o macroambiente. Executar projetos de P&D, seja com redes de pesquisa ou em regime de inovação fechada, significa mobilizar e controlar recursos materiais e financeiros internos e externos à organização.

Inicialmente, esse capítulo faz uma revisão dos modelos de gestão da inovação presentes na literatura, fundamentando-se em Tidd, Bessant e Pavitt (2005); Adams, Bessant e Phelps (2006); Smith (2008); Quadros (2008); Gavira (2008); Bin e Salles-Filho (2012) e elenca todas as categorias encontradas, quais sejam, estruturas, processos e ferramentas da gestão da inovação. Esse levantamento é necessário para que se explorem os principais elementos constitutivos da gestão da inovação organizacional e, além disso, se verifique como as empresas fazem uso desses.

Posteriormente, o capítulo mapeia as estruturas, os processos e as ferramentas de gestão da inovação encontrados nas empresas estudadas pela autora, com o propósito de analisar a maturidade, completude, densidade dos modelos de gestão empregados pelas empresas *vis-à-vis* o que mostra a literatura de gestão da inovação. Tal mapeamento resulta do *multiple case study* conduzido pela autora da tese nas seis empresas de energia e mineração e mostra a estruturação da inovação tecnológica nessas empresas. Ressalte-se que o mapeamento aqui realizado

corresponde à intersecção dos elementos em comum às entrevistadas e procura refletir o *status quo* do macroambiente dos SSIs.

Em seguida, para reforçar a co-evolução, complementa-se esse mapeamento com a análise de indicadores das seis empresas selecionadas, os quais medem esforços de investimento em P&D&I, produção tecnológica, projetos de P&D&I e fluxos de conhecimento.

### 5.1. Modelos de gestão da inovação

A gestão da inovação torna-se macroprocesso essencial tanto na coordenação de redes de parcerias, quanto no gerenciamento de projetos e portfólios de P&D&I, bem como na mobilização de recursos para que as empresas e os demais atores participantes possam gerar novas tecnologias e complementaridades, além de ampliarem a base de conhecimento dos SSIs.

Destarte, apresentam-se seis modelos conceituais de gestão da inovação resumidos no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 - Modelos de gestão da inovação e escopo

Autor(es) de modelos de gestão da inovação	Escopo (objetivo)
Modelo 1: Adams, Bessant e Phelps (2006)	Medir a gestão da inovação a partir de: <i>inputs</i> ; gestão do conhecimento; estratégia de inovação; organização e cultura; gestão de portfólio; gestão de projeto; comercialização.
Modelo 2: Bin e Salles-Filho (2012)	Modelo de gestão da inovação está baseado nos processos evolucionários de busca e seleção.
Modelo 3: Tidd, Bessant e Pavitt (2005)	A inovação está fundamentada nos processos de busca, seleção e implementação da inovação, sendo que o aprendizado fornece estímulo de melhoria em cada um deles.
Modelo 4: Smith et al. (2008)	Explicar as estruturas condicionantes que influenciam a gestão da inovação: estilo de liderança e gestão; recursos; estrutura organizacional; estratégia corporativa; tecnologia; gestão do conhecimento e; colaboradores.
Modelo 5: Quadros (2008)	Explicar os processos e ferramentas do macroprocesso de gestão da inovação, formado por mapeamento/prospecção, ideação, alocação, seleção estratégica, implementação e avaliação.
Modelo 6: Gavira (2008)	Modelo baseado nos subprocessos de busca de ideias; determinação da estratégia; alocação de recursos; gerenciamento do relacionamento externo; desenvolvimento e gerenciamento de projetos; implantação da inovação; provimento do ambiente inovativo.

Fonte: elaboração própria.

O Modelo 1 de Adams, Bessant e Phelps (2006) sintetiza o processo de inovação em estruturas e suas medidas de avaliação, quais sejam, *inputs*, estratégia de inovação, organização e cultura e nos processos de gestão do conhecimento, gestão do portfólio, gestão de projetos e comercialização.

Os *inputs* são avaliados em relação à intensidade da P&D, volume de recursos materiais, humanos e financeiros necessários à geração de ideias.

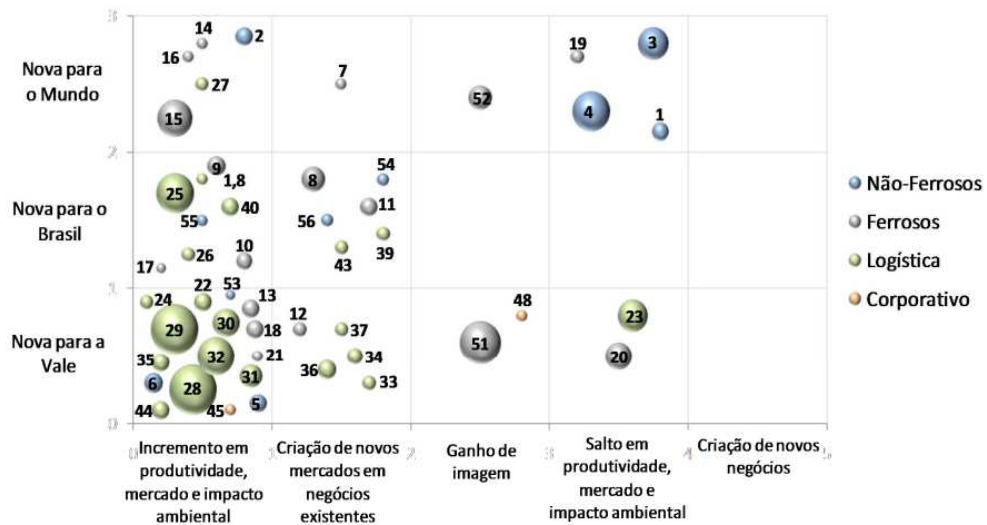
A gestão do conhecimento, quando contextualizada no macroprocesso de inovação, tem como medidas principais de avaliação a geração de ideias, capacidade de absorção e formação de redes (*networking*).

A estratégia de inovação refere-se ao comportamento organizacional face ao desenvolvimento de novos produtos e mercados.

Quanto à organização (governança) e cultura, a combinação desses dois elementos pode estimular ou atrapalhar o ambiente inovador. A gestão de portfólio, por sua monta, ajuda a empresa a escolher os melhores projetos por meio da comparação entre projetos e da utilização do *trade-off* entre risco e retorno em *charts* de visualização de projetos. A gestão de portfólio também se vale de modelos de pontuação (*scoring models*) e de classificação (*ranking*) dos projetos. Ela é feita em várias etapas de execução dos projetos e sua pontuação individual é dada por times de profissionais das áreas técnicas e de negócios das empresas.

A Figura 5.1 mostra a visualização dos projetos de P&D&I da Vale, executados em cooperação com instituições de pesquisa, além de possibilitar aos decisores vislumbrarem as áreas de maior concentração dos projetos. Usam-se como variáveis dos eixos desse *bubble chart* o grau de inovação dos projetos (eixo y) e sua contribuição qualitativa para a Vale (eixo x). Por sua vez, os tamanhos das bolhas são proporcionais aos orçamentos dos projetos e suas cores, às áreas corporativas por eles responsáveis. Como resultado, observa-se que a maior parte dos projetos está localizada no quadrante “nova para a Vale” e “incremento em produtividade, mercado e impacto ambiental”.

Figura 5.1 - Gestão de portfólio de P&D na Vale: comparação entre projetos segundo o impacto potencial da inovação *versus* contribuição do projeto para a empresa



Fonte: Vale (2011a), figura apresentada pela Gerência de Cooperação e Fomento (GCF).

A gestão de projetos diferencia-se da gestão de portfólio, pois a primeira é responsável pelo gerenciamento individualizado de uma ideia (pré-projeto) até que esta se torne uma inovação na própria empresa ou no mercado. Os componentes principais da gestão de projetos, segundo o modelo de Adams, Bessant e Phelps (2006) são: eficiência, uso de ferramentas, planejamento de comunicação e aproveitamento da colaboração. Algumas formas de mensurar a eficiência da gestão de projetos se dão através da velocidade com que a inovação chega ao mercado (*innovation speed*), da relação entre performance e cronograma de execução e da duração do projeto. A comercialização é a implantação da inovação, ou seja, no momento em que uma invenção é introduzida no mercado, a taxa de sucesso desta passa a depender de como a organização comunica o novo produto, bem como da chancela da demanda (Quadro 5.2).

Quadro 5.2 - Modelo de gestão da inovação de Adams, Bessant e Phelps

<b>Categorias (estruturas)</b>	<b>Formas de avaliação das categorias</b>
<i>Inputs</i>	Pessoas Recursos físicos e financeiros Ferramentas
Gestão do conhecimento	Geração de ideias Repositório de conhecimento Fluxos de informação
Estratégia de inovação	Orientação estratégica Liderança estratégica
Organização e cultura	Cultura Estrutura
Gestão de portfólio	Equilíbrio entre risco e retorno Uso otimizado de ferramenta
Gestão de projeto	Eficiência de projetos Ferramentas Comunicações Colaboração
Comercialização	Pesquisa de mercado Testes Marketing e vendas

Fonte: Adams, Bessant e Phelps (2006).

Portanto, alocação de recursos, gestão de projetos e de portfólio, estratégia, governança e cultura organizacionais são “controláveis” pelas organizações que buscam a inovação. No entanto, a seleção das empresas mais competitivas e inovadoras só acontece na instância de mercado.

Fundamentados no microambiente da organização e no macroambiente do mercado, Bin e Salles-Filho (2012) (Modelo 2), formulam seu modelo de gestão da inovação de busca e seleção, que fazem parte da abordagem evolucionária dos sistemas socioeconômicos: as empresas planejam a inovação através da gestão da P&D (busca), mas apenas o mercado é capaz de validar os seus resultados pela efetivação da demanda (seleção)<sup>42</sup>. Ora, a inovação é um processo dinâmico e intrínseco às empresas, sendo estas verdadeiros organismos vivos que competem para sobreviverem e crescerem. Assim como os ecossistemas naturais e sistemas físicos, o ambiente competitivo (mercado) pode ser considerado não ergódico, isto é, dados e informações oferecidos pelo tempo presente não são garantia quanto à correta previsão de acontecimentos futuros,

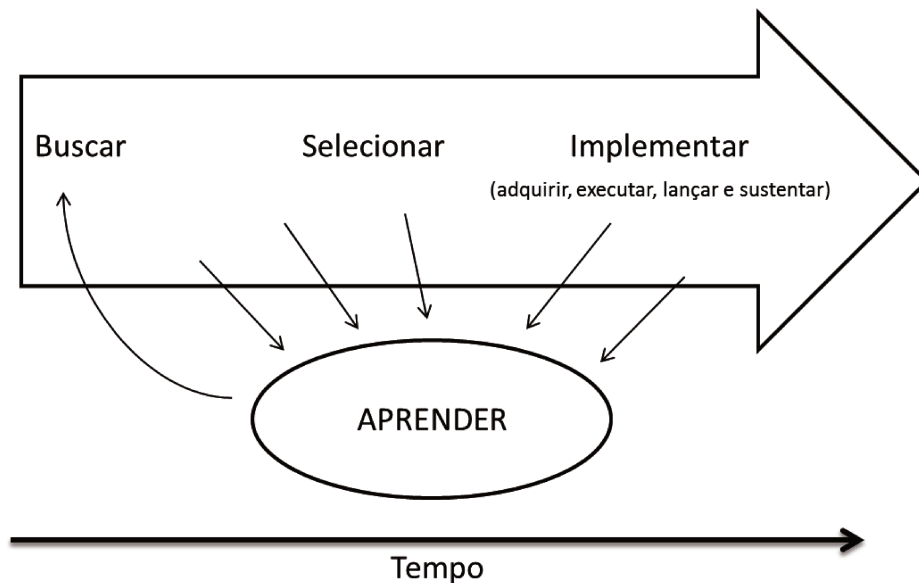
<sup>42</sup> Salles-Filho et al. (2007) identificam quatro tipos de demanda: a corrente, resultante de usuários que solicitam as pesquisas de novos produtos e serviços; a potencial, que precisa ser motivada para interessar-se pelos resultados da pesquisa; a derivada, produzida a partir de capacitações complementares não conhecidas *ex-ante* e; prospectiva, a ser gerada e motivada por pesquisas futuras.



podendo gerar novas combinações de oferta e demanda, ineficiência de mercados e até crises econômicas.

Tidd, Bessant e Pavitt (2005) (Modelo 3) constroem a gestão da inovação através dos processos de busca, seleção e implementação. Em cada um deles as organizações aprendem, seja com as parcerias estratégicas, relações de competição ou pesquisas de mercado. O aprendizado fornece estímulos tanto para melhoria nas competências organizacionais e nos processos internos quanto para a reinvenção da oferta de produtos e serviços. A busca significa a detecção de oportunidades tecnológicas e mercadológicas. Com o passar do tempo, a busca torna-se dirigida, o que pode ser uma barreira a inovações radicais. A fase de seleção depende da escolha das melhores oportunidades, a qual deve adequar-se à base tecnológica da empresa ou à sua competência. Segundo os autores, o fracasso da inovação acontece quando empresas tentam lançar produtos no mercado que não estejam aderentes à sua base de competência. Por fim, a implementação da inovação é a transformação de ideias potenciais em realidade mediante a combinação de diversos tipos de conhecimento (Figura 5.2).

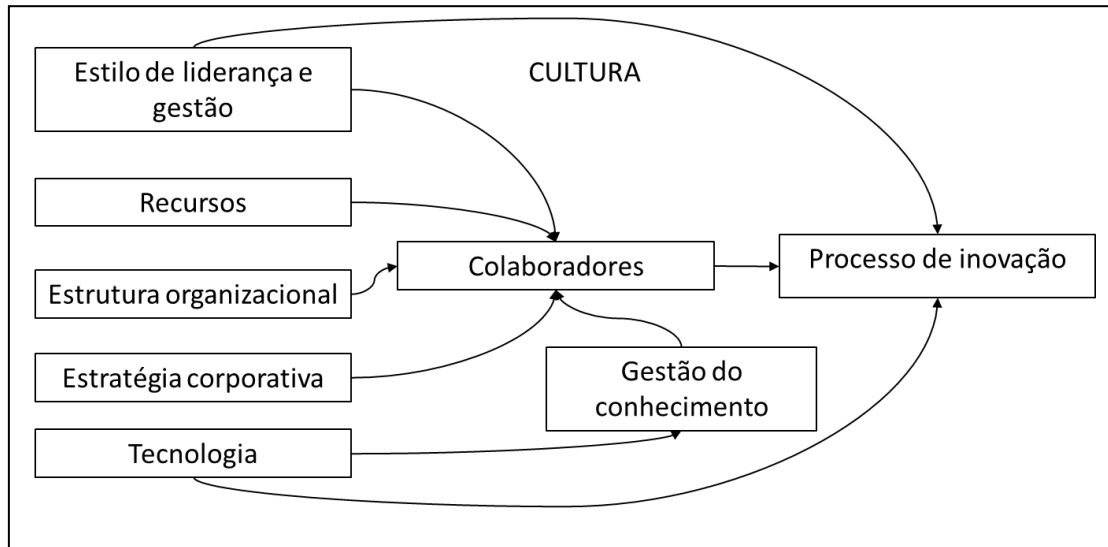
Figura 5.2 - Gestão da inovação segundo Tidd, Bessant e Pavitt



Fonte: Tidd, Bessant e Pavitt (2005).

O Modelo 4 de Smith et al. (2008) aborda a interligação das estruturas da gestão da inovação nas organizações (Figura 5.3).

Figura 5.3 - Modelo de estruturas da inovação



Fonte: Smith et al. (2008).

O primeiro deles é o estilo de gestão e liderança, que deve estar atrelado ao provimento de liberdade criativa e condições materiais para os colaboradores explorarem novas ideias. No modelo, realça-se a articulação entre estrutura, estratégias e colaboradores. As estratégias devem ser comunicadas corretamente de modo *top-down*, a fim de direcionarem as ideias criativas dos colaboradores em prol do cumprimento dos objetivos de negócio das organizações. A relação entre estrutura organizacional e colaboradores reforça a necessidade de trabalho em times de projeto para o alcance de resultados mais inovadores. Ainda, as tecnologias são artefatos usados na gestão do conhecimento, permitindo armazenamento, acesso compartilhado e codificação das informações entre os colaboradores. A cultura organizacional é um elemento transversal que permeia todos os demais fatores condicionantes da inovação. Segundo os autores, a cultura inovadora é caracterizada por criatividade, preferência pelo risco e compartilhamento de informações.

Quadros (2008) (Modelo 5), ao estabelecer os processos e as ferramentas de gestão da inovação, aproxima-se das atividades compreendidas no círculo da qualidade PDCA (*Plan-Do-Check-Act*): planejamento, execução, verificação e ação. O modelo de Quadros (2008) foca-se nos seguintes processos: 1) prospecção tecnológica; 2) geração de ideias; 3) mobilização de fontes internas e externas; 4) seleção estratégica de projetos; 5) implementação e; 6) avaliação *ex-post*. Nesse

sentido, o planejamento compreende os quatro primeiros processos, enquanto a ação significa a implementação dos projetos e a verificação é a avaliação *ex-post* de resultados (Figura 5.4).

Figura 5.4 - Modelo de gestão estratégica da inovação tecnológica de Quadros



Fonte: Quadros (2008).

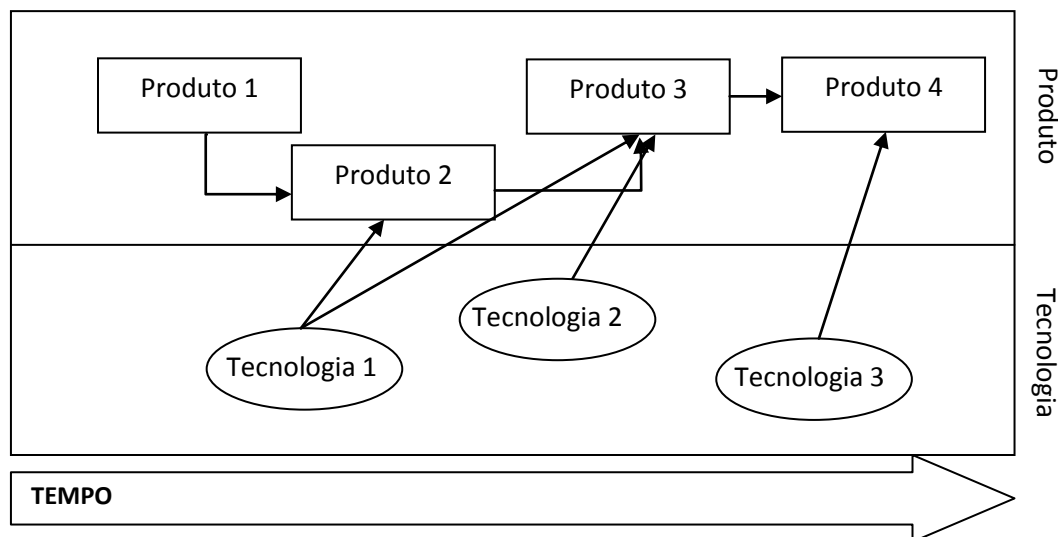
A prospecção tecnológica pressupõe a utilização de ferramentas de inteligência competitiva capazes de identificar oportunidades de mercado, tecnologias e potenciais riscos. A ideação trabalha a concepção de pré-projetos derivados das oportunidades identificadas, sendo este processo suportado por bancos de ideias, que podem ser alimentados por funcionários e parceiros externos à empresa.

Enquanto isso, a mobilização de recursos compreende como principal ferramenta o mapeamento de competências internas e externas (banco de competências). Essa mobilização significa também a tomada de decisão por parte da empresa com respeito à localização, terceirização ou internalização de atividades de P&D.

A seleção estratégica de projetos acontece através da aplicação de *roadmaps* tecnológicos e da gestão de portfólio. Nesse contexto, a ferramenta de *roadmaps* tecnológicos provê os caminhos de desenvolvimento de novos produtos, tecnologias e processos representados ao longo do tempo

por camadas (PHAAL; FARRUKH; PROBERT, 2004). Cada camada emprega uma sequência de recursos tangíveis ou intangíveis necessários aos novos desenvolvimentos (Figura 5.5).

Figura 5.5 - Modelo em camadas do *roadmap* tecnológico



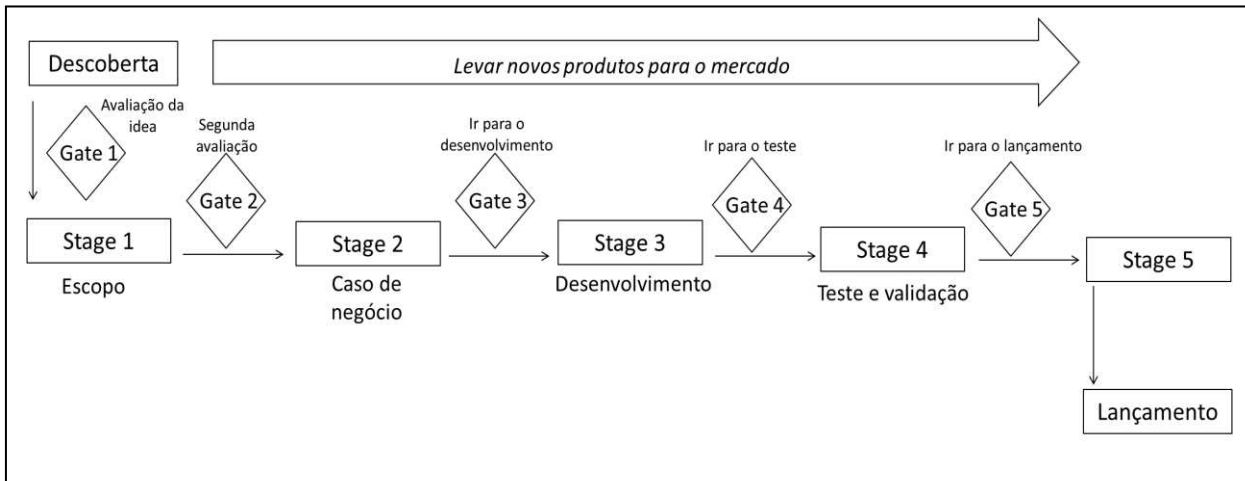
Fonte: Modificado de Phaal, Farrukh e Probert (2004).

O processo de implementação de projetos é principalmente apoiado por ferramentas de gerenciamento de risco como os *stage-gates*, funis de inovação, o uso de incentivos fiscais e fontes de financiamento e o gerenciamento da propriedade intelectual.

Em particular, a ferramenta de *stage-gate* desenvolvida por Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2002) prioriza o desenvolvimento de novos produtos (*New Product Development*, NPD) que passam por diversos estágios (*stages*) intermediados por crivos de avaliação (*gates*) (Figura 5.6). Os estágios compreendem a maturação da ideia (estágio 1), a concepção do plano ou modelo de negócios<sup>43</sup> (estágio 2), o desenvolvimento propriamente dito (estágio 3), as etapas de teste e validação (estágio 4) e o lançamento no mercado (estágio 5). Observe-se que no estágio 2 a ideia torna-se um projeto. Em cada um dos *gates* existem avaliações realizadas por grupos de profissionais com perfis distintos, capazes de julgar critérios técnicos e econômico-financeiros segundo escalas pré-definidas.

<sup>43</sup> O plano de negócios é mais detalhado e específico do que o modelo de negócios. O primeiro é composto por insumos que, juntos, definem a viabilidade técnico-econômica de uma empresa, produto ou serviço: análise do mercado-alvo; equipe de recursos humanos; estratégia de marketing e comunicação; análise de *payback* e valor presente líquido. Por seu turno, o modelo de negócios consiste na “forma de empacotar” produtos e serviços, de maneira que seu valor seja perceptível ao cliente (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011).

Figura 5.6 - Ferramenta de *stage-gate* de desenvolvimento de novos produtos



Fonte: Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2002).

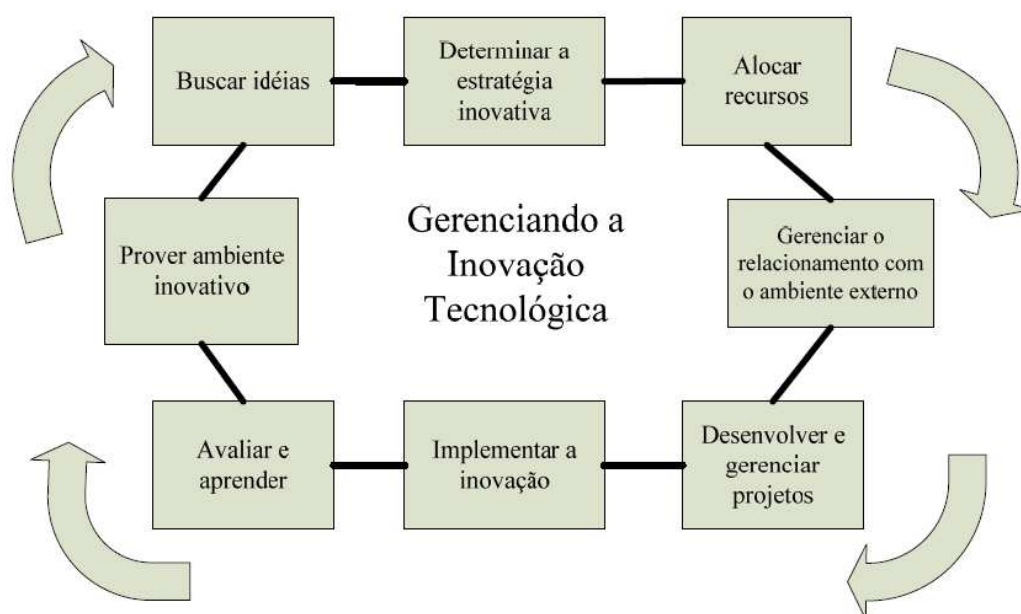
Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2002) sugerem uma lista de critérios de avaliação, os quais devem ser pinçados e utilizados em cada um dos estágios de acordo com o planejamento estratégico da empresa, tais como viabilidade técnica, atendimento às exigências ambientais, atratividade de mercado e período de *payback*. Por exemplo, se a sustentabilidade socioambiental faz parte da missão organizacional, o critério “atendimento às exigências ambientais” deverá ser usado para avaliação nos *gates* iniciais, seja para julgar ideias (estágio 1) ou projetos (estágio 2), tornando-se eliminatório no processo de decisão de tipo *go or kill*. Cabe destacar que a ferramenta de Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2002) fornece elementos importantes para gerenciar o desenvolvimento de novos produtos passo a passo de maneira linear, desconsiderando os *feedback loops* inerentes ao aprendizado. Para Kline e Rosenberg (1986), esses consistem nas interações e adaptações existentes entre o mercado e as empresas, as quais interferem de maneira não-linear no processo de inovação, indo do final para o início das etapas de desenvolvimento de novos produtos.

Por fim, no modelo de Quadros (2008), a avaliação envolve a criação de métricas de resultados dos projetos de P&D como número de patentes e artigos científicos, o lançamento de novos produtos no mercado, receita auferida com *royalties*, número de contratos de transferência de tecnologia, dentre outras. Os resultados da avaliação, expressos através das métricas, auxiliam na revisão dos processos de mapeamento e prospecção, mobilização de recursos e seleção

estratégica de projetos. Quadros (2008), em sua modelagem, também evoca os papéis relevantes das pessoas, governança, organização e dos recursos materiais (infraestrutura e dinheiro) e humanos para a concepção de um microambiente favorável à inovação.

Semelhantemente, Gavira (2008) (Modelo 6) decompõe a gestão da inovação tecnológica nos processos de: 1) busca de ideias; 2) determinação da estratégia de inovação; 3) alocação de recursos; 4) gerenciamento do ambiente externo (formação de parcerias); 5) desenvolvimento e gerenciamento de projetos; 6) implementação da inovação; 7) avaliação *ex-post* e; 8) aprendizado. A inovação neste modelo é tratada como um ciclo iterativo, em que o aprendizado acontece em todas as fases da gestão. O emprego de ferramentas e técnicas formais ou informais (análise de conteúdo de patentes, valoração de tecnologias, *benchmarking* e *brainstorming*) possibilita a execução de todos esses processos com eficácia, mas isto varia em função de cultura organizacional, responsabilidades, capital e tamanho da empresa (Figura 5.7).

Figura 5.7 - Modelo de gestão da inovação segundo Gavira



Fonte: Gavira (2008).

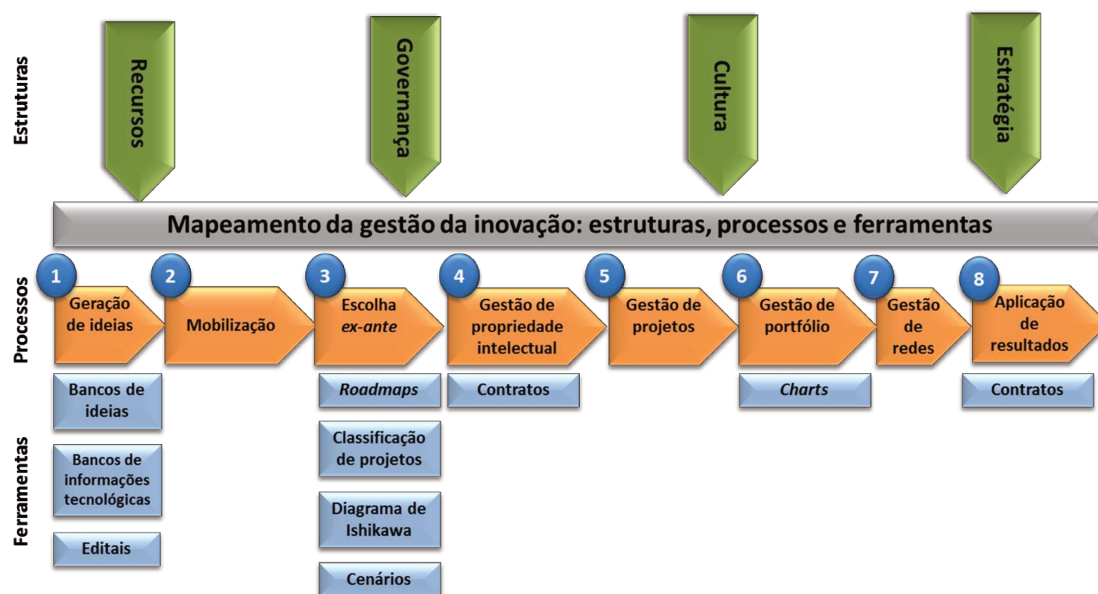
O estudo dos modelos de gestão da inovação permite identificar padrões (estruturas, processos e ferramentas) que se repetem na literatura. Os Modelos 2, 3, 5 e 6 (BIN; SALLES-FILHO, 2012; TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005; QUADROS, 2008; GAVIRA, 2008) supramencionados preocupam-se em explicar processos e ferramentas, enquanto o Modelo 4 (Smith et al., 2008) detalha as estruturas da inovação e, o Modelo 1 (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006) combina processos com as estruturas.

## **5.2. Resultados dos estudos de caso e mapeamento de estruturas, processos e ferramentas**

Esse item mapeia a gestão da inovação tecnológica nas empresas, fundamentando-se nas respostas dadas pelos entrevistados e nas práticas e rotinas comuns. Essas podem ser endereçadas aos modelos da literatura vistos anteriormente, desdobrando-se em três vetores (Figura 5.8):

- **Estruturas (fatores determinantes):** estratégias (competitivas, tecnológicas e de inovação), governança, disponibilidade de recursos e cultura organizacional;
- **Processos (ações):** geração de ideias, mobilização de recursos, escolha *ex-ante* de projetos, gestão de projetos, gestão de portfólio, gestão de redes, gestão da propriedade intelectual e aplicação (ou comercialização) de resultados;
- **Ferramentas (meios):** editais, bancos de ideias, *charts* de gestão de portfólio, bancos de informações tecnológicas e *roadmaps* tecnológicos.

Figura 5.8 - Mapeamento da gestão da inovação nas empresas da amostra



Fonte: elaboração própria.

### 5.2.1. Estruturas

Nesse item, verificam-se evidências de interações entre as empresas com o macroambiente dos SSIs através da mobilização e captação de recursos (internos e externos às empresas), decisões sobre a execução dos projetos de P&D&I (governança), desafios à implantação de P&D&I (cultura) e estratégias.

As empresas de energia e mineração têm mobilizado recursos financeiros significativos para investirem em P&D&I e não fazem isto sozinhas, ou seja, engajam atores externos e formam redes de pesquisa, que contam com a presença de universidades, conforme o mapeamento dos projetos do item 5.3 deste capítulo.

As empresas estudadas usam recursos próprios para comporem o orçamento de P&D&I. Duas delas publicam editais em parcerias com agências de fomento, as quais provêm contrapartidas financeiras, a fim de aumentarem o volume total de recursos dedicados à pesquisa. Ademais, as empresas entrevistadas – à exceção de duas – utilizam-se da Lei do Bem para abaterem os investimentos em P&D&I do imposto de renda. Importante notar que, quando da realização das entrevistas, os recursos de órgãos financiadores da inovação como a FINEP não eram usados



pelas empresas da amostra; uma delas apontou como motivo da não-utilização a dificuldade associada ao tempo de aprovação de projetos e à liberação de recursos.

Para as empresas da amostra, a principal vantagem de constituir redes de pesquisa reside na possibilidade de absorver o conhecimento residente na fronteira científico-tecnológica através da parceria externa com ICTs:

*“A chance de trabalhar com instituições e centros de pesquisa é maravilhosa para conhecer o que está se fazendo no país. Essa é a grande vantagem. Quando há uma fragilidade na equipe mas o projeto é interessante, juntam-se esforços entre instituições através das redes”.* (Gerente de P&D, empresa A)

O maior impacto das parcerias de pesquisa é a criação de capacidades tecnológicas para os dois lados. Da ótica das empresas, verificam-se resultados de P&D&I aplicados em suas operações para reduzirem custos de manutenção e operação, além da composição de laboratórios de pesquisa que servem para a realização de ensaios e testes. Do ponto de vista da formação de Recursos Humanos, os gestores de projetos acabam por fazer especialização, mestrado e doutorado nas universidades dessas redes sobre os temas dos projetos que coordenam. As empresas do setor elétrico entrevistadas se valem desta oportunidade de capacitação para recrutarem e premiarem gerentes de projetos, normalmente oriundos de outras unidades organizacionais que não a área de gestão da inovação tecnológica.

Em oposição à criação de capacidades tecnológicas, a gestão das redes de pesquisa traz como desafios relatados os diferentes prazos, objetivos e motivações das universidades e empresas entrevistadas. De acordo com Britto Cruz (1996), a universidade, que visa a formar profissionais e fazer pesquisa, precisa de mais tempo para concluir projetos. A empresa, por seu turno, exige maior rapidez na resolução de problemas. A universidade, muitas das vezes, busca o conhecimento desinteressadamente e por isso faz pesquisa básica, ao passo que a empresa orienta-se para resultados, focando-se em pesquisa aplicada e no desenvolvimento experimental. Ainda, uma empresa entrevistada mencionou a demora na contratação das universidades como problema adicional que atrasa a gestão de projetos de pesquisa:

As legislações das universidades são diferentes entre si, cada uma tem relação diferente com a empresa, além de timings de entregas diferentes. As universidades dificultam a contratação e, além disto, a pesquisa delas

tem cunho muito acadêmico. Houve avanços, agora elas estão tentando fazer a ligação com a empresa. (Gerente de P&D, empresa B)

No setor elétrico, a mudança do marco regulatório de 2008 conferiu maior celeridade na aprovação de projetos, pois as empresas não precisam mais esperar a abertura e o encerramento dos ciclos da ANEEL, sendo que os projetos podem ser iniciados a qualquer época do ano.

No tocante à governança, as empresas têm áreas de gestão da inovação tecnológica que são únicas e ocupam posições estratégicas no organograma, pois estão diretamente subordinadas aos níveis de diretoria, superintendência ou presidência. O roteiro de questões elaborado limitou-se a estudar a inovação tecnológica, uma vez que a amplitude conceitual de inovação pode abordar atribuições organizacionais das unidades de marketing e comunicação, o que fugiria ao escopo deste trabalho.

O fato de as áreas de gestão da inovação tecnológica serem únicas nas empresas é indicativo de que não há duplicidade dessas atividades. Todos os entrevistados relataram que suas áreas cuidam de projetos de P&D&I de natureza mais radical, ao passo que os projetos de inovação incremental são conduzidos por outras unidades organizacionais de maneira difusa, como as de engenharia e marketing:

*“A estrutura da nossa área é interessante, pois retiraram-se das unidades operacionais processos que antes não faziam parte de suas rotinas. A nossa área não está só voltada para alternativas energéticas, ela tem uma visão de projetos disruptivos.”* (Gerente de P&D, empresa D)

De maneira geral, as áreas de inovação tecnológica se veem como núcleos de captação de ideias, gestão de projetos mais disruptivos e proteção à propriedade intelectual. O Quadro 5.3 resume as principais funções das áreas de gestão da inovação.

Quadro 5.3 - Descrição das principais atribuições das áreas de gestão da inovação por empresa

<b>Empresa</b>	<b>Principais atribuições</b>
A	Prospecção de novas tecnologias e elaboração de cenários com possíveis oportunidades e ameaças para a empresa, gestão do portfólio de P&D&I, proteção de inventos e gestão de parcerias.
B	Elaboração do planejamento, acompanhamento das atividades da P&D&I, proteção da propriedade intelectual, incentivo à inovação e divulgação do retorno sobre o investimento à inovação.
C	Desenvolvimento de projetos e tecnologias para atender à visão de longo prazo da empresa.
D	Criação de estratégias de captação de ideias, seleção e priorização de projetos.
E	Prospecção de ideias e escritório de gestão de projetos de P&D&I.
F	Captação de ideias, acompanhamento e avaliação <i>ex-post</i> de projetos; núcleo de inovação tecnológica com proteção do conhecimento voltada para todas as áreas da empresa.

Fonte: elaboração própria.

Outro ponto importante é que, exceto em um dos casos, as empresas entrevistadas contam com o suporte de comitês de P&D&I, os quais possuem duas funções precípuas:

- 1) Aprovação de ideias ou projetos e;
- 2) Acompanhamento dos portfólios de projetos de P&D&I.

Esses comitês têm formação multidisciplinar e envolvem outras diretorias ou superintendências das empresas pesquisadas. Portanto, atuam como *gates* de aprovação e acompanhamento do portfólio. A participação de diversos atores das unidades organizacionais fortalece a inovação tecnológica nas empresas de energia e mineração, na medida em que confere maior objetividade na seleção dos projetos e alinha-os à estratégia de negócios. Com isto, a atuação destes comitês tem se mostrado cada vez mais estratégica ao direcionar a geração de ideias, a qual passa a ser cada vez menos espontânea e ofertista e mais induzida e alinhada às demandas da governança expressas no planejamento estratégico. Isso significa que as empresas passam a “comunicar” às redes de pesquisa o que querem.

Os gestores de inovação das empresas de energia elétrica reportaram que no início do programa da ANEEL, as ICTs de modo geral ofereciam projetos de P&D&I que resultavam em metodologias (em sua maioria) e redundavam em publicações científicas. Após o marco regulatório de 2008, as empresas começaram a entregar para o órgão regulador planejamentos de P&D&I, o que as obrigou a definir temas para a captação de ideias.

Desta maneira, as empresas passaram a identificar oportunidades tecnológicas, combinando suas estratégias de inovação, normalmente baseadas na compra de equipamentos e sistemas de fornecedores, com estratégias tecnológicas oportunistas. Em termos de opções estratégicas, isso representa maior pró-atividade das empresas (“segurador” e “conspirador”), em detrimento de escolhas reativas (“avestruz” e “bombeiro”). Em duas das empresas entrevistadas, antes de haver processos estruturados de gestão da inovação, os profissionais da área de suprimentos comunicavam aos fabricantes fornecedores suas necessidades ou mesmo desenvolviam conjuntamente projetos de P&D&I. Ao final, os fornecedores patenteavam os resultados, figurando como únicos proprietários dos inventos.

Destaque-se que três das organizações entrevistadas inseriram a sustentabilidade socioambiental em suas estratégias competitivas e de inovação, tornando-a tanto um tema para captação de ideias quanto um critério de seleção de projetos P&D&I:

*“A preocupação com a sustentabilidade por conta do Índice de Sustentabilidade não nos deixa aprovar projetos poluentes. Tínhamos um projeto muito bom, mas a empresa proponente estava envolvida em denúncias ambientais e por isso não foi aprovado.”* (Gerente de P&D, empresa D)

No caso de uma das empresas entrevistadas, a área de inovação tecnológica está subordinada à diretoria de sustentabilidade.

As atividades técnicas de P&D&I são executadas e gerenciadas por laboratórios ou unidades de engenharia de manutenção e operação (muitas vezes chamadas de “regionais”), não estando funcionalmente subordinados à área de gestão da inovação. Assim, a P&D&I dessas empresas está “espalhada” de acordo com as competências das unidades organizacionais, mas a seleção de projetos, a mobilização de recursos e o gerenciamento do portfólio são de responsabilidade das áreas de gestão da inovação e dos comitês. No caso das empresas do setor elétrico, a centralização da gestão da P&D&I em apenas uma área é consequência da necessidade de se ter apenas um interlocutor que se responsabilize perante a ANEEL pelo acompanhamento físico-financeiro dos projetos do Programa.

O mapeamento da cultura de inovação nessas empresas foi possível através do questionamento acerca dos desafios internos do gerenciamento da inovação tecnológica. Verificaram-se “sinais” de uma cultura empresarial ainda resistente à inovação devido aos seguintes motivos:

- 1) No caso do setor elétrico, grande parte das unidades organizacionais ainda enxerga a inovação como uma obrigação legal da ANEEL;
- 2) Rentabilidades obtidas com a comercialização das *commodities* fazem as empresas de energia e mineração acreditarem que a inovação tecnológica seja importante, mas não estratégica;
- 3) A resistência interna no convencimento quanto aos benefícios das tecnologias impede a implantação de projetos de P&D. A resistência ocorre devido ao risco tecnológico que os projetos oferecem;
- 4) A mentalidade das unidades organizacionais é de obtenção de resultados de curto prazo, quase sempre incompatível com atividades de P&D&I.

Como táticas para a criação de uma cultura inovadora as empresas citaram a divulgação dos resultados de projetos de grande envergadura para a mídia e a realização de fóruns tecnológicos periódicos com as áreas de engenharia, a fim de estimularem a adoção dos inventos. Duas das áreas de inovação das empresas entrevistadas possuem profissionais exclusivamente dedicados à divulgação dos benefícios da P&D e à organização desses fóruns.

Em síntese, as empresas relataram a preocupação da governança empresarial com a P&D&I, tanto que há comitês gestores aprovadores de projetos. Elas mobilizam recursos através de parcerias externas, mas não conseguem captar subvenções, tampouco financiamento para a P&D&I em órgãos de fomento devido ao longo tempo de aprovação dos projetos. Isso mostra como a desarticulação entre os atores dos SSIs impacta de forma negativa na disponibilidade de recursos dentro das empresas. O máximo que elas conseguem fazer (duas) é lançar editais conjuntos com as FAPs para ampliarem o total disponível e com isso concederem mais bolsas de pesquisa. Ainda, os respondentes trouxeram à luz o desafio de lidarem com ICTs, reforçando a desarticulação entre os atores dos SSIs: empresas querem resultados tecnológicos, ICTs visam a publicações científicas. O perfil resistente da cultura empresarial aponta para o fato de as empresas preferirem comprar tecnologias de fornecedores externos a desenvolverem P&D&I, dificultando a ampliação da base de conhecimento e a geração de capacidades tecnológicas nos respectivos SSIs. Por esses motivos, os SSIs brasileiros, que não são densos, se refletem nas estruturas de gestão da inovação e vice-versa.

### 5.2.2. Processos e ferramentas

O questionamento acerca das principais atribuições das áreas de gestão da inovação tecnológica objetiva compreender as suas missões no contexto organizacional (o que são), ao passo que a questão de levantamento de processos detalha como as áreas transformam ideias em resultados aplicáveis, sejam no contexto do mercado ou em seus processos internos.

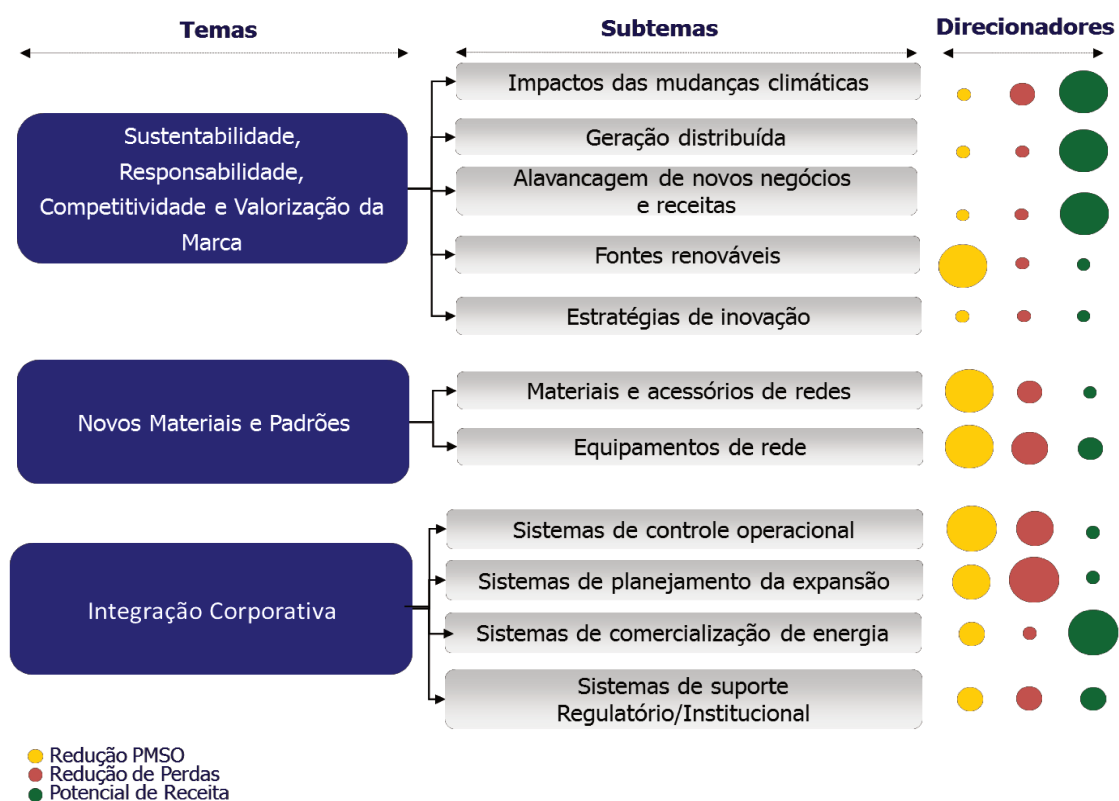
Nesse sentido, observa-se que as empresas entrevistadas têm oito processos em comum: geração de ideias, escolha *ex-ante* de projetos, mobilização de recursos, gestão da propriedade intelectual, gestão de projetos, gestão de portfólio, gestão de redes e aplicação de resultados. Os sete primeiros fazem parte do que os evolucionistas chamam de busca, pois são “elementos controláveis” e sua execução permanece no âmbito da organização. Embora no modelo evolucionista de Bin e Salles-Filho (2012) a seleção ocorra na instância do mercado, cabe estendê-la também para o ambiente interno das empresas, mais especificamente ela pode acontecer no processo de aplicação dos resultados de P&D nas operações.

Via de regra, as empresas de energia e mineração licenciam seus produtos para terceiros em alguns poucos casos, portanto os resultados da P&D&I são para uso próprio. Segundo relatado nas entrevistas, a seleção ocorre porque os resultados dos projetos “concorrem” com substitutos oriundos de outros fornecedores externos às redes de pesquisa. Observa-se que a concorrência entre os produtos de P&D e os substitutos advém da cultura de resistência interna e da mentalidade das potenciais áreas-fim dos produtos, pois estas precisam resolver seus problemas com rapidez e não se mostram dispostas a esperar a finalização dos projetos. As concessionárias de energia evitam fazer licenciamentos das tecnologias geradas por causa da entrada das receitas com *royalties*, que é contabilizada nos ciclos de revisão tarifária e resulta em tarifas menores (perda de receita).

Verificou-se que para as áreas de inovação a geração de ideias é um processo induzido que acontece em dois momentos. No primeiro momento, profissionais da própria empresa trazem problemas operacionais às áreas de gestão da inovação para serem resolvidos por meio da pesquisa; isto pode ocorrer durante as reuniões dos comitês de inovação, dos fóruns tecnológicos ou do simples envio de formulários de demanda dos colaboradores às áreas de inovação. No segundo momento, a área de inovação define os temas de P&D&I e lança editais voltados para captação de ideias e parceiros externos.

A Figura 5.9 ilustra um caso de definição de temas, subtemas de P&D&I e os seus direcionadores. Os temas refletem as demandas internas e a estratégia de negócios da empresa E (2009-2013); os subtemas servem para limitar o escopo das chamadas de editais e os direcionadores apontam as variáveis a serem impactadas pelos resultados da P&D&I. Neste caso, os projetos propostos devem reduzir PMSO (P – pessoal; M – material; S – serviços de terceiros; O – outras despesas), mitigar perdas comerciais e técnicas ou aumentar o potencial de receita da empresa.

Figura 5.9 - Temas e subtemas balizadores de chamadas de editais (geração de ideias)



Fonte: Empresa E.

Três das empresas pesquisadas também possuem sistemas de incentivo, materializados em concursos para premiação de ideias inovadoras de colaboradores internos e proponentes externos. A geração de ideias é suportada por ferramentas como editais, bancos de informações tecnológicas e bancos de ideias. Os editais servem para comunicar ao mercado e à rede de

pesquisa os temas dos projetos de P&D, estando baseados nas demandas internas das áreas e, portanto, nas estratégias tecnológicas e de negócios das empresas.

Os bancos de informações tecnológicas correspondem às bases de dados de notícias, artigos científicos e patentes. As empresas entrevistadas fazem uso estruturado dessas fontes de informações para compreenderem o estado da arte de suas áreas de atuação. Em outras palavras, a utilização estruturada dessas fontes de informação é a inteligência tecnológica, materializada nas seguintes rotinas:

- 1) Monitoramento contínuo de informações para busca de oportunidades de parcerias e indução de ideias;
- 2) Montagem de indicadores, *rankings* e métricas mediante a organização e o agrupamento de dados contidos nas bases de dados de patentes e artigos. Essa organização é viabilizada por busca prévia de palavras-chave de interesse da empresa permitindo, por exemplo, a identificação do número de patentes com inventores nacionais, das principais ICTs depositantes, dos países e das empresas com maior número de patentes concedidas, dentre outros.

Os bancos de ideias são ferramentas que viabilizam a coleta, a busca e o julgamento *ex-ante* das ideias por critérios pré-determinados, permitindo sua posterior priorização. Esses critérios são dependentes das motivações das empresas para inovar, portanto, podem estar atrelados às dimensões socioambiental, econômica e regulatório-institucional, estudadas no capítulo 2. Nesse sentido, os bancos de ideias funcionam com o auxílio de portais, diferenciando-se das ferramentas de gestão de portfólio, uma vez que essas últimas avaliam projetos em andamento com orçamento estabelecido.

Os bancos recebem as ideias e distribuem-nas para que os avaliadores façam o seu julgamento e atribuam-lhes pontos segundo escalas previamente conhecidas. Por exemplo, a empresa A utiliza como critérios para julgamento de ideias: a) alinhamento estratégico da ideia; b) potencial de aumento de receitas; c) potencial de redução de despesas de capital; d) potencial de redução de despesas operacionais; e) impacto ambiental; f) impacto na segurança do trabalhador e; g) risco tecnológico.

Posteriormente, mobilizam-se recursos financeiros e humanos para determinar a dotação orçamentária das empresas. De posse da dotação orçamentária, é feita a seleção *ex-ante* dos melhores pré-projetos apresentados na fase de ideação, através de metodologias de classificação e da construção de diagramas de Ishikawa, *roadmaps* tecnológicos e, em raros casos, cenários.



A propriedade intelectual tem início no momento da contratação dos parceiros externos e se desdobra em contratos de divisão de direitos entre os titulares de potenciais patentes geradas. Conforme a análise de indicadores patentários no item 5.3, as empresas tendem a não compartilhar direitos de propriedade com seus parceiros, isto é, elas costumam deter 100% da titularidade dos depósitos de patentes. No caso das empresas públicas, essas relataram que apenas podem compartilhar a titularidade das patentes geradas se houver contrapartida financeira dos parceiros da rede:

Como somos uma empresa pública, nós só podemos compartilhar os direitos de propriedade decorrentes da pesquisa com os parceiros se houver contrapartida financeira. Caso contrário, ficamos com 100% da propriedade intelectual, senão o Tribunal de Contas da União vem nos questionar. (Gerente de P&D, empresa A)

O *priority setting* e a seleção de projetos em P&D, embora sejam bem desenvolvidos, são feitos pelas empresas de forma simples. O principal método de seleção de projetos é baseado em planilhas que combinam múltiplos critérios, tais como os relacionados com retorno do investimento, impacto nos processos operacionais, desenvolvimento de novos negócios, etc. Aplicam-se pontuações em escalas semânticas e em seguida calculam-se médias, medianas ou outras formas de priorização. Não há emprego sistemático de algoritmos de apoio à decisão mais elaborados, como os softwares multicritério, programação inteira, surpresa potencial e outros que vêm sendo aplicados tanto à seleção quanto ao monitoramento da carteira de projetos.

A construção de diagramas de Ishikawa é por vezes empregada como parte da seleção dos projetos e induz ao planejamento de tecnologias para o curto prazo. Na formulação de *roadmaps* tecnológicos, por sua vez, as camadas de produtos, tecnologias e recursos são elaboradas a partir da combinação de informações dos bancos de dados, oriundos da captação de ideias, com opiniões de especialistas. Os *roadmaps* tecnológicos selecionam os caminhos que as empresas devem seguir no futuro, ajudando assim na definição dos principais projetos de sua carteira para curto e médio prazos. Duas das empresas entrevistadas realizam exercícios de cenários tecnológicos *ad hoc*, voltados para preverem suas trajetórias tecnológicas de longo prazo (10 anos ou mais). Somente duas fazem esse exercício porque os cenários tecnológicos envolvem encontros de especialistas e demandam recursos financeiros significativos. As demais não têm

práticas semelhantes, revelando um nível relativamente baixo de maturidade dos processos de gestão da inovação.

Na visão das áreas entrevistadas, a gestão de projetos representa o acompanhamento físico-financeiro dos mesmos, isto é, o gerenciamento de prazos e recursos financeiros. De fato, o gerenciamento técnico-executivo é realizado pelas áreas que propõem ou “adotam” o projeto. Dado o desafio de gerenciamento de projetos em que participam universidades, uma das empresas entrevistadas propôs como oportunidade de melhoria a promoção de cursos de capacitação em gestão de projetos voltada para os atores de sua rede de pesquisa.

A gestão de portfólio é uma consequência da necessidade do acompanhamento físico-financeiro de um conjunto de projetos. Significa avaliá-los do ponto de vista de sua execução e compará-los usando critérios que podem ser os mesmos do julgamento de ideias, como por exemplo, alinhamento estratégico e risco tecnológico. Para as empresas entrevistadas, a comparação de projetos pode acontecer por meio de *charts* de visualização, a exemplo de gráficos de bolhas e árvores hiperbólicas, apresentando estas últimas o formato de mapas mentais. A gestão de redes de pesquisa é uma consequência da necessidade da gestão de projetos e portfólios. A avaliação dos projetos de P&D&I (ver item 5.3) mostra que as empresas selecionadas têm redes de parceiros “cativos” com quem preferem realizar suas pesquisas.

Quando os projetos estão prontos, já passam a fazer parte das operações (aplicação de resultados) das áreas-fins ou “ficam na prateleira” das áreas de inovação aguardando potenciais interessados, que podem ser internos ou externos às empresas. Conforme mencionado, as empresas de energia e mineração não costumam transferir tecnologia para terceiros, mas quando o fazem, os termos da negociação de *royalties* ocorrem caso a caso. Três das empresas entrevistadas obtêm *royalties* com transferência de tecnologias derivadas de projetos de P&D&I para empresas fabricantes de equipamentos e desenvolvedores de software.

Observa-se que faltam ainda às empresas processos importantes, presentes na literatura de gestão da inovação: a) avaliação de resultados das tecnologias geradas; b) avaliação de seus processos de gestão. Em função da falta de avaliação não se concretiza o aprendizado, que seria capaz de retroalimentar a gestão da inovação tecnológica em termos processuais e de desempenho (*feedback loops*).

### 5.3. Indicadores organizacionais da amostra

A análise de indicadores objetiva medir os esforços de P&D&I empregados pelas empresas estudadas na última década através da construção de métricas sobre investimentos, produção tecnológica, projetos de P&D&I e publicações científicas. Essa análise complementa a de indicadores setoriais de esforço e desempenho e reforça a co-evolução: o que acontece no nível organizacional, através da gestão da inovação, impacta no macroambiente dos SSIs e vice-versa.

Dadas as distintas motivações para inovar e os processos da cadeia produtiva, estudados no capítulo 2, as empresas de energia e mineração são tecnologicamente complexas e investem em P&D&I. A Tabela 5.1 mostra a evolução dos investimentos em P&D das empresas da amostra entre 2006 a 2011.

Tabela 5.1 - Evolução dos investimentos em P&D para as empresas selecionadas  
(em R\$ milhões)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006-2011
<b>Cemig</b>	26	24	N.d*	79,8	106	160	396
<b>Furnas</b>	14	67	11	120	153	50	415
<b>Eletronorte</b>	90	34	38	34	36	40	272
<b>CPFL</b>	N.d	N.d	17	27	34	57	135
<b>Vale</b>	1.017	1.312	2.483	1.758	1.892	2.901	11.363
<b>Samarco</b>	N.d	N.d	N.d	1	4,5	5,5	11
<b>Total</b>	1.147	1.437	2.549	2.019,8	2.225,5	3.213,5	12.592

\* N.d: Não disponível. Fonte: elaboração própria, com base nos dados dos relatórios financeiros e administrativos das empresas, vários anos.

De maneira geral, as empresas experimentaram crescimento de seus investimentos neste período, mas a análise dos dados merece algumas ressalvas. Os valores dos investimentos em P&D&I fornecidos pela Vale incluem os dispêndios em prospecção mineral no Brasil e exterior, por isso há divergência com os dados apresentados no capítulo 2 (Tabela 2.2). A Samarco disponibilizou seu orçamento para P&D&I separado da pesquisa mineral somente a partir 2009, mas desde então, este vem experimentando crescimento contínuo.

Muitas empresas de energia elétrica ainda enxergam os investimentos da “P&D ANEEL” como uma obrigação e não como uma oportunidade de negócio, fazendo com que elas nem sempre invistam de maneira eficiente seus recursos. Apesar disto, desde a criação da Lei 9.991, o setor elétrico brasileiro tentou construir um modelo de inovação, no qual as atividades de P&D&I passaram a ser essencialmente executadas por parceiros externos sob a coordenação da empresa de energia (*industry shaper*). Fernandino e Oliveira (2010) e Brittes et al. (2005) mencionam especificamente o caso da CPFL, que constituiu a rede Webtech, caracterizada por relacionamentos contratuais de longo prazo com ICTs e empresas de base tecnológica.

A autora dessa tese avaliou 704 projetos de P&D&I (título, resumo e parceiros envolvidos), assim distribuídos: Furnas (84), Cemig (291), Eletronorte (145) e CPFL (183), sendo que apenas 20 destes (2,8%) foram executados sem cooperação externa. A análise dos dados dos projetos de P&D&I de 2000 a 2011 aponta que as empresas do setor elétrico concentram a maioria de seus investimentos em P&D&I em algumas ICTs (universidades), quase sempre localizadas em suas áreas de concessão, com quem são estabelecidas relações de cooperação tecnológica de longo prazo (superiores a 5 anos). As principais instituições parceiras da Cemig são a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), com participação em 111 e 28 projetos, respectivamente. No caso da CPFL, seus maiores parceiros de P&D&I são a Universidade Estadual de Campinas (47 projetos) e a Universidade de São Paulo (43 projetos). A Universidade Federal do Pará (UFPA) e a Federal do Maranhão (UFMA) são as principais instituições parceiras da Eletronorte, com 40 e 15 projetos de P&D&I. Furnas concentra sua carteira de projetos de P&D&I na UFRJ (19 projetos) e na UFMG (12 projetos).

Apesar de as ICTs serem as principais parceiras de pesquisa, todas as empresas de energia elétrica da amostra incluem empresas de base tecnológica nos projetos de P&D&I. Via de regra, estes atores participam da P&D em suas fases de desenvolvimento experimental e lote piloto, pois são os responsáveis pela transformação do conhecimento acadêmico em produtos com aplicação no mercado. Embora o CEPEL seja o centro de P&D cativo de Furnas e Eletronorte, contabilizou-se que essas empresas têm apenas cinco projetos com o centro, demonstrando que a participação de parceiros externos ao Sistema Eletrobras é mais significativa no âmbito do Programa de P&D ANEEL. Desde o início de 2012 o CEPEL passou a assumir a gestão das atividades de P&D&I de todas as empresas da Eletrobras (CEPEL, 2012), com isto, espera-se que a cooperação entre Eletronorte, Furnas e o centro se intensifique nos próximos anos.

Além da formação de redes de cooperação entre esses diversos atores, desde 2008, a ANEEL vem articulando ações institucionais de parceria entre as várias empresas de energia, reforçando a construção do SSI. O órgão regulador faz chamadas periódicas para a execução de projetos temáticos de P&D&I entre as empresas de energia, sendo que estes estão ligados a temas de interesse para todo o setor elétrico, como aplicações de novas tecnologias para sistemas de transmissão, metodologias de estrutura tarifária para o setor, impactos das mudanças climáticas nas bacias hidrográficas e inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética (ANEEL, 2012c).

A Vale cita a Embrapa, Universidade Federal de Viçosa e UFRJ como parceiros nacionais imprescindíveis na consecução de sua estratégia tecnológica. Reforçando a importância da inovação, a Vale criou uma diretoria (Diretoria dos Institutos Tecnológicos Vale, DITV) responsável pela gestão formal de tecnologia, propriedade intelectual e execução de ações institucionais de fomento à pesquisa em parceria com as FAPs. Conforme mencionado no capítulo 3, em 2009, a empresa tinha 54 projetos de P&D&I acontecendo em regime de cooperação e, em 2013, esse número passou para 160 (VALE, 2014).

A Samarco não disponibilizou o número de projetos de P&D&I realizados em cooperação, mas explicita a importância da parceria de universidades, centros de pesquisa e fornecedores na busca de novas rotas de processos e tecnologias que agreguem valor ao negócio (SAMARCO, s.d.b).

Com respeito à produção tecnológica, o Quadro 5.4 apresenta a estratégia de busca utilizada (palavras-chave) e o número de famílias ou depósitos analisados entre 2000 e 2011.

Quadro 5.4 - Palavras-chave e patentes das empresas selecionadas

<b>Empresa</b>	<b>Palavras-chave</b>	<b>Patentes (2000-2011)</b>
<b>Vale</b>	“Vale do Rio Doce” ou “Vale Inco”	130
<b>Samarco</b>	“Samarco Mineracao”	21
<b>CPFL</b>	“Companhia Paulista de Força e Luz” ou “Companhia Piratininga de Força e Luz”	14
<b>Cemig</b>	“Cemig” ou “Companhia Energetica de Minas Gerais”	37
<b>Eletronorte</b>	“Eletronorte”	32
<b>Furnas</b>	“Furnas”	4

Fonte: elaboração própria.

Os depósitos de patentes foram agrupados em dois quinquênios na Tabela 5.2 e mostram uma redução no segundo quinquênio (2006-2011) em relação ao primeiro (2000-2005). Com isto, há evidências de que houve uma queda na produção tecnológica (patentes) dessas empresas, apesar do crescimento dos investimentos em P&D&I. Este descompasso pode indicar que:

- Os investimentos em P&D&I não estão gerando resultados patenteáveis;
- Os projetos de P&D&I estão sendo executados em prazos mais longos, retardando o patenteamento dos resultados finais;
- As empresas têm optado por outras formas de proteção como o segredo industrial;
- Havia um conjunto de projetos inovadores anterior a 2000, patenteados no quinquênio 2000-2005, exclusive a Eletronorte.

Tabela 5.2 - Evolução dos depósitos de patentes para os quinquênios 2000-2005 e 2006-2011

	<b>2000-2005</b>	<b>2006-2011</b>	<b>Total (2000-2011)</b>
<b>Vale</b>	93	37	130
<b>Samarco</b>	19	2	21
<b>CPFL</b>	7	7	14
<b>Cemig</b>	29	8	37
<b>Eletronorte</b>	2	30	32
<b>Furnas</b>	3	1	4

Fonte: elaboração própria.

Em paralelo, a análise dos depósitos em cotitularidade (Tabela 5.3) permite depreender que, proporcionalmente, a CPFL é a maior depositante de patentes em cotitularidade (13 patentes em cotitularidade de um total de 14 depósitos). Furnas e Eletronorte não depositam patentes com seus parceiros de pesquisa. A Cemig possui três depósitos em cotitularidade, efetuados entre 2006 e 2011, e a Samarco, por sua vez, não apresenta depósitos em cotitularidade para este período. Em volumes absolutos, a Vale detém o maior número de patentes depositadas em regime de cotitularidade (23). Apesar da realização de projetos em cooperação, as empresas do setor de energia e mineração ficam quase integralmente com seus resultados, o que remete a uma agressiva política de propriedade intelectual.

Tabela 5.3 - Depósitos efetuados em cotitularidade para os quinquênios 2000-2005 e 2006-2011

	2000-2005	2006-2011	Total (2000-2011)
<b>Vale</b>	18	5	23
<b>Samarco</b>	5	0	5
<b>CPFL</b>	6	7	13
<b>Cemig</b>	0	3	3
<b>Eletronorte</b>	0	0	0
<b>Furnas</b>	0	0	0

Fonte: elaboração própria.

A análise do número de inventores com publicações científicas não apenas reflete a atividade científica dos setores estudados, como também mede o intercâmbio de conhecimento científico entre seus atores. A autora da tese avaliou 684 inventores de patentes das empresas selecionadas, concluindo que, proporcionalmente, a CPFL possui o maior número de inventores com publicações científicas, todas realizadas em coautoria (Tabela 5.4). Na Vale, apenas 7% dos inventores têm publicações científicas em coautoria e na Samarco, 2%. No caso da Vale 15 inventores que publicam são não-residentes e não possuem publicações científicas com instituições brasileiras. Com isto, é possível indicar que nesses setores ainda ocorre inexpressiva transferência do conhecimento científico entre as empresas e outras instituições nacionais, coerente com o analisado sobre os SSIs brasileiros.

Tabela 5.4 - Volume de inventores de patentes com publicações científicas em autoria individual e coautoria (2000-2011)

Inventores	Com Publicação		Sem Publicação	Total
	Autoria individual	Coautoria		
Vale	0	32	430	462
Samarco	0	2	46	48
CPFL	0	39	9	48
Cemig	1	13	65	79
Eletronorte	0	9	29	38
Furnas	0	2	7	9
<b>Total</b>	1	97	586	684

Fonte: elaboração própria.

#### 5.4. Considerações finais do capítulo

O capítulo adentrou no universo da gestão e discorreu sobre os modelos de gerenciamento da inovação tecnológica existentes na literatura. Ao buscar pontos em comum entre os modelos viu-se que esses se desdobram em estruturas, processos e ferramentas.

O estudo da gestão da inovação tecnológica propôs um mergulho nas rotinas e ações das empresas da amostra para, sem nominalmente identificá-las, analisar como aplicam recursos e controlam os resultados das atividades de P&D&I. Assim, o presente capítulo também analisou processos, cultura e práticas de gestão da inovação tecnológica, desdobrados em um mapeamento. Este mapeamento é um indicativo da profissionalização e estruturação da gestão da inovação tecnológica nas empresas sob a coordenação de áreas funcionais (Quadro 5.5).

Quadro 5.5 - Resumo das características encontradas no mapeamento

Eixo	Elementos	Resumo das características
Estruturas	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de recursos financeiros próprios</li> <li>• Em alguns casos, associação com agências de fomento via edital para elevar o total de recursos</li> <li>• Uso da Lei do Bem</li> </ul>
	Redes de pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de universidades em todos os casos</li> <li>• Desafios: diferenças de <i>timing</i> e objetivos da pesquisa</li> </ul>
	Governança	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de comitês, exceto em um dos casos</li> <li>• Áreas de gestão da inovação tecnológica são únicas, gerenciam projetos mais disruptivos</li> </ul>



	<b>Cultura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de resistência interna e diferença de mentalidade</li> <li>• Táticas de divulgação para criar cultura inovadora</li> </ul>
	<b>Estratégia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de sustentabilidade socioambiental na estratégia competitiva</li> <li>• Estratégia tecnológica pode ser oportunista</li> </ul>
<b>Processos</b>	<b>Geração de ideias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captação de ideias induzida</li> <li>• Critérios de avaliação <i>ex-ante</i></li> <li>• Lançamento de editais e concursos de ideias inovadoras</li> </ul>
	<b>Mobilização de recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilização de recursos humanos</li> <li>• Verificação da disponibilidade orçamentária</li> </ul>
	<b>Escolha <i>ex-ante</i> de projetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificação e ranking das melhores ideias</li> <li>• Transformação de ideias em projetos</li> </ul>
	<b>Gestão de projetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento físico-financeiro</li> </ul>
	<b>Gestão da propriedade intelectual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo de divisão de direitos de propriedade que se inicia antes mesmo da contratação dos projetos</li> </ul>
	<b>Gestão de portfólio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento do conjunto de projetos de maneira comparativa</li> </ul>
	<b>Gestão de redes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultado da gestão de projetos e portfólio</li> <li>• Parcerias tecnológicas “cativas”</li> </ul>
	<b>Aplicação de resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poucas empresas transferem tecnologia para terceiros</li> <li>• Recebimento de <i>royalties</i> a partir da transferência em três dos casos pesquisados</li> </ul>
<b>Ferramentas</b>	<b>Editais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Induzem o processo de captação de ideias</li> </ul>
	<b>Bancos de ideias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usado para captação de ideias</li> <li>• Não armazena ideias reprovadas</li> </ul>
	<b>Bancos de informações tecnológicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Busca em fontes secundárias de informação (sites, revistas e jornais especializados)</li> <li>• Utilização de base de patentes para mapeamento do estado da arte (inteligência tecnológica)</li> </ul>
	<b>Roadmaps tecnológicos Diagramas de Ishikawa Cenários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de <i>roadmaps</i>, diagramas e cenários (em alguns casos), para seleção de projetos no curto, médio e longo prazos</li> </ul>
	<b>Classificação de projetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ranking</i> de projetos baseado em <i>priority setting</i></li> </ul>
	<b>Charts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de <i>charts</i> de visualização (árvores hiperbólicas e gráficos de bolhas)</li> </ul>

Fonte: elaboração própria.

As estruturas de gestão da inovação influenciam o macroambiente dos SSIs e são por ele influenciadas. As empresas relataram a sua desarticulação com os demais atores dos SSIs (ICTs e organismos governamentais), o que dificulta a disponibilização de recursos financeiros e a geração de resultados de pesquisa mais práticos. Além disso, faltam processos importantes na gestão da inovação nas empresas, quais sejam, a avaliação de resultados (tecnológicos e de gestão) e o aprendizado (decorrente da avaliação).

Dadas as distintas motivações para inovar, os investimentos em P&D&I das empresas vêm crescendo, porém a produção tecnológica patentária reduziu no último quinquênio (2006-2011). Em outros termos, está cada vez custoso para as empresas a geração de resultados tecnológicos materializados em patentes, o que se coaduna com o fato de o Brasil ser o país que menos deposita patentes dentre os quatro países analisados nos Eixos 1, 2 e 3. O número de depósitos de patentes em cotitularidade se reduziu no mesmo período e o volume de inventores com publicações científicas em coautoria também demonstra o quão “tímido” é o intercâmbio de conhecimento científico entre os atores dos SSIs brasileiros.

Os estudos de caso também trazem à luz outro desafio de destaque, qual seja, o fato de a cultura empresarial se mostrar resistente à inovação tecnológica, especialmente em função da “mentalidade resistente” das áreas. Por isto, muitas das vezes os resultados da P&D “concorrem” com produtos similares de fornecedores externos à rede de pesquisa das empresas. No caso do setor de energia, a cultura refratária à inovação deve-se ao paradigma que P&D é uma mera obrigação legal da ANEEL. Para as empresas de mineração, as margens de lucro obtidas com o minério de ferro fazem as empresas acreditarem que inovar não é estratégico. O problema cultural do microambiente se reflete na “falta de criatividade” das empresas brasileiras mencionada na introdução desta tese, o que contribui para o déficit tecnológico e para perpetuação do modelo de desenvolvimento dependente de transnacionais.

## Capítulo 6 - Conclusões

Essa tese caracterizou a densidade os SSIs de energia e mineração brasileiros, a gestão da inovação em empresas selecionadas desses SSIs (Vale, Samarco, Cemig, CPFL, Furnas e Eletronorte) e a co-evolução entre os SSIs e a gestão da inovação.

Nos capítulos 2,3 e 4, através da metodologia de Salles-Filho et al. (2012), detalhou três eixos para qualificar a densidade dos SSIs brasileiros, comparando-os com Canadá, Alemanha e Austrália. No marco analítico integrador constatou-se que os SSIs de energia e mineração do Brasil não são densos em relação aos outros países de referência.

A partir do Eixo 1, mostrou-se que o SSI brasileiro de energia apresenta indicadores de esforço e desempenho setorial aquém dos demais países selecionados. A produção tecnológica de invenções com alto potencial inovador é baixa em face dos demais países, apesar de o orçamento de P&D&I acumulado brasileiro (2005-2011) ser superior ao australiano. A rigor, a intensificação desses investimentos deveria impactar na mitigação de perdas no sistema elétrico. Não se verificaram evidências de correlação entre esses dois movimentos, ao contrário, a perda média do sistema oscilou entre 16% e 18% entre 2000 e 2011. O Eixo 1 também apontou aumento do déficit tecnológico nacional por meio da análise da evolução da balança comercial de indústrias de alta e média-alta intensidade tecnológica “derivadas”, mostrando que esse SSI não instituiu um ecossistema de fornecedores com inserção internacional. No SSI de mineração, o brasileiro exporta mais que o canadense e o alemão. No caso da Alemanha, seu SSI é regido por fornecedores que desenvolveram capacidades tecnológicas ao longo da 2ª. Revolução Industrial, por isso sua produção tecnológica nessa área de conhecimento é substantiva.

No Brasil, o valor adicionado da mineração é inferior ao de seus concorrentes (Austrália e Canadá), apesar de as exportações serem maiores que as do Canadá. Verificou-se o menor volume de patentes brasileiras em domínios tecnológicos da mineração *vis-à-vis* Alemanha, Canadá e Austrália, além de não ter sido constatada a criação de fornecedores nacionais de indústrias “derivadas” com atuação internacional. Ora, os investimentos em P&D&I privados para o SSI de mineração aumentaram nos últimos anos no Brasil, mas vale afirmar que não estão gerando resultados expressivos.

Quanto ao Eixo 2, o principal ator do SSI de energia brasileiro é a ANEEL, agência com atribuições de regulação e fiscalização, que também obriga as empresas de energia a investirem em projetos de P&D&I. Esse motivo, somado à falta da competição, faz as empresas verem o

Programa como uma “obrigação legal” e, por isto, não empregarem adequadamente os recursos disponíveis. Através das análises dos Eixos 1 e 3, destaca-se a relevância da questão ambiental na geração e transmissão de energia, aspecto motivador de inovações tecnológicas nas empresas.

Apesar da criação de redes de pesquisa com ICTs a partir do Programa, há indícios de que essas não geraram tecnologias para o mercado. O país é deficitário na exportação de produtos eletroeletrônicos, as universidades preocupam-se em publicar artigos científicos em detrimento de depositarem patentes e, além disso, as *startups* têm dificuldades de acesso a fontes de financiamento. Na esfera federal, há recursos disponíveis nos Fundos Setoriais, todavia esses são utilizados em sua maior parte para equilibrarem as contas do governo.

A partir da comparação com os demais países extraem-se duas propostas que podem ser incorporadas pelo Brasil no bojo de um projeto de Estado e buscam transformar a atual política de C,T&I do **setor de energia elétrica**.

A primeira proposição de política pública refere-se à manutenção do encargo tarifário somada à possibilidade de as empresas se apropriarem de parte dos resultados gerados com a comercialização de tecnologias, sem que tal parte seja incluída na revisão tarifária. Na sequência, a segunda proposta remonta-se à premência do estabelecimento da concorrência entre os *players* do SSI, como já acontece nos outros três países, de forma a aumentar o papel protagônico de *brokers* e produtores independentes. A permissão da ANEEL para a geração distribuída é um primeiro passo no sentido de estimular o surgimento de produtores independentes. Com a geração distribuída, as concessionárias de energia serão obrigadas a pensarem em novos modelos de negócios para gestão da rede elétrica, a fim de se tornarem competitivas.

Quanto ao **setor de mineração**, não existem indícios de um ecossistema de fornecedores nacionais e *startups* de base tecnológica de inserção internacional. Há competição entre as mineradoras, que inovam em processos, tanto para reduzirem custos quanto para cumprirem exigências socioambientais. As empresas mineradoras estudadas fazem projetos em cooperação com ICTs e alocam bolsas de pesquisa para universidades, porém, o Brasil apresenta déficit tecnológico. No tocante à pesquisa, identificaram-se cinco institutos de P&D da Vale no Brasil, além do CETEM, cujo *link* de destaque identificado com outros atores consiste na transferência de tecnologias para APLs de pequenos produtores.

A comparação com os SSIs do Canadá, da Alemanha e Austrália também permite extrair uma proposta para a construção de um SSI de mineração mais denso, que também deve ser incluída

em um projeto de Estado. Sugere-se a criação de agências municipais de desenvolvimento para reduzirem a fragilidade institucional dos municípios. Assim, essas alocariam os recursos da CFEM através de editais em projetos de desenvolvimento urbano e infraestrutura, criando condições de atraírem empresas de mineração e demais fornecedores da cadeia produtiva. A instituição de agências de desenvolvimento poderia ser uma exigência do governo federal no momento da celebração de convênios com os municípios para viabilizar o repasse da CFEM. Nesse esteio, propõe-se também a concessão de “vouchers” de recursos de apoio à exportação e inovação em forma de subvenção às empresas *startups*, a serem emitidos pelas próprias agências de desenvolvimento. As transformações previstas no novo marco legal reduzirão os investimentos em exploração mineral pelas empresas, pois preveem o aumento de *royalties* e a oferta pública de terras para prospecção. Destarte, esse trabalho também mostra ressalvas em relação à nova política para o setor mineral.

As estruturas da gestão da inovação são os “vasos comunicantes” na co-evolução com o SSI. As empresas se relacionam com governos e ICTs por meio das estratégias, cultura, governança e mobilização de recursos (materiais e humanos). O objetivo final das relações mercadológicas e não-mercadológicas é a geração de capacidades tecnológicas, base de conhecimento, novos produtos e lucros para os seus diferentes atores.

O que acontece no macroambiente dos SSIs tem impactos diretos nos métodos de gerir a inovação nas empresas: se há um macroambiente que motiva a inovação, as empresas incorporam-na em suas rotinas, tornando-a um processo sistematizado com *feedback loops* de aprendizado. Por outro lado, se o macroambiente obriga à inovação, essa pode se transformar em um “fardo” para as empresas executoras. Quando o macroambiente favorece relações de competição e cooperação e o acesso a recursos, cria-se no microambiente uma cultura favorável à inovação. Igualmente, a cultura organizacional influencia as empresas nas decisões de investimento, adoção de tecnologias, escolha de parceiros para as redes, etc.

Os estudos de caso conduzidos na Vale, Samarco, Cemig, Furnas, CPFL e Eletronorte tiveram como decorrência um mapeamento o qual considera o que é comum às empresas pesquisadas. Observa-se que a cultura das empresas é resistente à inovação, seja porque elas vendem *commodities* e não enxergam a necessidade de inovarem, seja porque preferem comprar soluções prontas de outros fornecedores. No mapeamento efetuado, não há o processo de avaliação de

resultados. Também não existe avaliação de processos de gestão, tampouco do “retorno sobre investimento” dos projetos de P&D&I. Desta forma, não há *feedback loops* de aprendizado.

No SSI de energia elétrica, enxerga-se um esforço setorial: o órgão regulador obriga as empresas a fazerem P&D&I para reduzir a dependência do país em relação a fornecedores, na tentativa de contrariar modelo de desenvolvimento econômico latino-americano alicerçado na “pouca criatividade” da indústria e na dependência de empresas transnacionais. Em paralelo, há um esforço organizacional: as empresas, que têm os recursos para investir, sistematizam a gestão da inovação para “prestarem contas” das atividades de P&D&I perante ANEEL, mas “terceirizam” os projetos para ICTs. Com isto, não se criam fornecedores tampouco *startups* com inserção internacional. O desempenho setorial é evidenciado através da baixa produção tecnológica e da manutenção histórica das altas perdas no sistema. No nível organizacional, de modo análogo, há queda na produção tecnológica, coexistindo com o baixo compartilhamento de tecnologia e conhecimento entre os atores.

No SSI de mineração, observa-se também o esforço das empresas em aumentarem seus investimentos em P&D&I e de profissionalizarem a sua gestão da inovação tecnológica. Essas investem em bolsas para ICTs, mas os resultados alcançados não têm impactos expressivos na geração de capacidades tecnológicas para o país, tampouco na produção de patentes de alto potencial inovador.

Esse trabalho é de natureza exploratória e qualitativa, ou seja, estuda um fenômeno novo, mas longe de ser exaustivo, ele abre janelas de oportunidade para outras pesquisas acadêmicas:

- 1) Realização de estudos de caso que incluam empresas de energia e mineração de outros países visando ao aperfeiçoamento do mapeamento de gestão da inovação aqui proposto;
- 2) Ampliação do estudo de SSIs e da gestão da inovação organizacional através da seleção de outros setores intensivos em recursos naturais como óleo e gás e papel e celulose;
- 3) Comparação dos impactos trazidos pelos programas de P&D&I nos SSIs de energia elétrica no Canadá e no Brasil através da aplicação das tecnologias de G-T-D-C, uma vez que em ambos os países existe a obrigatoriedade de investimento imposta por agências reguladoras;
- 4) Pesquisa exploratória e condução de estudos de caso nos ecossistemas de *startups* para avaliar suas estratégias organizacionais, oportunidades e desafios no que se refere ao fornecimento de serviços especializados para grandes empresas intensivas em recursos naturais no Brasil, Canadá, Alemanha e Austrália.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

800.000 Deutsche können Strom nicht bezahlen. **Welt**. 26/06/2012. Disponível em: <<http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article107270617/800-000-Deutsche-koennen-Strom-nicht-bezahlen.html>>. Acesso em: 30/05/2014.

AALBERS, R.; SHESTALOVA, V.; KOCKSIS, V. Innovation policy for directing technical change in the power sector. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, **Discussion Paper** 223, September, 2012.

ACIL Tasman. **Distributed generation**: implications for Australian electricity markets. ACIL Tasman Pty: April 2013. Disponível em: <[http://www.esaa.com.au/Library/PageContentFiles/07620f42-c081-4fd7-bb7d-78d1f87c1f21/ACIL\\_Tasman\\_esaa\\_DG\\_repor.pdf](http://www.esaa.com.au/Library/PageContentFiles/07620f42-c081-4fd7-bb7d-78d1f87c1f21/ACIL_Tasman_esaa_DG_repor.pdf)>. Acesso em: 12/03/2014.

ADAMS, R; BESSANT, J.; PHELPS, R. Innovation management measurement: a review. **International Journal of Management Reviews**, v.8, Issue 1, p.21-47, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Banco de informações de geração**. 2014a. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/agentegeracao/GraficoDezMajoresPotencia.asp>> Acesso em: 03/05/2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Indicadores de qualidade**, 2014b. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/indicadores\\_de\\_qualidade/pesquisaGeral.cfm](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/indicadores_de_qualidade/pesquisaGeral.cfm)>. Acesso em: 11/05/2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Pesquisa e Desenvolvimento**, 2014c. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=75>>. Acesso em: 28/06/2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Informações gerenciais. Apresentação, Março 2012a. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/informacoes\\_gerenciais\\_Mar\\_2012.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/informacoes_gerenciais_Mar_2012.pdf)>. Acesso em: 13/05/2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de Pesquisa e Desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília, DF, 2012b. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Manual-PeD\\_REN-504-2012.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Manual-PeD_REN-504-2012.pdf)>. Acesso em: 11/01/2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de Pesquisa e Desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura\\_arquivo/arquivos/Manual\\_PD\\_2006.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura_arquivo/arquivos/Manual_PD_2006.pdf)>. Acesso em: 02/12/2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual do programa de Pesquisa e Desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília, DF, Maio 2008a. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura\\_arquivo/arquivos/Manual%20PeD\\_2008.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura_arquivo/arquivos/Manual%20PeD_2008.pdf)>. Acesso em: 02/12/2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, DF, 2008b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Manual para elaboração de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do setor elétrico brasileiro**. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <<http://www.ANEEL.gov.br/area.cfm?idArea=75&idPerfil=6>>. Acesso em: 02/12/2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Perguntas e respostas sobre tarifas das distribuidoras de energia elétrica**. Brasília, DF, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Projetos de P&D propostos pelas empresas de energia elétrica**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id\\_area=75](http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=75)>. Arquivo atualizado em Junho 2013. Acesso em: 12/03/2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução normativa nº 482 de 17 de abril de 2012**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/indicadores\\_de\\_qualidade/pesquisaGeral.cfm](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/indicadores_de_qualidade/pesquisaGeral.cfm)>. Acesso em: 11/05/2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL**. n. 4, Agosto, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Temas para investimentos em P&D**, 2012c. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=641&idPerfil=6&idiomaAtual=0>>. Acesso em: 11/02/2012.

AGUILAR, A.; TIAGO, E. Falta de recursos ameaça projetos. **Valor**. Especial Inovação, Abril, 2014.

ALMEIDA, I.P.S.; OHAYON, P. Relações entre Regulação e Inovação: Restrições e Incentivos. In: XIII SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA. **Anais eletrônicos...** Cartagena, Colômbia, de 25 a 27 de Novembro, 2009.

AMADEI, J. R. P.; TORKOMIAN, A. L. V. A contribuição da universidade para o desenvolvimento Industrial: um estudo comparativo. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu, PR. **Anais eletrônicos...**Foz do Iguaçu: 09 a 11 de Outubro 2007. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR640475\\_9257.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR640475_9257.pdf)>. Acesso em: 05/04/2012.



AMARAL, M. Dentro da floresta a Vale tem pressa. **Publica**, 29 de Novembro 2012. Disponível em: <<http://apublica.org/2012/11/amazonia-public-vale-tem-pressa/>>. Acesso em: 12/01/2014.

ANDERSEN, A.D. **Innovation systems and natural resources**: the case of sugarcane in Brazil. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Suécia: Aalborg University, 2011.

ARROW, K.J. The economics implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, 29, June, p. 55-173, 1962.

ARSOV, I.; SHANAHAN, B.; WILLIAMS, T. Funding the Australian Resources Investment Boom. **Bulletin**, Reserve Bank of Australia, March, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA (ABRADEE). **Redes de energia elétrica**. 2013. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/redes-de-energia-eletrica>>. Acesso em: 09/07/2013.

AUER J.; HEYMAN, E. **Germany's energy turnaround**: challenging for municipalities and municipal utilities. Current Issues, DB Research, September, 2012.

AUSHURST. **Mining in Australia**: an introduction for investors. February 2013. Disponível em: <[http://www.ashurst.com/doc.aspx?id\\_Content=8821](http://www.ashurst.com/doc.aspx?id_Content=8821)>. Acesso em: 11/02/2014.

AUSTRALIAN ENERGY MARKET OPERATOR (AEMO). **Australia's energy future**. Melbourne: AEMO, August, 2012.

AUSTRALIAN RENEWABLE ENERGY AGENCY (ARENA). **About Arena**. 2014a. Disponível em: <<http://arena.gov.au/about-arena/>>. Acesso em: 16/04/2014.

AUSTRALIAN RENEWABLE ENERGY AGENCY (ARENA). **Renewable Energy Venture Capital Fund**. 2014b. Disponível em: <<http://arena.gov.au/initiatives-and-programs/renewable-energy-venture-capital-fund/>>. Acesso em: 16/04/2014.

A-Z OF AUSTRALIA'S ENERGY SOURCES. **Origin Energy**. Disponível em: <<http://www.originenergy.com.au/energymix>>. Acesso em: 18/05/2014.

BARTOS, P. J. Is mining a high tech industry? Investigations into innovation and productivity advance. **Resources Policy**, n.32, p. 149-158, 2007.

BERNARDES, J. **Bagaço de cana move turbine a vapor em termelétrica**. USP Hoje, 19/10/2012. Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/?p=117250>>. Acesso em: 09/03/2013.

BESSANT, J.; TIDD J. **Inovação e empreendedorismo**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

BIN, A., SALLES-FILHO, S. L. M. Science, technology and innovation management: contributions to a methodological framework. **Journal of Technology Management and Innovation**, 7 (2), p. 73-86, 2012.

BLAKES. **How the power industry in Canada is regulated.** Blake, Cassels & Gaydon LLP, 2014. Disponível em: <[http://www.blakesfiles.com/Articles/DBIC\\_Power\\_Chapter.pdf](http://www.blakesfiles.com/Articles/DBIC_Power_Chapter.pdf)>. Acesso em: 13/12/2013.

BOER, D. C. **Gestão da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I) no setor elétrico brasileiro.** Originalmente apresentada como tese de doutorado, Campinas: Unicamp, 2013.

BRANDT, T. **Liberalisation, privatisation and regulation in the German electricity sector.** WSI in der Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf: November, 2006.

BRESSER-PEREIRA, L.C. Doença holandesa e sua neutralização: uma abordagem ricardiana. In: \_\_\_\_\_. (Org.) **Doença holandesa e indústria.** Rio de Janeiro: FGV, p.117-153, 2010.

BRITTES J.L.P. **Relatório de pós-doutorado.** Instituto de Geociências, Campinas: Unicamp, 2013.

BRITTES, J.L.P.; BOMBASSARO, P.R.; DIAS, M. Webtec de parceiros para P&D – uma proposta de modelo. In: XVIII SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Anais...** Curitiba, Paraná, 16 - 21 de Outubro, 2005.

BRITTO CRUZ, C.H. A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa. In: CARDIM, C.H. (Ed.) **Parcerias estratégicas.** Centro de Estudos Estratégicos: Brasília, p. 5-30, 1996. Disponível em: <[http://www.cgee.org.br/arquivos/pe\\_08.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/pe_08.pdf)>. Acesso em: 12/05/2012.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWI). **KMU – Patentaktion:** mit dem Patent zum Erfolg. Berlin: BMWI, März, 2014.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWI). **Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2011.** Berlin: BMWI, Bergwirtschaft und Statistik – 63. Jahrgang 2012.

BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT (BDEW). **Entwicklungen in der Deutschen Strom- und Gaswirtschaft 2012.** BDEW-Presskonferenz, 10. Januar, 2013a.

BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT (BDEW). **BDEW Strompreisanalyse Mai 2013.** Haushalte und Industrie. Präsentation, Berlin, 27. Mai, 2013b.

CALAES, G.D. **Evolução do mercado mineral mundial a longo prazo.** Relatório Técnico 05, Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia, Junho, 2009.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Construindo um mercado inteligente de energia elétrica no Brasil.** White paper, Novembro, 2012.

CANADA BUSINESS NETWORK. Disponível em: <<http://www.canadabusiness.ca/eng/>>. Acesso em: 03/04/2014.

CANADA MINING INNOVATION COUNCIL. **CMIC Annual Report 2014**. CMIC, May 2014. Disponível em: <[http://www.cmic-ccim.org/wp-content/uploads/2014/04/CMIC\\_AnnualReport\\_2013.pdf](http://www.cmic-ccim.org/wp-content/uploads/2014/04/CMIC_AnnualReport_2013.pdf)>. Acesso em: 12/04/2014.

CANUTO, O.; CAVALLARI, M. **Natural capital and the resource curse**: economic premise, The World Bank, n. 83, May, 2012.

CARNEIRO, J.M.T; CAVALCANTI, M.A.F.D.; SILVA, J. F. Porter revisitado: análise crítica da tipologia estratégica do mestre. **Revista de Administração Contemporânea**, v.1, n.3, p.7-30, Set/Dez., 1997.

CARON, G. **Policy and regulation at the National Energy Board**. Speech to the C.D Howe Institute, January, 2014. Disponível em: <<http://www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rpblctn/spchsndprsnntn/2014/plcyrglttnb/plcyrglttnb-eng.html>>. Acesso em: 13/04/2014.

CARVALHO, M.G.A. **Estratégia ambiental pró-ativa**: sequenciamento de lavra concomitante com a disposição de estéril dentro da mina. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

CEMIG. **Carbon Disclosure Project 2012**. Disponível em: <<http://cemig.foinvest.com.br/ptb/s-16-ptb-2012.html>>. Acesso em: 12/03/2014.

CENTRE FOR ENERGY. **Canadian Leadership in Energy**. Alberta: September, 2010.

CENTRE FOR SOCIAL RESPONSIBILITY IN MINING (CSRMI). **Local government, mining companies and resource development in regional Australia**: meeting the governance challenge. The School of Social Science, The University of Queensland, July, 2012.

CENTRO DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). **Ampliando o papel do CEPEL para as empresas Eletrobras**. Notícias, 9 de Março, 2012. Disponível em: <[http://www.cepel.br/cepel\\_noticias/noticia.php?id=399](http://www.cepel.br/cepel_noticias/noticia.php?id=399)>. Acesso em: 13/06/2012.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (CETEM). **Conheça o CETEM**. 25/11/2013. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/instituicao/conheca-o-cetem>>. Acesso em: 24/05/2014.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (CETEM). **Da Rio 92 à Rio + 20**: o CETEM e a pesquisa sustentável dos recursos minerais. Rio de Janeiro: CETEM, Junho, 2012.

CHARLES, L.G.K e STEVE, H. Sensitivity analysis on parameter changes in underground mine ventilation systems. **Journal of Coal Science and Engineering**. v. 7, p.251-255, September, 2011.

CHEN, C.T. **Linear system theory and design**. New York: Oxford University Press, 1999.

CHESBROUGH, H. **Open innovation**: researching a new paradigm. New York: Oxford University Press, 2006.

CLARK, K.B. WHEELWRIGHT, S.C. **Managing new product and process development**: text and cases. New York: The Free Press, 1993.

COHEN, W., LEVINTHAL, D. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, 99, p.569-596, September, 1989.

COIMBRA, F.C, MOURA, G.L e POLO, E.F. O papel da tecnologia na estratégia: o caso de uma operadora de telefonia fixa e a tecnologia VoIP. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 98-109, 2005.

COMISSÃO TRIPARTITE PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO (CPNSP). **Curso básico de segurança em instalações e serviços de eletricidade**. Norma regulamentadora nº 10, 2005. Disponível em: <[http://resgatebrasiliavirtual.com.br/moodle/file.php/1/E-book/Ebooks\\_para\\_download/Seguranca\\_em\\_Eletricidade/Manual\\_NR-10.pdf](http://resgatebrasiliavirtual.com.br/moodle/file.php/1/E-book/Ebooks_para_download/Seguranca_em_Eletricidade/Manual_NR-10.pdf)>. Acesso em: 13/02/2013.

CONNOLLY, E.; ORSMOND, D. The Mining Industry: from bust to boom. **Research Discussion Paper**, Reserve Bank of Australia, August, 2011.

CONSELHO DE ALTOS ESTUDOS E AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA (CAEAT). Setor mineral: rumo a um novo marco legal. **Caderno de Altos Estudos**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/a-camara/altosestudos/arquivos/setor-mineral-rumo-a-um-novo-marco-legal/setor-mineral-rumo-a-um-novo-marco-legal>>. Acesso em: 03/05/2012.

CONSONI, F. Aprendizagem, inovação e competências tecnológicas. In: SILVEIRA, M.A. (Org.) **Gestão da sustentabilidade organizacional**, v.2. Campinas: CTI, p.213-224, 2012.

COOPER, R.; EDGETT, S.J; KLEINSCHMIDT, E.J. Optimizing the stage-gate process: what best practice companies are doing. **Research Technology Management**, 45(5), p. 21-27, 2002.

COSTANZA et al. The value of world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p.253-260, 15 May, 1997.

CPFL. **Apresentação institucional**: visão do setor de energia. Disponível em: <<http://cpfl.riweb.com.br/Download.aspx?id=23864>>. Acesso em: 07/07/2012.

CUNHA, S. F. et al. Desempenho das exportações da indústria intensiva em P&D: comparação entre o Brasil e países selecionados no período 1994-2005. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. **Anais eletrônicos...Recife**, 2007. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A103.pdf>>. Acesso em: 22/10/2011.

DALZIEL, M. Effective university-industry technology transfer. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Halifax, Nova Scotia. **Proceedings...** Canada, 1994.

DELBONI, H.J. Cominuição. In: FERNANDES, F.R.C. et al. (Orgs.) **Tendências tecnológicas Brasil 2015**: geociências e tecnologia mineral. Rio de Janeiro: CETEM, p. 103-132, 2007.

DELOITTE. **Canada's mining industry**: opportunities through mergers and acquisitions. Deloitte, Fall/Winter, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília: DNPM, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Portaria nº 11 de 13 de janeiro de 2012**. Esta Portaria estabelece os procedimentos gerais para apresentação do relatório anual de lavra - RAL. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=680>> . Acesso em: 14/02/2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Portaria nº 112 de 31 de março de 2010**. Atualiza os valores dos emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das multas, das vistorias e dos demais serviços prestados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=614>> . Acesso em: 23/03/2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Sobre a CFEM**. s.d. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=60>> . Acesso em: 06/06/2014.

DEPARTMENT OF FOREIGN AFFAIRS AND TRADE. **Trade at a glance 2012**. Canberra: Government of Australia, 2012.

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT. **Australian National Greenhouse Accounts**. Quarterly Update of Australia's National Greenhouse Gas Inventory. September, 2013.

DOSI, G. **Technical Change and Industrial Transformation**: the theory and application to the semiconductor industry. London: MacMillan, 1984.

DRAKE, J.A. et al. A review of landscape rehabilitation frameworks in ecosystem engineering for mine closure. In: FOURIE, A.; TIBBETT, M.; WIERTZ, J. (Eds.) **International Conference on Mine Closure 2010. Proceedings...** Perth, WA: Australian Centre for Geomechanics, p. 241-249, 2010.

DUTRA, G. Síntese dos processos de gênese de cavidades de litologias em ferro. In: 32º CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA. **Anais eletrônicos...** Barreiras, BA, 11-14 de Julho 2013. Disponível em: < [http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe\\_415-426.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_415-426.pdf)> . Acesso em: 11/02/2014.

ELETROBRAS. **Relatório anual e de sustentabilidade 2013**. Disponível em: < <http://www.eletronbras.com/elb/main.asp?Team={4A2B5B3C-751A-4E38-86A7-D6085CEE347B}#2013>> . Acesso em: 02/06/2014.

ELETROBRAS. **Usinas-plataforma**. Disponível em: < <http://www.eletronbras.com/ELB/natrilhadaenergia/meio-ambiente-e->

energia/main.asp?View=%7BC93EAB45-F64F-42C5-8E52-C30EF9341BBE%7D>. Acesso em: 15/07/2013.

ELETRONORTE. Eletrobras Eletronorte, 39 anos: de Coaracy Nunes ao PNQ, uma trajetória de superação e excelência. Brasília: **Novo Tempo**, Ano 2, n ° 21, 27 de Junho, 2012.

ELETRONUCLEAR. **Estudo de impacto ambiental da unidade 3 da central nuclear Almirante Álvaro Alberto**. Volume 1, Maio 2005. Disponível em: <[http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/v01\\_05\\_legislacao.html](http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/v01_05_legislacao.html)>. Acesso em: 03/06/2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário estatístico de energia elétrica 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço energético nacional 2011**. Rio de Janeiro: EPE, 2011.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national innovation systems and mode 2 to a triple helix of university-industry-government relations. **Research policy**, 29, p. 109-123, 2000.

EUROPEAN COMMISSION. **R&D ranking of world top 2000 companies**. Disponível em: <<http://iri.jrc.ec.europa.eu/documents/10180/cf102ca1-e554-46d2-b271-1168e83a419c>>. Acesso em: 20/01/2014.

EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION (EPIA). **Global market outlook for photovoltaics 2014-2018**. Brussels, 2014. Disponível em: <[http://www.epia.org/index.php?eID=tx\\_nawsecuredl&u=0&file=/uploads/tx\\_epiapublications/EPIA\\_Global\\_Market\\_Outlook\\_for\\_Photovoltaics\\_2014-2018\\_-\\_Medium\\_Res.pdf&t=1406561361&hash=6753efed91477cb4d9f5effc7c1a716b0ed97d55](http://www.epia.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=/uploads/tx_epiapublications/EPIA_Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_2014-2018_-_Medium_Res.pdf&t=1406561361&hash=6753efed91477cb4d9f5effc7c1a716b0ed97d55)>. Acesso em: 13/03/2014.

FAJNZYLBBER, F. **La industrialización trunca de America Latina**. Mexico, DF: Editorial Nueva Imagen, 1983.

FERNANDINO, J.A; OLIVEIRA, J.L. Arquiteturas organizacionais para a área de P&D em empresas do setor elétrico brasileiro. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 14, n. 6, art. 5, p. 1073-1093, Nov/Dez., 2010.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **CT-Energ – Fundo Setorial de Energia**, Junho 2012a. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=30.34.10>>. Acesso em: 13/07/2012.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **CT-Mineral – Fundo Setorial Mineral**, 28 Junho 2012b. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=30.40.10>>. Acesso em: 13/07/2012.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **Inova Energia**. Março 2014. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=programas\\_inovaenergia](http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=programas_inovaenergia)>. Acesso em: 12/04/2014.

FLEURY, A.; FLEURY A.T.L. **Aprendizagem e inovação organizacional**: as experiências de Japão, Coreia e Brasil. São Paulo: Atlas, 1995.

FLEXTROM-GRÜNDER SOLLEN MILLIONEN ZAHLEN. **Welt**. 12/10/2013. Disponível em:< <http://www.welt.de/finanzen/verbraucher/article120862520/Flexstrom-Gruender-sollen-Millionen-zahlen.html>>. Acesso em: 13/05/2014.

FRAUNHOFER. **Fraunhofer Energy Alliance**. 2014. Disponível em: <<http://www.fraunhofer.de/en/institutes-research-establishments/groups-alliances/energy.html>>. Acesso em: 23/04/2014.

FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation**. London: Frances Pinter, 1982.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment, business cycle and investment behaviour. In: DOSI, G. et al. (org). **Technical Change and Economic Theory**. New York: Pinter Publishers, 1988.

FURNAS. 1957-1967 como tudo começou. **Revista Furnas**, Ano XXXIII, nº 337, Fevereiro, 2007.

FURNAS. Tecnologia de ponta suporta construção civil de grande porte. **Apoena Revista de P&D&I de Furnas**, 4ª. edição, ano 3, p.6-13, Maio, 2011.

FURNAS. **Usina termelétrica convencional**. 2013. Disponível em: <[http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemaufurnas/usina\\_term\\_funciona.asp](http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemaufurnas/usina_term_funciona.asp)>. Acesso em: 13/07/2013.

FURNAS. **Furnas em números**. Ministério de Minas e Energia, 15 de julho de 2014.

FURTADO, A. T. **O Sistema Setorial de Inovação do setor elétrico brasileiro e o CTenerg**. Geopi, DPCT/Unicamp, Campinas, Agosto, 2010.

FURTADO, A.T. Mudança institucional e inovação na indústria brasileira de petróleo. **Revista Brasileira de Energia**. v. 9, n.1, 2002.

FURTADO, J.; URIAS, E. **Recursos naturais e desenvolvimento**. Brasília: IBRAM, 2013.

GARCEZ, C.M.D. Sistemas locais de inovação na economia do aprendizado: uma abordagem conceitual. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v.7, n.14, p.351-366, 2000.

GARNAUT, R. **Transforming the electricity sector** – Update 11. Update Paper, Canberra, 2011.

GAVIRA, M. O. **Gestão da inovação em subsidiárias de multinacionais do setor eletroeletrônico instaladas no Brasil**. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Campinas: Unicamp, 2008.

GHEMAWAT, P.; RIVKIN, J.W. Criando vantagem competitiva. In: GHEMAWAT, P. (Org.) **A estratégia e o cenário dos negócios: texto e casos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GHOSE, A.K. Technology vision 2050 for sustainable mining. **Procedia Earth and Planetary Science**, v.1, issue 1, p.2-6, September, 2009.

GIELFI, G.G. **O papel da universidade no sistema sectorial de inovação da indústria do petróleo: o caso do CEPETRO**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Campinas: Unicamp, 2013.

GLOBAL CARBON PROJECT. **Global Carbon Budget**. 2013. Disponível em: <<http://cdiac.ornl.gov/GCP/>>. Acesso em: 13/04/2014.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). **Global Wind Report: annual market update**. Brussels, 2012. Disponível em: <[http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual\\_report\\_2012\\_LowRes.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf)>. Acesso em: 12/03/2014.

GODET, M. **A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica: problemas e métodos**. Cadernos do CEPES, n.5, 1997. Disponível em: <<http://www.turismorural.org.br/download/20080615095245.pdf>>. Acesso em: 04/03/2014.

HORST, U.; WENZELBURGER, J. On-non ergodic asset prices. **Economic Theory**, vol. 34, n.2, p. 207-234, February, 2008.

HUMMEL, D. **Mittelstands- und Innovationsfinanzierung in Deutschland**. Ergebnisse und Hintergründe einer bundesweiten Unternehmensbefragung. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam, 2011.

HYDRO QUEBEC. **Comparison of electricity prices**. April 2013. Disponível em: <<http://www.hydroquebec.com/residential/understanding-your-bill/rates/comparison-of-electricity-prices/>>. Acesso em: 27/04/2014.

INDEPENDENT ELECTRICITY SYSTEM OPERATOR (IESO). **Managing a reliable grid**, s.d. Disponível em: <<https://ieso-public.sharepoint.com/Pages/Ontario%27s-Power-System/Reliability/Managing-A-Reliable-Grid.aspx>>. Acesso em: 11/03/2014.

INDUSTRY CANADA. **Canadian Company Capabilities**. Disponível em: <<http://www.ic.gc.ca/eic/site/ccc-rec.nsf/eng/00037.html>>. Acesso em: 12/12/2013.

INDUSTRY CANADA; MC MASTER UNIVERSITY. **State of advanced manufacturing: a Canadian perspective**, 2012. Disponível em: <[www.ic.gc.ca/advancedmanufacturing](http://www.ic.gc.ca/advancedmanufacturing)>. Acesso em: 24/05/2014.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de inovação tecnológica 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2005/pintec2005.pdf>>. Acesso em: 12/12/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de inovação tecnológica 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2008/pintec2008.pdf>>. Acesso em: 12/12/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de inovação 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>>. Acesso em: 12/12/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **A força da mineração brasileira**. Brasília: IBRAM, Julho, 2012a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Informações e análises da economia mineral brasileira**. IBRAM, 2011. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001455.pdf>>. Acesso em: 18/03/2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Mineração: parcerias para o desenvolvimento**. Série Spotlight 17, IBRAM, Junho 2012b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). Presidente Dilma apresenta proposta do novo marco regulatório da mineração. **Indústria da Mineração**, ano VIII, nº 61, p. 4-5, Julho, 2013.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Technology Roadmap: smart grids**. Paris: OECD, 2011.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook**. Paris: OECD, 2012.

KAHOULI-BRAHMI, S. Technological learning in energy-environment-economy modeling: a survey. **Energy Policy**, 36, p.138-162, 2008.

KESLER, S. **Mineral resources, economics and the environment**. New York: Macmillan Publishing Company, 1994.

KLINE, S.J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Orgs.) **The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth**. Washington D.C: National Academy Press, p.275-305, 1986.

KOPPE, J.C. A lavra na indústria mineral – estado da arte. In: FERNANDES, F.R.C. et al. (Orgs.) **Tendências tecnológicas Brasil 2015: geociências e tecnologia mineral**. Rio de Janeiro: CETEM, p. 81-102, 2007.

LA POINTE, H. Origins of mining regimes in Canada and the legacy of the free mining system. In: CONFERENCE RETHINKING EXTRACTIVE INDUSTRY: REGULATION, DISPOSSESSION AND EMERGING CLAIMS. **Proceedings...**Toronto, York University, 5-7 March, 2009.

LAVERDURE, L.; FECTEAU, J.M. **Definition of an action plan in research and development, trial and experimentation to promote safety for underground mining operations.** Canadian Mining Industry Research Organization, 28 September 2004. Disponível em: <<http://www.camiro.org/images/Mining%20Reports/CANMET-MMSL%2004-037%28CR%29%20English%20Report.pdf>>. Acesso em: 14/03/2012.

LEMA, R.; QUADROS, R.; SCHMITZ, H. Innovation in the Brazilian auto and Indian software industry. Insights into the organisation of knowledge creating activities in global value chains. Institute of Development Studies, **IDS Research Report 73**, Brighton: IDS, 2012.

LE MOS, P. A.B. **As universidades de pesquisa e a gestão estratégica do empreendedorismo** – uma proposta de metodologia de análise de ecossistemas. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Campinas: Unicamp, 2011.

LE MOS, P. **Universidades e ecossistemas de empreendedorismo.** Campinas: Editora Unicamp, 2013.

LIZUKA, M. “Low-tech” industry: a new path for development? The case of salmon farming industry in Chile. In: MALERBA, F.; MANI, S. (Eds.) **Sectoral Systems of Innovation and production in developing countries: actors, structure and evolution.** Massachussets: Edward Elgar, p. 232-258, 2009.

LUHMANN, N. **Die Realität der Massenmedien.** Westdeutscher Verlag: Opladen, 2006.

LUNDEVALL, B.A et al. Innovation systems and economic development. The 9<sup>th</sup>. Globelics Conference, 2011, Argentina. **Proceedings...**Argentina, 15-17 November, 2011.

LUNDEVALL, B.A. Innovation as interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: Dosi, G. et al. (Eds.) **Technical change and economic theory.** London: Printer Publishers, p. 349-369, 1988.

MALERBA, F. Sectoral systems and innovation and technology policy. **Revista Brasileira de Inovação**, v.2, n.2, Jul/Dez., 2003.

MALERBA, F.; MANI, S. Sectoral Systems of Innovations and Production in developing countries: an introduction. In: MALERBA, F.; MANI, S. (Eds.) **Sectoral Systems of Innovation and production in developing countries: actors, structure and evolution.** Massachussets: Edward Elgar, p.1-26, 2009.

MARQUES, R.A.; OLIVEIRA, L.G. Sectoral system of innovation in Brazil: reflections about the accumulation of technological capabilities in the aeronautic sector (1990-2002). In: MALERBA, F.; MANI, S. (Eds.) **Sectoral Systems of Innovation and production in**

**developing countries: actors, structure and evolution.** Massachussets: Edward Elgar, p.156-206, 2009.

MARSHALL, B. **Facts and figures of the Canadian mining industry 2013.** Ottawa: The Mining Association of Canada, 2013.

MARTINS, R.B; BRITTO, O.E.A. **História da mineração no Brasil.** São Paulo: Atlas Copco, 1989.

MINALLIANCE. **100 Innovations in the mining industry.** Montreal: The Mining Association of Canada, 2012. Disponível em: <[http://www.oma.on.ca/en/ontariomining/resources/Minalliance\\_100\\_innovations\\_en.pdf](http://www.oma.on.ca/en/ontariomining/resources/Minalliance_100_innovations_en.pdf)>. Acesso em: 09/07/2013.

MINERALS COUNCIL OF AUSTRALIA. **Twenty 13 Annual Report.** ACT Australia: MCA, 2013.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Inovação tecnológica e transferência de tecnologia.** Brasília, Outubro, 2001. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0002/2212.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0002/2212.pdf)>. Acesso em: 17/04/2012.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Arrecadação, dotação orçamentária e execução financeira.** Brasília, 2005-2012. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27181.html>>. Acesso em: 18/05/2014.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Portaria nº 251 de 12 de março de 2014.** Estabelece as Diretrizes para a Gestão da Política de Inovação das Unidades de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/67511146/dou-secao-1-13-03-2014-pg-9>>. Acesso em: 23/06/2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Agregação de valor na indústria mineral.** Oficina participativa, Brasília, 6 de Maio, 2010. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/Relatorio\\_8a\\_oficina.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/Relatorio_8a_oficina.pdf)>. Acesso em: 12/11/2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica: perguntas e respostas.** Brasília, DF: MME, Setembro, 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Mineração 2030: geologia, mineração e transformação mineral.** Brasília, DF, Maio, 2011. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/Plano\\_Nacional\\_de\\_Minera\\_xo\\_2030\\_\\_\\_Consulta\\_Publica\\_10\\_NOV.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/Plano_Nacional_de_Minera_xo_2030___Consulta_Publica_10_NOV.pdf)>. Acesso em: 16/04/2012.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Balança comercial brasileira.** Exportação, 2012. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=3758&refr=1161>>. Acesso em: 13/12/2013.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Balança comercial brasileira**. Exportação, 2011. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=3368&refr=1161>>. Acesso em: 15/10/2012.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Balança comercial brasileira**. Exportação, 2010. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=3368&refr=1161>>. Acesso em: 15/10/2012.

MINTZBERG, H., AHLSTRAND, B., LAMPEL, J. **Safári de estratégia**. Porto Alegre, Bookman, 2ª. Ed., 2010.

NATURAL RESOURCES CANADA (NRCAN). **Energy markets factbook 2013-2014**. NRCAN, 2013. Disponível em: <[http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/files/pdf/2013/EnergyMarket\\_e.pdf](http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/files/pdf/2013/EnergyMarket_e.pdf)>. Acesso em 24/04/2014.

NATURAL RESOURCES CANADA (NRCAN). **Minerals and metals policy**. Date modified: 14-04-2014. NRCAN, 2014. Disponível em: <<http://www.nrcan.gc.ca/mining-materials/policy/8690>>. Acesso em: 13/05/2014.

NEBOT, E.N. **Surface Mining**: main research issues for autonomous operations. Springer Tracts in advanced robotics, volume 28, p.268-280, 2007.

NELSON, R. R.; WINTER, S.G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora Unicamp, 2005.

NOOR, K. B.M. **Case study**: a strategic research methodology. American Journal of Applied Sciences 5 (11), p. 1602-1604, 2008.

OLIVEIRA, K.; VIANNA, M. **Fundamentos da teoria ergódica**. Apostila do Instituto de Matemática Pura e Aplicada. s.d. Disponível em: <<http://w3.impa.br/~viana/out/fte.pdf>>. Acesso em: 01/12/2014.

OLIVEIRA, L.G. Tendências tecnológicas do setor elétrico. In: POMPERMAYER, F.M. et al. (Orgs.) **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro**: uma avaliação do programa de P&D regulado pela ANEEL. Brasília: IPEA, p.55-87, 2011.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Oslo manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3. ed., OECD: Paris, 2005.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Statistics**. Disponível em: <<http://www.oecd.org/statistics/>>. Acesso em: 12/02/2014.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation**: inovação em modelos de negócios. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

PACHECO, R.S. Regulação no Brasil: desenho das agências e formas de controle. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, 40 (4), p.523-543, Jul/Ago., 2006.

PAIVA, S.C.F. **Estratégias de política industrial e desenvolvimento econômico**: ideias e ideais de Fernando Fajnzylber para a América Latina. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Campinas: Unicamp, 2006.

PHAAL, R; FARRUKH, C.J.P; PROBERT, D.R. Technology Roadmapping – a planning framework for evolution and revolution. **Technology Forecasting and Social Change**. 71, p. 5-26, 2004.

PLETCHER, F.; MOLODECKI, S. Mining report: first nations consultation requirements challenges “free entry”. **Business Vancouver**, September 17th, 2013. Disponível em: <<http://www.biv.com/article/20130917/BIV0108/309179966/-1/BIV/mining-report-first-nations-consultation-requirements-challenge>>. Acesso em: 13/05/2014.

POMPERMEYER, F.M. A rede de pesquisa formada pelo programa de P&D regulado pela ANEEL: abrangência e características. In: \_\_\_\_\_. **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela ANEEL**. Brasília: IPEA, p.13-53, 2011.

POMPERMEYER, M. L. Desafios e perspectivas para a inovação tecnológica no setor de energia elétrica. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL**, nº 3, p.12-14, Junho, 2009.

PORTER, M. **Competitive strategy**: techniques for analyzing industries and competitors. New York: Free Press, 1980.

PORTER, M. How competitive forces shape strategy. **Harvard Business Review**, Reprint 79208, p.1-10, Mar/Apr., 1979.

POSSAS, M. **Estruturas de mercado em oligopólio**. São Paulo: Hucitec, 1985.

PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. In: FOSS, N. (Ed.) **Resources, firms and strategies**. Oxford University Press: New York, 1997.

PRÓ-INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (PROTEC). **Monitor do déficit tecnológico**: resumo de 2012. Disponível em: <<http://protec.org.br/noticias/pagina/28773/Monitor-do-Deficit-Tecnologico-Resumo-de-2012>>. Acesso em: 12/04/2014.

PRÓ-INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (PROTEC). **Monitor do déficit tecnológico**: resumo de 2013. Disponível em: <<http://protec.org.br/noticias/pagina/30800/Monitor-do-Deficit-Tecnologico-Resumo-de-2013>>. Acesso em: 12/04/2014.

QUADROS, R. **Aprendendo a inovar: padrões de inovação tecnológica em empresas brasileiras**. Texto apresentado na VIII Conferência Nacional da ANPEI, 2008, 30 p.

QUADROS, R. Mapeamento da cadeia aeronáutica brasileira. In: MONTORO, G.C.F.; MINGON, M.N. (Orgs.) Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios. BNDES, Rio de Janeiro, p. 71-196, 2009.

QUADROS, R. **Padrões de gestão da inovação tecnológica em empresas brasileiras**: as diferenças por tamanho, nacionalidade e setor de negócios. Relatório de Pesquisa para o CNPq, Campinas: Unicamp, 2005.

RASCH, W. Theory of complexity, complexities of theory: Harbermas, Luhmann, and the study of social sciences. **German Studies Review**, 14, p.65-83, 1991.

REDE APL MINERAL. **Associações, sindicatos e cooperativas**. Atualizado em Fevereiro 2008. Disponível em: <<http://www.redeaplmineral.org.br/apl-de-base-mineral/apls-pelo-brasil/cooperativas>>. Acesso em: 20/05/2014.

REIS, E; BICHO, C.P.; MELO, E. Exploração mineral: tendências tecnológicas. In: FERNANDES, F.R.C et al. (Orgs.) **Tendências tecnológicas Brasil 2015**: geociências e tecnologia mineral. Rio de Janeiro: CETEM, p. 23-34, 2007.

RIORDAN; M.; WILLIAMSON, O.E. Asset specificity and economic organization. **International Journal of Industrial Organization**, 3, p. 365-378, 1985.

ROBSON, A. **Australia's carbon tax**: an economic evaluation. Brisbane, Australia, Griffith University, September, 2013.

ROSENBERG, N. **Inside the black box**: technology and economics. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

ROSENBERG, N. Technological change in the machine tool industry, 1840-1910. **The Journal of Economic History**, 23 (4), 1963.

ROTHWELL, R.; ZEGVELD, W. Designing and implementing innovation policy. In: ROESSNER, D. (Org.) **Government innovation policy**: design, implementation, evaluation. London: The Macmillan Press, p. 19-36, 1988.

SACHS, J.; WARNER, A.M. **Natural resource abundance and economic growth**. Center for International Development and Harvard Institute for International Development, November, 1997.

SADDLER, H. **Power down**: why is electricity consumption increasing? The Australian Institute, Institute Paper nº 14, December, 2013.

SALLES-FILHO, S. et al. Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia de Avaliação de Programas de Fomento a C,T&I: o método de decomposição. In: XII SEMINARIO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, **Anais...** Buenos Aires, 2007.

SALLES-FILHO, S.L.M. et al. **Guía metodológica para el diagnóstico de sistemas nacionales de innovación agroalimentaria en América Latina y Caribe**. San José: Innovagro, Abril, 2012.

SALLES-FILHO, S. L. M. et al. Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia. In: SILVEIRA, J.M; DAL POZ; M. E.; ASSAD; A.L. (Orgs.) **Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil**. Campinas: Instituto de Economia e FINEP, p.311-343, 2004.

SAMARCO. **Pesquisa e inovação**. s.d.a. Disponível em: <<http://www.samarco.com.br/modules/system/viewPage.asp?P=1120&VID=default&SID=995731365249221&S=1&C=9846>>. Acesso em: 22/04/2012.

SAMARCO. **Tecnologia**. s.d.b. Disponível em: <<http://www.samarco.com.br/modules/system/viewPage.asp?P=1311&VID=default&SID=975066001582489&S=1&C=7908>>. Acesso em: 22/04/2012.

SAMARCO. **Relatório de Sustentabilidade 2013**. Disponível em: <<http://www.samarco.com.br/ras2013/pt/sobre-relatorio.html>>. Acesso em: 12/06/2014.

SANTOS, M.C.B.G; PINHO, M. Estratégias tecnológicas em transformação: um estudo da indústria farmacêutica brasileira. **Gestão e Produção**, São Carlos, v.19, n.2, p.405-418, 2012.

SCHLOMANN, B; EICHHAMMER, W. **Energy efficiency policies and measures in Germany**. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, November, 2012.

SCHUMPETER, J.A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1997.

SCOTT-KEMIS, D. **Australian story**: the formation of Australian mining technology services and equipment suppliers. University of Sydney, November, 2011.

SEIDL, D. Luhmann's theory of autopoietic social systems. Ludwig-Maximilians-Universität München. **Munich Business Research**, 2004.

SEIDL, U. et al. A new approach for analysing national innovation systems in emerging and developing countries. **Industry and higher education**, vol. 27, p.279-285, August, 2013.

SELLTIZ, C. et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: EPU e EDUSP, 1975.

SHARP, B. Competitive marketing strategy: Porter revisited. **Marketing Intelligence and Planning**, v.9 n.1, p.4-10, 1991.

SMITH, M. et al. Factors influencing and organisation's ability to manage innovation: a structured literature review and conceptual model. **International Journal of Innovation Management**, v.12, n°4, p.655-676, December, 2008.

STATISTICS CANADA. **Imports, exports and trade balance of goods on a balance-of-payments basis by product**. Disponível em: <<http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l01/cst01/gblec04-eng.htm>>. Acesso em: 02/05/2014.

STATISTISCHES BUNDESAMT. **Einfuhr und Ausfuhr (Spezialhandel) nach den Güterabteilungen des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken 2013**. Disponível em: <<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Aussenhandel/Handelswaren/Tabellen/EinfuhrAusfuhrGueterabteilungen.html>>. Acesso em: 12/03/2014.

STONEHOUSE, G.; SNOWDON, B. Competitive advantage revisited: Michael Porter on strategy and competitiveness. **Journal of Management Inquiry**, v.16, p.256-273, 2007.

SUSTAINABLE ENERGY ASSOCIATION OF AUSTRALIA (SEA). **Creating a sustainable energy future for Western Australia**. s.d. Disponível em: <[http://www.seaaus.com.au/files/sea\\_creating\\_a\\_sustainable\\_energy\\_future\\_for\\_western\\_australia.pdf](http://www.seaaus.com.au/files/sea_creating_a_sustainable_energy_future_for_western_australia.pdf)> Acesso em: 12/06/2014.

SYED, A.; GRAFTON, Q.; KALIRAJAN, K. **Productivity in the Australian mining sector**. Canberra: Bureau of Resources and Energy Economics, March, 2013.

TAGGART, M. The free entry mineral allocation system in Canada's North: economics and alternatives. **Working paper**, Canadian Arctic Resources Committee, August, 1998.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a terra**. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 2008.

THE COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION (CSIRO). Automating the mine. **Earthmakers**, Australia, issue 19, Mar/Apr. 2009. Disponível em: <<http://www.csiro.au/files/files/pp19.pdf>>. Acesso em: 18/02/2012.

THE COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION (CSIRO). **Annual Report 2012-2013**. Clayton South: CSIRO, 2012.

THE COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION (CSIRO). **About CSIRO**. 2014. Disponível em: <<http://www.csiro.au/Portals/About-CSIRO.aspx>>. Acesso em: 14/05/2014.

THOMSON REUTERS. **The world university rankings 2012-2013**. Disponível em: <<http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2012-13/world-ranking/range/001-200>>. Acesso em: 01/05/2014.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing innovation: integrating technological, market, and organizational change**. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

TIGRE. P.B. Apresentação. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, 8 (1), p.9-34, Jan/Jun., 2009.



U.S GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Mineral Commodity Summaries 2013**. US Geological Survey. Washington: USGS, 2013. Disponível em: <<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2013/mcs2013.pdf>>. Acesso em: 07/12/2013.

VALE. A Gerência de Cooperação e Fomento – Departamento do Instituto Tecnológico Vale. **Apresentação institucional**. Universidade de Brasília, 6 Maio 2011. Disponível em: <<http://www.unb.br/administracao/decanatos/dpp/diadi/Seminarios/Vseminario/UNB%20Maio%202011.pdf>>. Acesso em: 22/01/2012.

VALE. **Nossa história 2012**. Editora Verso Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.vale.com/PT/aboutvale/book-our-history/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 12/12/2013.

VALE. **A experiência do Departamento Instituto de Tecnologia Vale (DITV) em parcerias público-privadas nos investimentos em PD&I e formação de RH**. II Seminário sobre inovação CNI. Brasília, Junho 2013a. Disponível em: <<http://www.redeaplmineral.org.br/inovamin/apresentacoes/DITV%20-%20Sandoval%20Carneiro.pdf>>. Acesso em: 28/05/2014.

VALE. **Relatório de sustentabilidade 2013**. 2013b. Disponível em: <<http://www.vale.com/PT/aboutvale/sustainability/links/LinksDownloadsDocuments/relatorio-de-sustentabilidade-2013.pdf>>. Acesso em: 24/04/2014.

VALOR. Vale quer retomar liderança no mercado mundial de minério de ferro. **Valor Econômico**, 29 de Janeiro, 2013. Acesso em: 20/03/2012.

VALOR. Vale: inovação é saída para garantir competitividade. **Valor Econômico**, 04 de Julho 2013. Acesso em: 13/02/2014.

VILHA, A. O. M. **Gestão da inovação na indústria brasileira de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos: uma análise sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável**. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Campinas: Unicamp, 2009.

WALLIN, M. **The Australian electricity market and renewable energy sector**. Minter Ellison Lawyers, s.d. Disponível em: <<http://corrente.gse.it/Lists/GSE%20Contenuti/Attachments/839/Minter%20Ellison%20Michael%20Wallin%20Renewable%20Energy%20presentation%20January%202013.pdf>>. Acesso em: 06/12/2013.

WORLD BANK. **Databank**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/topic>>. Acesso em: 03/03/2014.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Patent Cooperation Treaty**. 2014. Disponível em: <[http://www.wipo.int/pct/en/texts/articles/a22.htm#\\_22\\_1](http://www.wipo.int/pct/en/texts/articles/a22.htm#_22_1)>. Acesso em: 05/04/2014.

WRIGHT, G.; CZELUSTA, J. **Exorcizing the resource curse: minerals as a knowledge industry, past and present**. Working paper. Stanford University, Department of Economics,

July 2002. Disponível em: <<http://www-econ.stanford.edu/faculty/workp/swp02008.pdf>>. Acesso em: 21/04/2012.

# ANEXO 1 - Matrizes quadradas de influência e dependência por SSI e país estudado

## 1-a: SSI de energia, Brasil

	Concessionários do serviço público	Comercializador	Produtores independentes	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	Venture capitalists	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Organismos de suporte à operação	Residenciais	Comerciais	Industriais	Rurais	Públicos	Organismos de fomento	Universidades	Empresas startups	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e	Associações de provedores de energia	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de consumidores	Associações de trabalhadores	Total
Concessionários do serviço público	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	20
Comercializador	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	14
Produtores independentes	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	13
Bancos de desenvolvimento	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Bancos comerciais	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Venture capitalists	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organismos de planejamento	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	16
Organismos de regulação	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	16
Organismos normatizadores	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	14
Organismos de suporte à operação	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Residenciais	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Comerciais	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Industriais	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Rurais	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Públicos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Organismos de fomento	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5
Universidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empresas startups	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Institutos de pesquisa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Associações de provedores de energia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Associações de fornecedores de equipamentos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Associações de consumidores	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Associações de trabalhadores	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	12	9	7	11	2	0	0	4	13	10	6	11	11	12	11	11	3	5	2	1	2	6	4	7	3	163

## 1-b: SSI de energia, Canadá

	Concessionários do serviço público	Comercializador	Produtores independentes	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	<i>Venture capitalists</i>	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Organismos de suporte à operação	Residenciais	Comerciais	Industriais	Rurais	Públicos	Organismos de fomento	Universidades	Empresas <i>startups</i>	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e	Associações de provedores de energia	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de consumidores	Associações de trabalhadores	Total
Concessionários do serviço público	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	15
Comercializador	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Produtores independentes	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	15
Bancos de desenvolvimento	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bancos comerciais	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Venture capitalists</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
Organismos de planejamento	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	19
Organismos de regulação	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	19
Organismos normatizadores	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	18
Organismos de suporte à operação	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Residenciais	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Comerciais	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Industriais	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Rurais	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Públicos	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Organismos de fomento	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	12
Universidades	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6
Empresas <i>startups</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	15
Institutos de pesquisa	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	14
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	14
Associações de provedores de energia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Associações de fornecedores de equipamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Associações de consumidores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Associações de trabalhadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	17	15	16	10	4	0	4	14	15	16	16	10	10	10	10	9	7	9	9	10	9	8	1	1	0	230

## 1-c: SSI de energia, Alemanha

	Concessionários do serviço público	Comercializador	Produtores independentes	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	<i>Venture capitalists</i>	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Organismos de suporte à operação	Residenciais	Comerciais	Industriais	Rurais	Públicos	Organismos de fomento	Universidades	Empresas <i>startups</i>	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e	Associações de provedores de energia	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de consumidores	Associações de trabalhadores	Total
Concessionários do serviço público	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
Comercializador	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
Produtores independentes	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	13
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	20
Bancos de desenvolvimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bancos comerciais	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7
<i>Venture capitalists</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Organismos de planejamento	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	21
Organismos de regulação	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	12
Organismos normatizadores	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
Organismos de suporte à operação	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12
Residenciais	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Comerciais	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Industriais	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Rurais	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Públicos	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Organismos de fomento	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Universidades	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	13
Empresas <i>startups</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	13
Institutos de pesquisa	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	13
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	14
Associações de provedores de energia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Associações de fornecedores de equipamentos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7
Associações de consumidores	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Associações de trabalhadores	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6
Total	16	16	17	14	0	4	7	9	8	8	7	12	12	12	12	13	9	9	9	8	9	12	8	10	5	246

### 1-d: SSI de energia, Austrália

	Concessionários do serviço público	Comercializador	Produtores independentes	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	Venture capitalists	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Organismos de suporte à operação	Residenciais	Comerciais	Industriais	Rurais	Públicos	Organismos de fomento	Universidades	Empresas startups	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Associações de provedores de energia	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de consumidores	Associações de trabalhadores	Total
Concessionários do serviço público	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	14
Comercializador	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	12
Produtores independentes	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
Bancos de desenvolvimento	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Bancos comerciais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Venture capitalists	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Organismos de planejamento	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	19
Organismos de regulação	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
Organismos normatizadores	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
Organismos de suporte à operação	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
Residenciais	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	11
Comerciais	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	11
Industriais	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	11
Rurais	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	11
Públicos	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	11
Organismos de fomento	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	8
Universidades	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5
Empresas startups	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Institutos de pesquisa	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	8
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	10
Associações de provedores de energia	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	10
Associações de fornecedores de equipamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Associações de consumidores	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Associações de trabalhadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	19	14	15	17	5	0	2	10	12	10	11	11	11	11	11	11	8	9	9	8	9	11	6	13	1	244

## 1-e: SSI de mineração, Brasil

	Empresas mineradoras	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fornecedores de serviços especializados	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	<i>Brokers</i>	<i>Venture capitalists</i>	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Empresas	Agências de fomento	Universidades	Empresas <i>startups</i>	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Associações de mineradoras	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de trabalhadores	Associações de moradores	Total
Empresas mineradoras		1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	12
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1		1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	12
Fornecedores de serviços especializados	1	1		1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	12
Bancos de desenvolvimento	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bancos comerciais	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Brokers</i>	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Venture capitalists</i>	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organismos de planejamento	1	1	1	0	0	0	0		1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	8
Organismos de regulação	1	1	1	0	0	0	0	0		1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7
Organismos normatizadores	1	1	1	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6
Empresas	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Agências de fomento	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	1	0	1	0	0	0	4
Universidades	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	2
Empresas <i>startups</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Institutos de pesquisa	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0		0	1	0	0	0	6
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		0	0	0	0	4
Associações de mineradoras	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0		0	1	0	6
Associações de fornecedores de equipamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Associações de trabalhadores	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1
Associações de moradores	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
Total	13	9	8	2	0	0	0	5	5	9	6	4	5	0	5	4	8	0	1	3	87

### 1-f: SSI de mineração, Canadá

	Empresas mineradoras	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fornecedores de serviços especializados	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	Brokers	Venture capitalists	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Empresas	Organismos de fomento	Universidades	Empresas startups	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Associações de mineradoras	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de trabalhadores	Associações de moradores	Total
Empresas mineradoras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	16
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	13
Fornecedores de serviços especializados	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	11
Bancos de desenvolvimento	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
Bancos comerciais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brokers	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	17
Venture capitalists	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	17
Organismos de planejamento	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12
Organismos de regulação	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	15
Organismos normatizadores	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	9
Empresas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
Organismos de fomento	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	11
Universidades	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	7
Empresas startups	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	7
Institutos de pesquisa	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	11
Associações de mineradoras	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Associações de fornecedores de equipamentos	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	10
Associações de trabalhadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Associações de moradores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	16	15	14	6	6	16	7	9	7	9	7	10	10	14	10	11	8	9	0	0	184



### 1-g: SSI de mineração, Alemanha

	Empresas mineradoras	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fornecedores especializados	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	<i>Brokers</i>	<i>Venture capitalists</i>	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Empresas	Organismos de fomento	Universidades	Empresas <i>startups</i>	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Associações de mineradoras	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de trabalhadores	Associações de moradores	Total
Empresas mineradoras		1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	7
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1		1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	14
Fornecedores especializados	1	0		1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	9
Bancos de desenvolvimento	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bancos comerciais	1	1	1	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Brokers</i>	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Venture capitalists</i>	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organismos de planejamento	1	1	1	0	0	0	0		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Organismos de regulação	1	1	1	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
Organismos normatizadores	1	1	1	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7
Empresas	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0		0	1	0	1	1	0	0	0	0	6
Organismos de fomento	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		1	0	1	0	0	0	0	0	5
Universidades	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	1	1	0	0	0	0	5
Empresas <i>startups</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Institutos de pesquisa	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0		1	0	0	0	0	6
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1		0	0	0	0	7
Associações de mineradoras	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	4
Associações de fornecedores de equipamentos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	2
Associações de trabalhadores	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3
Associações de moradores	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
Total	14	8	12	2	2	0	1	3	4	9	8	1	7	0	7	8	1	1	3	0	91

## 1-h: SSI de mineração, Austrália

	Empresas mineradoras	Fabricantes de equipamentos e sistemas	Fornecedores especializados	Bancos de desenvolvimento	Bancos comerciais	Brokers	Venture capitalists	Organismos de planejamento	Organismos de regulação	Organismos normatizadores	Empresas	Organismos de fomento	Universidades	Empresas startups	Institutos de pesquisa	Laboratórios de assistência técnica e certificação	Associações de mineradoras	Associações de fornecedores de equipamentos	Associações de trabalhadores	Associações de moradores	Total	
Empresas mineradoras		1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Fabricantes de equipamentos e sistemas	1		1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	15
Fornecedores especializados	1	1		1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	14
Bancos de desenvolvimento	1	1	1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Bancos comerciais	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brokers	1	1	1	1	0		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
Venture capitalists	1	1	1	1	1	1		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Organismos de planejamento	1	1	1	0	0	0	0		0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	9
Organismos de regulação	1	1	1	0	0	0	0	0		1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Organismos normatizadores	1	1	1	0	0	0	0	0	0		1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	8
Empresas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	17
Organismos de fomento	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0		1	1	1	1	1	0	0	0	0	9
Universidades	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1		1	1	1	1	1	0	0	0	12
Empresas startups	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1		0	0	0	1	0	0	0	10
Institutos de pesquisa	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0		1	1	1	0	0	0	12
Laboratórios de assistência técnica e certificação	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1		1	0	0	0	0	11
Associações de mineradoras	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1		1	0	1	0	12
Associações de fornecedores de equipamentos	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	3
Associações de trabalhadores	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	5
Associações de moradores	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	2
Total	17	17	15	7	3	6	8	7	10	15	12	8	11	13	12	13	12	12	5	6	209	

## ANEXO 2

### Modelo de questionário aplicado às empresas de energia e mineração

#### Informações gerais sobre o entrevistado:

Identificação do entrevistado:

Cargo do entrevistado:

Área/Departamento:

Informações para contato:

Tempo de empresa:

#### Informações econômico-financeiras sobre P&D&I:

1. Quanto a empresa investe anualmente em P&D&I?

*Para as empresas de energia: qual é o percentual correspondente ao investimento não-Aneel?*

2. A empresa se utiliza de outras fontes de financiamento à inovação tecnológica? Se sim, quais? Como é feita a captação de recursos de financiamento?

**Governança de P&D&I:**

3. Como está organizada a área de P&D&I na empresa? Existe uma área responsável pela gestão da inovação tecnológica?

4. Qual é o posicionamento da área de gestão da inovação no organograma da empresa?

5. Quais são as principais atribuições da área de gestão da inovação tecnológica na empresa?

6. Quais são os principais processos sob a responsabilidade da área de gestão da inovação tecnológica?

7. Cite os principais desafios enfrentados pela área de gestão da inovação tecnológica no contexto da organização.

8. Cite os principais desafios enfrentados pela área de gestão da inovação tecnológica no contexto do gerenciamento de instituições de pesquisa.

9. A empresa possui um comitê gestor de tecnologia e inovação? Se sim, quais são os cargos de seus membros e quais as atribuições deste comitê?

10. Existe envolvimento da alta direção da empresa na gestão da inovação tecnológica? Em caso afirmativo, qual é o grau deste envolvimento?

### **Processos e Ferramentas**

11. Como são escolhidos os temas de P&D&I? Existe um planejamento tecnológico e de inovação atrelado ao planejamento estratégico da empresa?

12. A empresa monitora o surgimento de novas oportunidades para orientar sua P&D&I? Se sim, como isso é feito?

13. Como são realizadas a captação e seleção de ideias de P&D&I?

14. Como são escolhidos os gerentes de projetos de P&D&I na empresa?

15. A empresa gerencia o seu portfólio de projetos de P&D&I? Como isto é feito?

16. Como são escolhidos os fornecedores e as ICTs para participarem dos projetos de P&D&I?

17. Como a empresa se apropria dos resultados gerados a partir dos projetos de P&D&I? Quais são as diretrizes principais da política de propriedade intelectual?

18. A empresa aplica os resultados dos projetos em seus processos de trabalho? Poderia citar um exemplo de como isso é feito?

19. A empresa transfere a tecnologia gerada através de P&D&I? Se sim, como isto é feito?

20. A empresa avalia os impactos da P&D&I em seus processos? Se sim, como isto é feito?

21. Como a empresa enxerga o papel da inovação tecnológica em seus processos?  
*Para empresas de energia: como a empresa enxerga o programa de P&D Aneel em termos de resultados para seus processos?*

## ANEXO 3

### Questionário aplicado à Associação Campinas Startups

1. Há quanto tempo você é empreendedor?

2. Há quanto tempo você está na ACS?

3. Quantas empresas estão associadas à ACS?

4. Qual é a composição setorial das empresas associadas?

5. Em sua opinião, qual é a importância das empresas *startups* no desenvolvimento técnico-econômico do país?

6. Como você avalia o papel das agências de fomento à pesquisa e inovação no crescimento de novos negócios com potencial inovador?

7. Como você avalia o papel dos bancos comerciais e de investimento no financiamento às *startups*?

8. Como você avalia as políticas e a disponibilidade de recursos de financiamento para as *startups*?

9. Como você avalia as políticas de C,T&I para as *startups*?