



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Geociências

ROBSON ALEXANDRE SIMÕES

**NUVENS ANCORADAS NO TERRITÓRIO: TIPOLOGIA E TOPOLOGIA.
ANÁLISE DO CLUSTER DE DATA CENTERS
NA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS**

CAMPINAS | 2023

ROBSON ALEXANDRE SIMÕES

**NUVENS ANCORADAS NO TERRITÓRIO: TIPOLOGIA E TOPOLOGIA.
ANÁLISE DO CLUSTER DE DATA CENTERS
NA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS**

**Dissertação de Mestrado apresentada
ao Instituto de Geociências da Unicamp
para obtenção do Título de Mestre
em Geografia na Área de Análise
Ambiental e Dinâmica Territorial.**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Abid Castillo

**Este exemplar corresponde à versão final
da dissertação defendida pelo aluno
Robson Simões e orientada pelo Prof.
Dr. Ricardo Abid Castillo.**

CAMPINAS | 2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

Si45n Simões, Robson Alexandre
Nuvens ancoradas no território : tipologia e topologia. análise do cluster de data centers na Região Metropolitana de Campinas / Robson Alexandre Simões. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Ricardo Abid Castillo.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Centros de processamento de dados. 2. Cluster. 3. Redes telemáticas. 4. Computação em nuvem. 5. Financeirização. I. Castillo, Ricardo, 1963-. II. . III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. IV. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Clouds anchored in the territory : typology and topology. analysis of the data center cluster in the Campinas Metropolitan Region, Brazil

Palavras-chave em inglês:

Data centers

Cluster

Telematic networks

Cloud computing

Financialization

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Mestre em Geografia

Banca examinadora:

Ricardo Abid Castillo [Orientador]

Maria Mônica Arroyo

Janaina Oliveria Pamplona da Costa

Data de defesa: 24-11-2023

Programa de Pós-Graduação: Geografia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0009-0000-9533-5337>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/7126020403681541>



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: Robson Alexandre Simões

**“NUVENS ANCORADAS NO TERRITÓRIO: TIPOLOGIA E TOPOLOGIA.
ANÁLISE DO CLUSTER DE DATA CENTERS NA REGIÃO METROPOLITANA
DE CAMPINAS”**

**“CLOUDS ANCHORED IN THE TERRITORY: TYPOLOGY AND TOPOLOGY.
ANALYSIS OF THE DATA CENTER CLUSTER IN THE CAMPINAS
METROPOLITAN REGION, BRAZIL”**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ricardo Abid Castillo

Aprovada em: 24/11/2023

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Ricardo Abid Castillo – Presidente

Profa. Dra. Janaina Oliveira Pamplona da Costa

Profa. Dra. Maria Mônica Arroyo

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 24 de novembro de 2023.

Para Ana e Carolina.

Agradecimentos

Ao professor Ricardo Castillo pela orientação criteriosa e análises sempre aprofundadas.

À professora Monica Arroyo pelos ricos comentários e reflexões precisas, únicas.

À professora Janaina Oliveira Pamplona da Costa pelas sugestões valiosas a este trabalho.

Aos colegas pesquisadores do grupo de pesquisa Logística, Agricultura e Usos do Território Brasileiro (LAUTER) do Instituto de Geociências (IG) da Unicamp, em especial, à Ana Carolina T. Marquezini Faccin, Heloísa Santos Molina Lopes e Lucas Guide pelo incentivo contínuo e paixão pela pesquisa com poder transformador.

À professora Cristina de Campos coordenadora do Núcleo de Pesquisa em História, Território e Tecnologia (NUphitt) do IG Unicamp, pela amizade e trabalhos de pesquisa em conjunto.

Aos docentes do IG Unicamp, pelo conhecimento compartilhado e convívio prolífico.

Aos funcionários do IG Unicamp por todo auxílio.

Aos colegas do Advanced Intelligent Technology Solutions Labs (AINTSO Labs), Estados Unidos e América Latina, pelas ideias criativas e projetos desafiadores.

Aos geógrafos Rolver Costa e Anderson Sabino pelo companheirismo, leitura atenta dos capítulos e *insights* preciosos. À pesquisadora Cintia Silva, pela troca enriquecedora, amizade e discussões acadêmicas instigantes.

À Ana e Carolina, por toda motivação, amor e suporte incessantes e vitais para a construção deste trabalho. E a YHWH, sinônimo de graça e amor incondicionais, infinitos.

"Mas, o trabalho e a paixão fazem com que surja a intuição, especialmente quando ambos atuam ao mesmo tempo. Apesar disso, a intuição não se manifesta quando nós queremos, mas quando ela quer. Certo é que as melhores ideias nos ocorrem (...) quando nos encontramos sentados em uma poltrona (...) quando passeamos por uma estrada que apresente ligeiro aclive ou quando ocorram circunstâncias semelhantes. Seja como for, as ideias nos acodem quando não as esperamos e não estamos sentados a nossa mesa de trabalho, fatigando o cérebro a procurá-las. É verdade, entretanto, que elas não nos ocorreriam se, anteriormente, não houvéssimos refletido longamente em nossa mesa de estudos e não houvéssimos, com devoção apaixonada, buscado uma resposta."

Max Weber

"Há um quadro de [Paul] Klee que se chama Angelus Novus. Representa um anjo que parece querer afastar-se de algo que ele encara fixamente. Seus olhos estão escancarados, sua boca dilatada, suas asas abertas. O anjo da história deve ter esse aspecto. Seu rosto está dirigido para o passado. Onde nós vemos uma cadeia de acontecimentos, ele vê uma catástrofe única, que acumula incansavelmente ruína sobre ruína e as dispersa a nossos pés.(...) Mas uma tempestade sopra do paraíso e prende-se em suas asas com tanta força que ele não pode mais fechá-las. Essa tempestade o impele irresistivelmente para o futuro (...). Essa tempestade é o que chamamos progresso."

Walter Benjamin

"O futuro já chegou. Só não está igualmente distribuído."

William Gibson

RESUMO

A intensificação do uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) na vida diária de pessoas e organizações tem provocado no período atual um aumento massivo no volume de dados e informações produzidos mundialmente. Tal produção gera uma necessidade quase equivalente de armazenagem dos dados gerados. O lugar virtual utilizado para guardar tais dados é comumente chamado de “nuvem” digital. Porém, tecnicamente, os bilhões de dados precisam ser armazenados em locais físicos especiais, acessados por redes telemáticas e com infraestrutura tecnológica complexa, denominados de data centers. Estes objetos técnicos demandam e dependem de atributos específicos dos territórios em que se instalam, requerendo estudos complexos para designar suas localizações. Em razão da sua importância estratégica, os Data Centers tornaram-se alvos de investimentos do capital, criou-se um mercado próprio para estes, inserido nos circuitos imobiliário e financeiro internacionais. A instalação destes objetos provoca implicações socioespaciais de várias magnitudes, modificando o espaço brasileiro e ampliando o comando corporativo dos fluxos imateriais no país, pois configuram-se como novas racionalidades técnicas verticais. De acordo com nossas pesquisas, estas ações e lógicas seletivas do capital para ampliar seu alcance e poder territorial, fundadas em uma manifesta racionalidade presidida por agentes da financeirização e pelo mercado, que em colaboração com o Estado, provoca, entre outros efeitos perversos, o acirramento da denominada guerra entre lugares e a fragmentação territorial. As instâncias hegemônicas do capital, prioritariamente as grandes empresas, reproduzem o desenvolvimento geográfico desigual, em que somente algumas frações do território recebem investimentos; cuja finalidade última é a máxima reprodução dos capitais investidos. Diante deste contexto, buscamos aprofundar nossa compreensão quanto aos nexos e lógicas existentes entre a modernização seletiva do território que decorre da concentração de data centers e as transformações socioespaciais e econômicas resultantes na Região Metropolitana de Campinas, São Paulo.

Palavras-chave: data center; cluster; computação em nuvem; financeirização, critérios de localização; redes.

ABSTRACT

The widespread adoption of information and communication technologies (ICTs) in both individual and organizational contexts has engendered a substantial escalation in the generation of data and information on a global scale in the contemporary era. This production generates an almost equivalent need for data storage. The virtual space used to store such data is commonly referred to as the digital cloud or cloud computing. However, from a technical perspective, the billions of data need to be stored in special physical locations, accessed through telematic networks, and with complex technological infrastructure, known as data centers. These technical objects demand and depend on specific attributes of the territories in which they are installed, requiring complex studies to designate their locations. Due to their strategic importance, data centers have become targets for capital investments, creating a market of their own within the international real estate and financial circuits. Notably, the implementation of these technical objects has socio-spatial implications of various magnitudes, altering the Brazilian space and expanding corporate control over immaterial flows in the country, as they represent new vertical technical rationalities. According to our research, these actions and selective logics of capital to expand its reach and territorial power, based on a manifest rationality led by financialization agents and the market, in collaboration with the state, lead to, among other adverse effects, the intensification of the so-called "war among places" and territorial fragmentation. The hegemonic instances of capital, primarily large firms, reproduce unequal geographical development, in which only some fractions of the territory receive investments, with the ultimate goal being the maximum reproduction of invested capital. In this context, we seek to deepen our understanding of the links and logics existing between the selective modernization of the territory resulting from the concentration of data centers and the socio-spatial and economic transformations in the Metropolitan Region of Campinas in São Paulo State, southeast Brazil.

Keywords: data center; cluster; cloud computing; financialization, location criteria; networks.

Índice de diagramas, figuras, gráficos, mapas, quadros e tabelas

Índice de Diagramas

Diagrama 1	Esquema de Rede de Dados em Nuvem.....	33
Diagrama 2	Visão Sistêmica de um Data Center.	46
Diagrama 3	Data Center. Esquema de Áreas Funcionais.....	47
Diagrama 4	Data Center. Três Fatores Infraestruturais Críticos.	49
Diagrama 5	Data Center. Esquema de Sistemas de Energia Redundante.	50
Diagrama 6	Data Center. Esquema Simplificado de Sistema de Refrigeração.....	52
Diagrama 7	Tipos de Escalabilidade em Data Centers.	54
Diagrama 8	Data Center. Esquema de Resfriamento de Corredores Frios e Quentes..	55
Diagrama 9	Esquema de Segurança em Camadas Aplicado em Data Centers	59
Diagrama 10	Data Center. Visão Funcional.....	62
Diagrama 11	Data Centers. Níveis da Classificação Tiers.....	74
Diagrama 12	Data Centers. Áreas Técnicas Normalizadas pela ABNT.	75
Diagrama 13	Mundo. Projetos de Implantação de Cabos Submarinos das Empresas Big Tech (2010-2022 e estimativa 2023-2025).....	150
Diagrama 14	Esquema de Tipologia de Data Centers.....	164
Diagrama 15	Tipos de Serviços de Computação em Nuvem.....	170
Diagrama 16	Composição dos Três Tipos de Serviço de Nuvens Computacionais.	171
Diagrama 17	Serviços Fornecidos por Data Centers Hiperescaláveis.	172
Diagrama 18	Etapas de Cálculo do Quociente Locacional de Data Centers (QLDC).....	230

Índice de Figuras

Figura 1 Data Center. Sistema de Geradores à Diesel.....	51
Figura 2 Data Center. Servidor Inserido em Rack.	53
Figura 3 Data Center. Visão de uma Sala de Servidores Instalados em Racks.....	53
Figura 4 Data Center. Trocadores Externos de Calor.....	57
Figura 5 Data Center. Torres de Água Gelada para Resfriamento.....	58
Figura 6 Data Center de Arquitetura Horizontalizada. Países Baixos (2022).....	65
Figura 7 Data Center de Arquitetura Elevada. Atlanta, EUA (2022).....	65
Figura 8 Mundo. Topologia das Redes de Cabos Submarinos (2023).....	67
Figura 9 Navio para Instalação de Cabos Submarinos.....	69
Figura 10 Cabo Submarino Grace Hopper da Google LLC. Inglaterra (2022).....	69
Figura 11 Ilustração. Navio em Tarefa de Medição de Profundidade Marinha.	70
Figura 12 Atividade de Instalação de Cabo Ótico Submarino.	70
Figura 13 Visão Esquemática de Conexão entre Estações de Cabo Submarinos.....	70
Figura 14 Mundo. Cidades Priorizadas para Investimentos em Data Centers (2023-2026).	133
Figura 15 Mundo. Topologia da Rede de Cabos Submarinos para Interconexão de Data Centers da Empresa Google LLC (2023).....	145
Figura 16 Mundo. Redes Terrestres e Submarinas da Empresa Equinix Inc. (2023).	148
Figura 17 Corte Esquemático de Data Center do Tipo Container.....	175

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Mundo. Crescimento Anual do Tráfego de Dados em Gigabytes por Segundo (2000-2022 e estimativas 2023-2030).....	116
Gráfico 2 Mundo. Criação de Dados em Zettabytes (2010-2022 e estimativa 2023-2024).....	116
Gráfico 3 Mundo. Geração de Dados per capita em Gigabytes/Ano (2023 e estimativa 2024 e 2025).	117
Gráfico 4 Mundo. Maiores Empresas Fornecedoras de Serviços de Nuvens Computacionais em Participação de Mercado (2022).....	124
Gráfico 5 EUA e China. Capacidade Instalada e Prevista em Data Centers Hiperescaláveis (2022 e estimativa até 2028).....	126
Gráfico 6 Mundo. Participação por Continente no Mercado de Serviços de Data Centers (2022).	127
Gráfico 7 Mundo. Previsão de Investimentos em Construção de Data Centers em U\$ Bilhões (2023-2030).	128
Gráfico 8 Mundo. Transações de Fusão e Aquisição no Mercado de Data Centers (2015-2022).	137
Gráfico 9 Exemplo de Resultado de Análise Locacional para Instalação de Data Center....	211

Índice de Mapas

Mapa 1 Brasil. Topologia de Data Centers (Março, 2023).....	181
Mapa 2 Brasil. Concentração de Data Centers (Março, 2023).....	182
Mapa 3 Região Metropolitana de Campinas (RMC). Concentração de Data Centers (Março,2023).	232
Mapa 4 Brasil. Densidade e Capilaridade do Backbone de Fibra Ótica (2023).....	238
Mapa 5 Brasil. Velocidade Média das Conexões de Internet (2022).	239

Índice de Quadros

Quadro 1 Síntese da Proposta de Periodização dos Serviços de Processamento e Armazenamento de Dados no Brasil.	36
Quadro 2 Mundo. Fundos Controladores das Maiores Empresas Concorrentes de Data Centers (2021).	135
Quadro 3 Mundo. Grupos Controladores das Maiores Empresas de Implantação de Cabos Submarinos (2023).....	154
Quadro 4 Síntese da Tipologia Proposta de Data Centers.	176
Quadro 5 Relação Sintética de Autores e Definições do Conceito de Cluster.....	204
Quadro 6 Critérios Locacionais Categorizados Aplicados a Data Centers.	207

Índice de Tabelas

Tabela 1 Mundo. Maiores Empresas em Número de Data Centers (2023). 130

Tabela 2 Brasil. Número de Data Centers Públicos e Privado (Março,2023). 183

Tabela 3 Região Metropolitana de Campinas. Número de Data Centers por Cidade
(Março, 2023) 233

Lista de Siglas e Acrônimos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABCD – Associação Brasileira de Data Centers

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANPD – Autoridade Nacional de Proteção de Dados

ANSI – American National Standards Institute

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

ASSESPRO – Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação

AT – Algorithmic Trading/AlgoTrading

BICSI – Building Industry Consulting Service International

BIT – Binary Digit

BNDE – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAGR – Compound Annual Growth Rate

CAPRE – Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico

CATI – Comitê da Área de Tecnologia da Informação

CCT – Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática

CNAE – Classificação Nacional de Empresas

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CPD – Centro de Processamento de Dados

EIA – Electronic Industries Alliance

ERP – Enterprise Resource Planning

EU – European Union

FINRA – Financial Industry Regulatory Authority

GDPR – General Data Protection Regulation

GEACE – Grupo Executivo de Aplicação de Computadores Eletrônicos

HFT – High Frequency Trading

HP – Hewlett-Packard

HPE – Hewlett-Packard Enterprise

IaaS – Infrastructure as a Service

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBM – International Business Machine

IDC – International Data Corporation

IEC – International Electrotechnical Commission

IoT – Internet of Things

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ISIC – International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
ISO – International Organization for Standardization
ITU – International Telecommunication Union
LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados
LNCC – Laboratório Nacional de Computação Científica
MCT/MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora
NIS2 – Network and Information Security II
NIST – National Institute of Standards and Technology
NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration
NR – Norma Regulamentadora
PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas
PIB – Produto Interno Bruto
PaaS – Platform as a Service
PME – Pequenas e Médias Empresas
POP – Pontos de Presença
PRODESP – Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo
QL – Quociente Locacional
QLDC – Quociente Locacional de Data Centers
SaaS – Software as a Service
TI – Tecnologia da Informação
TIA – Telecommunications Industry Association
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação
UE – União Europeia
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
UPS – Uninterruptible Power Supply
USP – Universidade de São Paulo
USITC – United States International Trade Commission
WITSA – World Information Technology and Services Alliance

Índice

Introdução	20
1. A Sociedade de Dados	26
1.1 Uma Distinção Necessária: Dados e Informações	28
1.2 Evolução Histórica dos Data Centers	30
1.3 Proposta de Periodização dos Serviços de Processamento de Dados no Brasil	34
2. Anatomia de um Data Center	44
2.1 Visão Sistêmica e Funcional	45
2.2 Redes Submarinas de Conexão de Data Centers.....	66
2.3 Normatização e Legislação Aplicadas ao Setor de Data Centers.	71
3. Financeirização e o Mercado de Data Centers	92
3.1 Financeirização: Novos Nexos e Expansões.....	94
3.2 Mercado de Data Centers: os Dois Papéis do Capital Financeiro.....	97
3.3 Concentração e Centralização de Capital nas Redes de Data Centers.....	143
4. Tipologia e Topologia de Data Centers e a Integração Digital do Território	162
4.1 Proposta de Tipologia de Data Centers.....	162
4.2 Topologia de Data Centers no Território Brasileiro.	179
4.3 Integração Digital do Território e a Multirrede de Data Centers.....	190
5. O Cluster de Data Centers na Região Metropolitana de Campinas/SP (RMC)	193
5.1 Concentração de Atividade Econômica e Território.....	194
5.2 Quociente Locacional de Data Centers (QLDC)	214
5.3 Cluster de Data Centers e Densidade de Dados na RMC	231
Conclusão	246
Bibliografia	253



Introdução

Introdução

A informação, que tem os dados como matéria-prima, pode ser considerada como uma variável ascendente do período histórico atual. É, ainda, parte integrante das condições gerais de produção (MARX, [1859]/1974) e componente fundamental do novo meio-técnico-científico-informacional (SANTOS,2012), ancorado nas redes telemáticas, que se expande impulsionado pela globalização.

Na última década, com a popularização do uso de dispositivos de acesso à internet e das novas tecnologias que permitem a inserção de novos objetos na rede mundial de computadores, o volume de dados produzidos na escala mundial ampliou-se exponencialmente (IDC, 2023). Em razão desse crescimento exponencial de objetos informacionais, de sua disseminação social e geográfica e da banalização de seu uso, emerge o conceito de “nuvem digital” de dados, termo que se tornou sinônimo do lugar virtual em que indivíduos e organizações guardam dados e informações para serem acessados remotamente através de redes telemáticas, como a internet, de qualquer lugar do mundo.

Porém, os dados que trafegam nas “nuvens” são armazenados fisicamente em locais especialmente projetados para esse fim: os data centers. Para sustentar a acelerada produção de dados em curso, a partir dos anos 2000, a criação de data centers é impulsionada nos países do centro do sistema capitalista. No Brasil, essas ações ocorrem a partir de 2001, ainda que de modo insipiente e localizado.

Hoje, os avanços tecnológicos e o comando do espaço e do tempo são perseguidos perpetuamente pelas empresas e pelos Estados, impulsionados pelo imperativo da competitividade (SANTOS, 1994; HARVEY, 2012). Sob essa perspectiva, emerge na Geografia e em outras áreas do conhecimento científico, um renovado foco de atenção ao território, acompanhado da realidade verificável de que “as grandes contradições do nosso tempo passam pelo uso do território” (SANTOS, 2006, p.19). Sua importância é valorizada, sobretudo, em virtude da potência das ações estarem estreitamente associadas às suas localizações. Essa comprovação confere ao território uma posição de centralidade no âmbito das discussões que abordam a sociedade do período contemporâneo.

A escolha precisa dos lugares adequados para instalação e funcionamento de data centers é estratégica e minuciosamente realizada por empresas, através de análises que consideram múltiplos e intrincados critérios associados a atributos geográficos específicos de alguns pontos

do território, configurando a prática de uma geografia altamente refinada que embasa estratégicas ações corporativas (CASTILLO; SIMÕES, 2015) que, por sua vez, definem novos usos do território.

Historicamente, a seletividade espacial exercida na escolha dos lugares para instalação de objetos técnicos complexos, como os data centers, tem resultado em relações dialéticas de concentração e dispersão espaciais. Acessados em tempo real através de redes telemáticas, os lugares, criteriosamente escolhidos e designados, são acionados por grandes corporações, evidenciando a globalização danosa e a unicidade técnica do período (SANTOS, 2000).

Entre as empresas que dominam o mercado de data centers, encontram-se os maiores conglomerados mundiais do setor de tecnologia, como Google, Amazon, Microsoft, Apple, Facebook, IBM e HP, dentre outros. Desvelado no escopo deste trabalho, o amplo domínio exercido por essas corporações se estende para além dos data centers. Abarca, igualmente, as redes telemáticas terrestres e submarinas responsáveis por interconectá-los globalmente. A complexa e vasta estrutura digital, constituída por objetos técnicos interligados por redes telemáticas mundialmente entrelaçadas, financiada pelos agentes hegemônicos que regem o atual processo de financeirização, controla aproximadamente 70% do tráfego de dados na internet e detém quase 75% do volume total de dados armazenados em data centers (KUMAR, 2021).

Este super sistema configura um mercado altamente lucrativo no qual as ações e títulos das grandes empresas envolvidas podem ser transacionados internacionalmente em bolsas de valores.

Com efeito, o perfil técnico original dessas enormes empresas foi alterado. A supremacia tecnológica que possuem se consolida cada vez mais como um instrumento de poder, respaldado pelo desempenho financeiro que têm obtido. Em junho de 2022, considerando como critério o valor de mercado, a Apple atingiu o valor de US\$ 2,1 trilhões (cifra maior do que o Produto Interno Bruto [PIB] do Brasil, Coreia do Sul ou Canadá); a Amazon alcançou US\$ 1,7 trilhão; a Microsoft valia US\$ 1,5 trilhão; a Alphabet, empresa controladora do Google, atingiu US\$ 1,4 trilhão (quase o valor do PIB da Espanha e maior do que o PIB da Austrália); a Meta Platforms (Facebook), por sua vez, alcançou US\$ 443 bilhões (BENABID,2022)¹.

¹ Valores referentes às operações de mercado realizadas nos Estados Unidos, no dia 20 de junho de 2022, conforme informado em Benabid (2022).

Esse poder extraordinário e concentrado encontra suas raízes nas bases conceituais da atual sociedade em rede, como definida por Castells (2013), na qual os dados são imprescindíveis. Por meio do controle expandido das infraestruturas de armazenamento e redes ancoradas nos territórios, que viabilizam o trânsito, a análise e a guarda de dados, esses conglomerados de tecnologia exercem o domínio de normas e modulações algorítmicas que contribuem para governar, em última análise, uma miríade de aspectos associados ao uso da internet e, no limite, ao próprio comportamento humano.

Tal controle tem como objetivo final a máxima acumulação do capital, sendo exercido com a racionalidade que ignora as dinâmicas horizontais e especificidades dos inúmeros territórios, e altera categoricamente a hierarquia dos lugares (SANTOS,2012) em que se instalam por todo o mundo. Diante da centralidade, atualidade e magnitude socioespacial das implicações geradas pelos data centers, buscamos analisar neste trabalho as estratégias de uso do território pelas empresas de data center e os efeitos que a implantação destes objetos técnicos geram no território brasileiro.

A indagação fundamental que direciona este trabalho consiste em compreender qual a função da formação socioespacial e das condições geográficas únicas dos lugares na localização dos data centers no território brasileiro. Para tanto, adotamos como método os conceitos de formação socioespacial, uso do território e espaço geográfico, como definidos por Milton Santos (1977; 1993; 1997), em conjunto com a concepção de rede elaborada por Leila Dias (1996) e a noção de território estabelecida por Jean Gottman (1975), entre outras proposições pertinentes ao escopo da denominada Geografia Crítica. Tais formulações conceituais são estruturantes desse estudo, fundamentado no materialismo histórico e dialético.

No âmbito metodológico, foi realizada ampla pesquisa bibliográfica, cobrindo áreas de conhecimento mais fortemente associadas com o tema central do trabalho, dentre as quais, além da Geografia, a Ciência de Dados, a Engenharia Elétrica e de Computação, o Direito, a Economia, a História, a Oceanografia, a Sociologia, a Arquitetura e as Telecomunicações. Em cada domínio de estudo foram selecionados os trabalhos mais pertinentes e significativos, a fim de compor uma análise abrangente e representativa.

Para a pesquisa documental, foram utilizadas fontes que vão desde base de dados científicas, relatórios técnicos de consultorias especializadas, publicações oficiais de empresas e de organizações supranacionais, e legislações nacionais, até a utilização de ferramentas

digitais especializadas, como o *StockScreener* da NASDAQ², para obtenção de dados sobre controle acionário e composição de capital das maiores empresas mundiais de data centers. Os dados originados da pesquisa documental receberam tratamentos gráfico e cartográfico. Ainda no âmbito metodológico, realizou-se análise, utilização e teste de índices de concentração de atividade econômica, objetivando demonstrar a concentração de data centers na Região Metropolitana de Campinas (RMC), estado de São Paulo. Estes procedimentos geraram subsídios para a posterior criação e teste de um índice específico para mensurar concentração de data centers: o Quociente Locacional de Data Centers (QLDC).

Entendemos que entre as principais contribuições deste trabalho está a demonstração, sob a perspectiva dos data centers, da centralidade da geografia na difusão das TICs no território brasileiro. Nesse escopo, incluem-se a identificação e classificação dos múltiplos critérios locais aplicados a data centers, bem como o reconhecimento, análise e mensuração da concentração destes objetos técnicos na RMC, obtida por meio do desenvolvimento de um índice de concentração de atividade econômica específico para data centers, que denominamos de Quociente Locacional de Data Centers (QLDC). Estas contribuições, associadas ao ineditismo que incorporam, detêm o potencial de aprimorar a compreensão do papel das modernas infraestruturas de dados nas dinâmicas econômicas regionais. Consideramos pertinente ressaltar os esforços de análise das funções exercidas pelo capital financeiro e a determinação de seus agentes hegemônicos junto ao setor de data centers. Um enfoque adicional foi direcionado ao reconhecimento e detalhamento da super estrutura de redes telemáticas submarinas que interligam data centers mundialmente, sob o controle desses agentes. Tais descobertas podem oferecer *insights* valiosos sobre implicações da interconexão global derivada dessas infraestruturas e os contornos socioeconômicos dessas tecnologias. Destacamos também a elaboração e operacionalização dos conceitos de integração digital do território e densidade de dados ou *data* densidade, que podem apoiar o avanço das análises e discussões advindas da interseção entre tecnologia e usos do território.

O texto a seguir está estruturado em cinco capítulos. No primeiro, discutimos aspectos que fazem da sociedade contemporânea uma produtora e consumidora voraz de dados sem precedentes na história. Também apresentamos uma proposta de periodização da atividade de processamento de dados no Brasil, precursora dos atuais serviços realizados em data centers. Assim, almejamos responder às perguntas: por que os data centers são imprescindíveis ao

² NASDAQ é a abreviação de National Association of Securities Dealers Automated Quotations, segunda maior bolsa de valores global é reconhecida por reunir as principais empresas de tecnologia do mundo.

funcionamento da sociedade atual? Quais características e agentes determinam e condicionam essa dependência? Como ocorreu o percurso histórico e técnico que configurou o modelo funcional dos data centers atuais?

No Capítulo 2, detalhamos aspectos do funcionamento dos data centers e apresentamos os padrões de desempenho operacional adotados pelo mercado. Abordamos também as normatizações técnicas e regulações aplicadas a esses objetos complexos. Desse modo, temos como propósito responder às questões: como funcionam os data centers? Como são construídos e implantados? Quais são as normas e regulações associadas à sua implantação e operação?

O terceiro capítulo analisa os nexos que vinculam data centers e capital financeiro. Procuramos revelar o *modus operandi* dos agentes hegemônicos da financeirização que atualmente controlam o mercado mundial de data centers e suas infraestruturas terrestres e submarinas de redes de interconexão. Em adição, procuramos desvendar quais são os principais agentes financeiros que dominam o mercado de data centers. Como e onde operam? Qual a amplitude do controle que exercem? Quais os efeitos socioespaciais da alta concentração e centralização de capital identificadas?

O Capítulo 4, por sua vez, apresenta a tipologia de data centers, desenvolvida em conjunto com os diferentes tipos de serviços executados em cada um deles. Em seguida, buscamos explicar a topologia destes objetos técnicos no território brasileiro. Também são analisadas as lógicas, normas e intencionalidades que alavancam a rápida e crescente disseminação desses centros de dados na rede urbana brasileira. Nesse contexto, nos dedicamos a entender quais são os tipos de data centers e suas características, como estão distribuídos no território brasileiro e quais fatores determinam sua distribuição espacial.

Por fim, no Capítulo 5, direcionamos nosso foco analítico para a Região Metropolitana de Campinas/SP, a partir do estudo do funcionamento dos data centers e de sua tipologia e topologia. Nossa análise foi fundamentada em critérios espaciais específicos e decisivos que podem efetivar a implantação e a operação desses objetos técnicos, ou restringir e até mesmo vedar seu funcionamento. Para tanto, examinamos as principais estratégias locacionais empresariais, em conjunto com as teorias mais predominantes de concentração de atividade econômica. Essa investigação foi integrada a um levantamento, no qual categorizamos mais de 120 critérios locacionais especificamente aplicados a data centers. Ademais, procedemos à qualificação e mensuração da concentração de data centers na RMC, por meio do QLDC, índice que elaboramos para o setor. Em conclusão, detalhamos os atributos do cluster de data centers que identificamos na Região Metropolitana de Campinas/SP.

1

A Sociedade de Dados

1. A Sociedade de Dados	26
1.1 Uma Distinção Necessária: Dados e Informações	28
1.2 Evolução Histórica dos Data Centers	30
1.3 Proposta de Periodização dos Serviços de Processamento de Dados no Brasil.....	34

1. A Sociedade de Dados

Objetivando suprir a crescente voracidade da sociedade atual por ubiquidade, conectividade e simultaneidade, os data centers (DCs)³ precisam funcionar ininterruptamente e sem falhas, 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano, armazenando e disponibilizando dados e informações - de pessoas, empresas e governos - que precisam estar protegidos por protocolos de segurança física e digital.

A literatura aponta que estas massivas características operacionais demandam atributos especiais dos territórios onde se instalam, como o fornecimento estável e abundante de energia elétrica para suas operações, alta disponibilidade hídrica para resfriamento dos sistemas eletrônicos e redes de fibra óptica especiais nas redes de comunicação, entre outros. Estes aspectos fazem da localização de um data center um fator determinante para sua instalação e funcionamento (KHEYBARI,2020).

Por conta desta condicionante crítica, empresas especializadas elaboram análises geográficas refinadas e complexas para estabelecer os melhores pontos dos territórios para abrigarem data centers. Tais estudos são quase sempre sigilosos, concebendo uma geografia sofisticada, subjacente e quase sempre inacessível, por razões de competitividade (CASTILLO;SIMÕES,2015).

Adicionalmente, para operarem de modo quase infalível, a concepção, construção, instalação e operação destes objetos técnicos precisam seguir normatizações técnicas rígidas, específicas e aplicadas a cada uma destas fases, pois também demandam requisitos específicos do espaço geográfico para funcionarem dentro de padrões operacionais de eficiência e segurança estabelecidos pelas regulações internacionais (GENG, 2021) especialmente destinadas a data centers.

Por guardarem informações e dados sigilosos de governos, indivíduos e organizações, podem ser considerados fixos territoriais estratégicos que demandam atenção dedicada dos poderes públicos, pois conteúdos sensíveis de diversos tipos podem ser mantidos em data centers corporativos externos aos territórios que os produziram por operarem em rede.

³ Para fins de simplificação abreviamos o termo “data center” para “DC”.

A *General Data Protection Regulation* (GDPR), iniciativa da União Europeia para regular a proteção de dados armazenados em data centers nos países do continente, evidencia a relevância que estes objetos técnicos têm obtido no atual período (EU, 2018).

O crescente volume de dados produzidos mundialmente tem gerado uma alta demanda que impulsiona a criação de uma indústria e um mercado mundial de serviços de data centers estimado em mais de meio trilhão de dólares (USITC, 2021). Por também ter um consolidado circuito espacial produtivo (SANTOS, 1988) ao seu redor, tornou-se um nicho de investimento lucrativo do mercado financeiro e do mercado imobiliário corporativo internacional controlado por empresas multinacionais.

As tecnologias de comunicação e informação (TICs), igualmente catalisadas pela demanda contínua da sociedade contemporânea por conectividade, viabilizam interações digitais praticamente instantâneas, envolvendo infraestruturas, objetos técnicos, indivíduos e sistemas específicos. Estas interações dinâmicas e quase incessantes produzem um volume de dados que cresce exponencialmente, junto com as infinitas possibilidades de análises relacionadas, provocando a massiva necessidade de armazenamento e acesso aos dados gerados.

A partir dos anos 2000, os data centers são criados e distribuídos estrategicamente nos territórios em escala mundial, para armazenar, hierarquizar e prover acesso aos dados e informações neles armazenados.

No Brasil, o número de data centers tem crescido aceleradamente, resultado da globalização que impulsionou a informatização (BENAKOUCHE, 1995; DIAS, 1996; CASTILLO, 1999) em conjunto com a integração digital, proposta neste trabalho, de porções do território, gerando relações dialéticas de concentração e dispersão espaciais, e permitindo o uso *online*, em tempo real e seletivo do território por grandes corporações. Este uso é em grande parte facilitado pelas tecnologias baseadas em informação que amplificam o controle espacial e informacional corporativo.

Atualmente, há cerca de 500 data centers de diferentes tipos operando no país, especialmente na região Sudeste, em específico, na Região Metropolitana de Campinas (RMC). Sendo a informação qualificada, constituída por dados, um vetor fundamental na atual divisão do trabalho e na diferenciação dos lugares, através de estudos sobre esta variável-chave é possível verificar quanto um lugar está inserido na globalização por meio de sua densidade técnica e informacional (SANTOS, 1993).

Milton Santos observa que a densidade técnica é dada pelos diversos níveis de artifício, isto é, aquilo que é o oposto ao natural. Já a densidade informacional, deriva, em parte, da densidade técnica. A densidade informacional aponta o grau de exterioridade do lugar e a realização de sua tendência de se relacionar com outros lugares, favorecendo setores e atores. Os dados, assim como a informação, são obedientes “às regras de um ator hegemônico, introduz, no espaço, uma intervenção vertical, que geralmente ignora o seu entorno, pondo-se ao serviço de quem tem os bastões de comando” (SANTOS, 2012, p.257).

Os dados, sobretudo aqueles que servem as forças econômicas hegemônicas e o Estado, conferem poder e embasam as decisões que definem as novas realidades socioespaciais. Estes conteúdos, formatados como dados digitais, são armazenados em nuvens computacionais.

Em função de serem enormes repositórios que concentram múltiplos e variados tipos de dados para uso em incontáveis áreas, os data centers têm ganhado relevância nas atuais dinâmicas que alteram o uso do território (SANTOS; SILVEIRA, 2014) e geram implicações significativas na espessura das densidades associadas às suas localizações.

Em razão de suas características únicas, os data centers, cuja importância é estratégica para as ações de todos os agentes, exigem condições geográficas específicas para a sua localização. Por isso, demandam investigação detalhada sob a perspectiva de uma Geografia crítica, propositiva e conectada com as principais questões contemporâneas.

1.1 Uma Distinção Necessária: Dados e Informações

As TICs estão imbricadas no cotidiano da sociedade contemporânea. Nas múltiplas dinâmicas de sua utilização, percebe-se uma notável tendência em utilizar os termos "dado" e "informação" de forma intercambiável em inúmeras situações. Entretanto, é crucial ressaltar que esses termos possuem significados distintos. Em vista disso, e considerando os objetivos que direcionam este estudo, entendemos ser necessário realizar a distinção entre os dois conceitos.

Dentre as várias abordagens empenhadas na investigação e distinção dos conceitos de dado e informação, pode-se observar a existência de duas perspectivas. Diferenciando-se dos pesquisadores anteriores que enfocavam especialmente aspectos quantitativos e matemáticos (ACKOFF, 2010), os cientistas contemporâneos que investigam esses tópicos adotam uma abordagem que incorpora o estudo dos aspectos relacionais destes conceitos.

Isso implica na análise minuciosa de processos, propriedades, funções, relações, sistemas e outros elementos relevantes (BURGIN 2016).

Nessa direção, pesquisadores como Drucker (2000), Davenport e Prusak (2001) e Latour (2012) identificaram uma diferença inerente entre dados e informações que reside na relação de ambos com a contextualização. Enquanto os dados são considerados neutros em relação ao contexto em que estão inseridos, adquirindo significado somente por meio de organização e interpretação, as informações possuem um propósito específico e são contextualizadas.

Dessa forma, a informação é apreendida como um constructo social que surge a partir do contexto em que está incluída, sendo influenciada pelos valores, crenças e interesses dos sujeitos envolvidos no processo de produção e consumo da informação, como discutido por Massey (2008) e Buckland (2017). Alinhados a esse entendimento, Laudon e Laudon (2022) definem informação como dados que foram processados de tal modo que se tornaram significativos para um indivíduo, ideia que é reforçada por Peter Drucker (2000, p. 13), ao afirmar que informação é "dado investido de relevância e propósito".

Uma outra distinção significativa constatada aponta que a informação é resultado de uma ação de processamento de dados, que pode se realizar por meio de um sistema, processo ou pessoa, com a finalidade de agregar valor e significado aos dados, como destacam Davenport e Prusak (2001) e Laudon e Laudon (2022).

Estudiosos como Setzer (2001), Checkland e Holwell (2005), Bygrave (2014), Kitchin (2014) e Murray (2021) destacam que os dados são a matéria-prima da informação. Eles são representações simbólicas de fatos, eventos ou entidades matemáticas, geralmente na forma de números, palavras ou imagens. Porém, os dados, por si só, não têm significado ou valor intrínseco. Eles são observações objetivas, sem contexto imediato. Esta condição faz Peter Checkland (2009) assinalar que os dados são os elementos básicos que compõem a substância dos sistemas de informação.

Sob uma ótica tecnológica, Setzer (2001) ressalta que um computador efetua operações de processamento e armazenamento de números denominados "Bits", termo derivado da abreviação das palavras "*Binary Digit*" (Dígito Binário). Os *bits* representam um valor numérico que, por si só, não carregam informações relevantes, mas sim constituem um dado bruto.

Para serem utilizados eficazmente, por indivíduos e empresas, em virtude das demandas que a atual aceleração contemporânea (SANTOS, 2000) impõe às sociedades e aos territórios e, ainda, por serem parte fundamental do modo de produção capitalista, os dados devem estar armazenados, conectados, protegidos e disponíveis para uso imediato pelas tecnologias de

informação e comunicação, além de acessíveis remotamente por meio de redes telemáticas de qualquer ponto do planeta via internet.

O lugar virtual onde ficam guardados os dados produzidos é atualmente chamado de “nuvem digital” ou *digital cloud* termo derivado de *cloud computing* ou computação em nuvem. Porém, onde estão localizadas estas “nuvens digitais” e seus incontáveis dados, intensamente vinculados às atividades diárias da sociedade contemporânea?

Os objetos técnicos que armazenam fisicamente os dados da “nuvem digital de dados” são os data centers Estes objetos geográficos, tecnologicamente complexos e que operam em rede, são estruturas físicas especiais que contém máquinas, computadores e equipamentos que operam com tecnologias avançadas, como robôs, sensores e fibras ópticas de alto desempenho. Por isso, configuram o que Abraham Moles (1971) denomina de objetos portadores de futuro.

1.2 Evolução Histórica dos Data Centers

Conceitualmente, um data center pode ser definido como um local altamente especializado em prover de modo incessante toda complexa infraestrutura de equipamentos necessários à armazenagem e comunicação de dados, além de possuírem capacitação na oferta e disponibilidade de serviços de gerenciamento e segurança (GENG,2021).

A trajetória evolutiva destes objetos técnicos se inicia no final dos anos 1970. Naquele período, a informação e as tecnologias de processamento de dados começavam a ganhar relevância, tornando-se parte essencial do desenvolvimento econômico e social. Esse aumento de importância ocorreu em virtude da crescente necessidade de controle de processos e operações que o aumento da velocidade de produção e intensificação dos fluxos materiais demandava. Por essa razão, os serviços de tecnologias da informação se tornaram centrais para as organizações, impulsionando, principalmente, a ascensão de atividades relacionadas a dados e informações.

As pesquisas de Marc Porat (1977) apontaram pioneiramente a consolidação dessas atividades dentro do setor de serviços. Porat (1977) avaliou e estimou o tamanho desse setor econômico, que descreveu como emergente, e o denominou de “Economia da Informação”.

Com base nas avaliações do autor à época, cerca de 53% da força de trabalho americana estava empregada no “trabalho com informações” (PORAT,1977).

No final da década de 1970, o aumento crescente da complexidade das relações comerciais gerou nas empresas a necessidade de armazenamento de informações, de conciliação e automatização de um conteúdo ainda disperso ou rusticamente gerenciado pelas organizações. Simultaneamente a este processo, o foco das empresas se concentrava na redução dos custos de transação para aumento de lucratividade (BENKO; LIPIETZ, 1994; LOJKINE,2002;HARVEY,2012).

Inseridos neste contexto, surgiram os Centros de Processamento de Dados (CPDs) nas empresas e órgãos governamentais, utilizando como plataforma computacional *mainframes*, computadores de grande porte, para realizar tarefas administrativas e contábeis. Nos CPDs, os dados eram tratados de forma centralizada e ainda pouco automatizados. A primazia do uso desses equipamentos custosos era de grandes corporações, suas aplicações raramente ultrapassavam as fronteiras das empresas. Os dados tratados atendiam departamentos isolados e apoiavam apenas atividades de decisão do nível operacional; os níveis gerenciais e estratégicos não eram atendidos.

Posteriormente, no final da década de 1980, o surgimento dos microcomputadores possibilitou sua utilização por organizações menores - pequenas e médias empresas. Nesta fase, há o surgimento dos primeiros bancos de dados e dos sistemas computacionais de tempo compartilhado (*time-sharing*), que permitem a interação direta com os computadores por não demandarem programação de códigos computacionais. Por meio de sistemas (*softwares*) que facilitavam o uso, era possível compartilhar os recursos e dados com outros usuários.

As empresas automatizavam, sobretudo, suas transações contábeis e operacionais, como folha de pagamento, entrada de pedidos, controle de estoque, contas a pagar e receber entre outras. Dessa forma, as organizações ganharam eficiência funcional e em boa medida, reduziram a burocracia interna. Disseminados pelas empresas, os microcomputadores puderam ser utilizados por trabalhadores de variados níveis hierárquicos, para incrementar a eficácia operacional dos processos de negócios. Porém, as áreas funcionais não eram integradas através dos sistemas de computação, o que provoca na década de 1990, a adoção de sistemas integrados de gestão empresarial⁴ das principais áreas das firmas.

Através desses sistemas, mais intensamente na metade da década de 1990, as iniciativas de compartilhamento de dados e informações se tornaram parte das práticas modernas de gestão

⁴ Esses sistemas são comumente chamados de *Enterprise Resource Planning* (ERP).

de organizações na busca obsessiva por vantagens competitivas. Diante disso, as redes de computadores, nesta etapa, ganharam performance e igualmente se disseminaram.

Dados e informações, paralelamente, passaram a ser trocados digitalmente e os processos de negócios ganharam maior automação⁵. Tecnicamente, era possível trabalhadores de uma empresa acessarem dados dos bancos de dados corporativos remotamente, através de onerosas, seguras e exclusivas redes de serviços empresariais, porém pouco disseminadas.

No final do último século, com a convergência das tecnologias de telecomunicações com as de computação, e o avanço técnico e espacial das redes telemáticas, especialmente a internet, as ações à distância de acesso e compartilhamento de dados se tornaram ubíquas e socialmente disseminadas. A disseminação do uso dos dispositivos móveis de computação e comunicação tem contribuído, desde então, para a popularização da internet, resultando em uma crescente demanda por acesso a diversos tipos de dados. Estes dados tornaram-se acessíveis e compartilháveis para uma ampla gama de usuários. Tal acesso é viabilizado pela possibilidade de armazenamento de dados em data centers, distribuídos ao redor do mundo, e especificamente projetados para hospedar websites que proporcionam conectividade e operacionalidade por meio de programas para navegação na internet.

As novas redes telemáticas, sobretudo as de fibras ópticas, que possibilitam trafegar dados em quantidades e velocidades cada vez maiores, impulsionaram uma transformação qualitativa nos data centers, que agora passam a ser o centro onde os sistemas de gestão e operação das empresas também podem ficar abrigados, além de local virtual em que usuários comuns também podem armazenar e acessar seus dados.

No início do século XXI, uma nova modalidade de serviços de TICs ganhou relevância: a computação em nuvem ou *Cloud Computing*. Essa modalidade oferece recursos por meio de computadores e servidores compartilhados e interligados pela internet. Por esse modelo, é possível armazenar dados e acessá-los de qualquer lugar do mundo, a qualquer hora, sem a necessidade da instalação de programas em máquinas físicas locais.

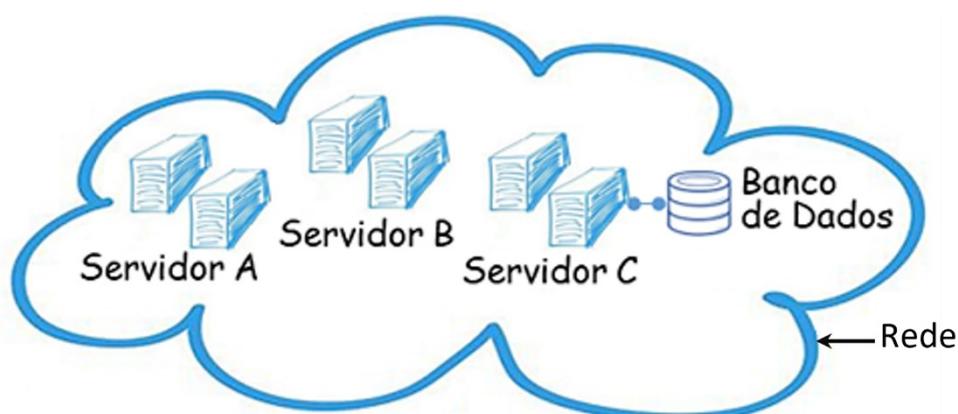
Assim, não somente dados de organizações, governos e indivíduos passam a ser armazenados nestes objetos técnicos, mas também sistemas inteiros (*softwares*) de toda

⁵ O termo automação refere-se à substituição da atividade humana por máquinas, como define Paul Satchell (2018), podendo incluir uma ampla gama de tecnologias, desde *softwares* aplicados à contabilidade até *scanners* utilizados para leitura de códigos de barras e QR Code (Quick Response Code).

natureza, tamanho e finalidade, que passam então a ser acessados e comercializados na forma de serviços, com pagamento sob demanda e acesso à distância através de redes telemáticas.

A origem do termo “computação em nuvem” remonta a uma metáfora que tem origem nos diagramas das antigas redes de dados na década de 1990, a interligação entre redes não retilíneas era mostrada por desenhos de nuvens, para sinalizar o grupo de dispositivos em rede que não precisava ser acessado ou endereçado individualmente por quem os operava, em razão de estarem em áreas da rede dinâmicas ou não especificadas. Comumente, este conjunto de hardware estava fora do alcance físico de quem os acessava. Por isso, quase sempre, como usuários comuns de TICs, não sabemos em que computadores ou data centers estão localizados os dados em uma nuvem de dados (MILLS, 2021), Diagrama 1.

Diagrama 1 Esquema de Rede de Dados “em Nuvem”.



Elaboração própria.

Entre as principais vantagens do uso dos serviços computacionais em nuvem estão o pagamento por serviços de acordo com a necessidade operacional, elasticidade da capacidade de prestação dos serviços, possibilidade de acesso de qualquer lugar e por diversos dispositivos com baixa latência⁶, redução de custos quando comparados com os preços de aquisição e manutenção de servidores, softwares e facilidades de rede para o mesmo fim, e possibilidade

⁶ A latência, segundo a IETF (Internet Engineering Task Force), órgão que normatiza os padrões técnicos da internet no mundo, pode ser definida como a expressão da quantidade de tempo para um pacote de dados ir de um ponto designado a outro. Os pequenos atrasos de transmissão em uma rede são denominados de baixa latência (desejável), já os atrasos mais longos denominam-se de alta latência (não desejáveis). A latência é uma métrica determinante para mensurar a eficiência de operações hospedadas em data centers (IETF,2022).

de obter escalabilidade⁷ imediata, por meio da expansão das capacidades de infraestrutura, incluindo redes, equipamentos e sistemas.

Um argumento comercial adotado pelo mercado de serviços de data centers em seu favor, baseia-se na premissa de que as empresas de todos os setores podem se dedicar às suas atividades-fim (*core business*) e terceirizar com os data centers as demais atividades associadas às TICs, o que abriria espaço nas organizações para atividades voltadas para inovações que as tornem mais competitivas.

O estágio atual destes objetos técnicos e as implicações socioespaciais que os instituem configuram um contexto de confluência entre novas condições técnicas e novas condições políticas que não somente alteram o meio geográfico, como também invadem todos os interstícios do conhecimento, como apontado por Santos (2012).

Os novos usos destes sistemas de objetos técnicos, Baudrillard (2008), voltados para as ações de armazenamento e processamento de dados, conformariam dessa maneira uma tecnosfera (Santos, 2008) própria. E sob os mesmos fundamentos, engendra-se uma psicofera (Santos, 2008) firmada na eficácia operacional, racionalidade, rigidez normativa e aceleração incessante dos fluxos de dados nesses centros de dados.

1.3 Proposta de Periodização dos Serviços de Processamento de Dados no Brasil

Fundamentados na compreensão de que a “técnica empiriciza o tempo” (SANTOS, 2012), entendemos que a periodização é uma ferramenta de método, ainda que também seja considerada uma categoria filosófica, que possui fundamental importância na produção do conhecimento geográfico. A utilização deste recurso possibilita a inclusão da dimensão temporal na análise espacial (SANTOS, 2012).

A brilhante formulação de Milton Santos de “empiricização do tempo pela técnica”, permite analisar e discutir as materialidades do espaço, a partir de um período histórico, não considerando somente o tempo cronológico (as sucessões), mas também o tempo das

⁷ Escalabilidade é a capacidade de um sistema de manter o seu desempenho, disponibilidade e confiabilidade de modo eficiente em diferentes níveis de demanda de trabalho, seja ela maior ou menor (TANENBAUM e VAN STEEN, 2017).

coexistências, pois as materialidades podem ser datadas pelas técnicas dos períodos que as conceberam, conforme define Santos (2012).

Nesta perspectiva, G. Barraclough ensina que “todas as espécies de coisas perduram de um para outro período” e acrescenta, “não esperemos atribuir datas fixas e mudanças que, em última análise, são apenas alterações no equilíbrio e na perspectiva” (1983, p. 14 e 15). Alfred Whitehead observa que cada período possui uma espessura temporal própria que se sobrepõe a outros (1971).

Como fenômeno histórico, a técnica possibilita identificar a materialidade espacial, seus objetos técnicos, fixos geográficos e períodos. Cada período pode ser analisado como “um segmento homogêneo de tempo histórico, em que as variáveis se mantêm em equilíbrio no interior de uma mesma combinação” (SANTOS, 2014).

Com efeito, cada período possui variáveis mais proeminentes ou ascendentes. Uma vez que as variáveis ascendentes de cada período tenham sido identificadas, pode-se realizar uma sistematização hierárquica das evidências empíricas disponíveis para análise, assim como do papel desempenhado pelos agentes nesta sistematização. J. Beaujeu-Garnier (1971) ressalta que o geógrafo deve selecionar os elementos que se apresentem como fundamentais e, a partir destes, elucidar o intrincado conjunto de relações.

A periodização possibilita o conhecimento dos sistemas técnicos sucessivos, o que “é essencial para o entendimento das diversas formas históricas da estruturação, funcionamento e articulação dos territórios” (SANTOS, 2012, p. 171). Ademais, também nos viabiliza reconhecer com mais nitidez as dinâmicas entre o “antigo” e o “moderno”, e as transformações e continuidades em cada fração do espaço geográfico.

Partindo da interpretação do percurso espaço-temporal da atividade de Processamento de Dados (PD) no Brasil, atividade precursora dos serviços modernamente realizados em data centers, elaboramos uma matriz de eventos que alicerçou a proposta que apresentamos, no Quadro 1.

Quadro 1 Síntese da Proposta de Periodização dos Serviços de Processamento e Armazenamento de Dados no Brasil.

Período									
Sequência	Duração	Evento	Técnica	Função	Norma	Mercado	Território	Acesso aos dados	Papel do Estado
1	1917-1956	Chegada de empresas de computação	Máquinas de processamento mecânico de dados com cartões perfurados	Tabulação de dados e cálculos estatísticos para órgãos governamentais	Diretoria de Estatística Comercial [futuro IBGE]	Prestação de serviços centralizados de processamento de dados	Concentração em São Paulo e Rio de Janeiro	Restrito ao local físico onde se encontrava a máquina	Facilitador da entrada de empresas transacionais
2	1957-1963	Instalação do primeiro computador e sistema de armazenamento de dados	Computador de válvulas. Unidade de armazenamento em discos de material magnético	Cálculo do consumo de água na cidade de São Paulo e uso corporativo	Conselho de Desenvolvimento Nacional [criação do GEACE]	Comercialização de equipamentos para processamento de dados e serviços	Concentração em São Paulo e Rio de Janeiro. Presença em Minas Gerais e Rio Grande do Sul	Restrito ao local físico em que se encontrava cada máquina	Principal comprador e utilizador. Incentivador da indústria nacional e modernizador da estrutura técnica governamental
3	1964-1994	Criação do SERPRO e PRODESP. Início da Internet no país	Máquinas transistorizadas. Processadores produzidos com semicondutores. Discos rígidos para PCs. Memória RAM. Disquetes flexíveis de armazenagem	Modernizar e tornar eficientes setores estratégicos da administração pública federal e estadual	Criação SERPRO: lei nº4.516 de 01.12.1964. Criação PRODESP: decreto-lei estadual nº 137, de 27.07.1969	Venda de máquinas, serviços de processamento e armazenagem de dados	Concentração em São Paulo, Rio de Janeiro e DF. Final da década de 1980: âmbito nacional	Restrito ao local físico em que se encontrava cada máquina	Consumidor, normatizador e provedor de infra-estrutura
4	1995-2005	Criação do CGI (Cômite Gestor de Internet do Brasil). Liberação da Internet para uso comercial	Servidores com acesso remoto via protocolo TCP/IP. CD-ROM. DVD-ROM	Fornecer acesso a dados e websites através de redes telemáticas	Portaria interministerial nº 147: criação do CGI (Cômite Gestor de Internet do Brasil)	Venda de serviços padronizados de hospedagem de sites e armazenamento de dados em data centers no Brasil e exterior	Nacional	Majoritariamente remoto	Normatizador e regulador
5	2006 - dias atuais	Serviços de armazenagem de dados via internet	VPN-Virtual Private Network. Computação em nuvem. Comercialização de softwares como serviço	Acessar ubiquamente dados	Marco Civil da Internet (MCI), em 2014 e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) aprovada em 2020	Venda de serviços de armazenagem de dados e softwares: sob demanda, pagamento por uso, escaláveis e com acesso ilimitado	Nacional	Majoritariamente remoto	Normatizador e regulador

Fonte: Elaboração própria, a partir da matriz de eventos elaborada pelo autor.

Como primeiro passo da elaboração da periodicidade apresentada, foram delineados cinco períodos e seus eventos definidores, considerando como centralidade das análises o par dialético mercado e Estado, e as implicações e transformações nos serviços de PD no Brasil advindas dos embates que decorrem dessas duas categorias de agentes.

A definição das variáveis-chave que comandam o sistema de variáveis em cada período foi realizada objetivando alcançar uma visão abrangente do movimento da totalidade (SANTOS; SILVEIRA, 2014).

Por adotarmos o conceito de espaço geográfico concebido por Milton Santos, as variáveis norma, técnica e tempo foram analisadas em conjunto, pois são constituintes essenciais do espaço geográfico. Sobretudo, a periodização possibilita a reconstrução do tempo espacial e a compreensão da história atual do território brasileiro que também é enriquecida através dessa ferramenta metodológica (CORRÊA, 2007; SANTOS; SILVEIRA, 2014).

O primeiro período definido, com início em 1917, marca o começo da atividade de processamento de dados no Brasil, com a chegada das primeiras empresas de computação ao país. As empresas IBM, Burroughs e Honeywell, que abriram escritórios nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, comercializavam máquinas mecânicas tabuladoras de dados, precursoras dos computadores atuais, nas quais os dados eram inseridos por meio de cartões perfurados manualmente. Adquirida pela Diretoria de Estatística Comercial do Governo Federal, entidade predecessora ao IBGE, sediado então na cidade do Rio de Janeiro, uma máquina de tabulação da IBM foi utilizada para indexação de dados governamentais.

A escolha inicial dessas cidades para o estabelecimento de atividades comerciais de processamento de dados é evidência de uma planejada ação de seletividade geográfica. Estas cidades foram escolhidas em razão de características geográficas distintas, vantajosas e decisivas para a atividade de PD. Tais atributos incluem serem cidades com economias fortes, terem a presença das maiores empresas da época, possuírem qualificada força de trabalho, contarem com redes de transporte e comunicação, serem grandes centros consumidores e abrigarem instituições de ensino de destaque, entre outros critérios determinantes.

O período seguinte se destaca pela aquisição de um computador valvulado, o Univac 120, da empresa Remington Rand, em 1957, pela prefeitura do município de São Paulo para o cálculo de dados de consumo de água. No início de 1959, o governo federal criou o Grupo Executivo para Aplicação de Computadores Eletrônicos (GEACE), órgão criado em uma ação para impulsionar o uso de computadores eletrônicos em diversas áreas, como

ciência, indústria, comércio e administração pública. Esta iniciativa impulsionou a instalação de CPDs (Centros de Processamento de Dados) por todo o país. Os CPDs são os precursores dos data centers privados corporativos, que servem exclusivamente à empresa do qual faz parte, em geral do departamento de TI (Tecnologia da Informação).

Constatamos que a concepção do GEACE considerou a instalação de fábricas de computadores no território nacional, com especial ênfase na Região Sudeste. Inicialmente, o processo de fabricação estava direcionado somente a computadores de grande porte (*mainframes*).

No terceiro período, houve uma expressiva evolução e intensificação da atividade de processamento de grandes volumes de dados. Este período é notabilizado pela criação, em 1964, do Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO), uma empresa pública federal de processamento de dados vinculada ao Ministério da Economia, pela lei federal 4.516. O objetivo prioritário do Estado brasileiro com essa iniciativa era a modernização e maximização da eficiência de setores estratégicos da administração pública federal. As máquinas já possuíam processadores compostos por semicondutores transistores e discos rígidos como dispositivos de memória.

As empresas públicas e privadas, dedicadas à prestação de serviços de processamento de dados, iniciaram suas atividades no país, fornecendo, sobretudo, serviços de processamento de folhas de pagamento. Estas firmas se localizavam, principalmente, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Em 1969, foi criada a Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo (PRODESP), uma empresa de economia mista, com participação majoritária do governo estadual paulista, outro marco distintivo do terceiro período, pela sua composição societária e foco de negócio.

No final da década de 1980, o Brasil estabeleceu sua conexão com a internet global, graças aos esforços da Fundação de Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), localizado no Rio de Janeiro. Essas instituições alcançaram o acesso a redes e repositórios de dados internacionais, habilitando a integração do país à infraestrutura mundial da internet (DEMENTSHUK; HENRIQUES, 2019).

No âmbito corporativo, o processamento de dados era realizado por computadores de grande porte, principalmente em bancos, instituições financeiras e multinacionais de variados setores.

A relação mutualista entre Estado e mercado constituiu um elemento catalisador que estimulou o início das atividades de processamento de dados no Brasil e perdurou até quase o final do século XX. O papel do Estado foi essencial para que se estabelecessem no território brasileiro essas atividades, que desde o seu início se concentraram nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, ainda que a mudança da capital para Brasília, em 1960, tenha sutilmente reduzido a concentração da época.

O quarto período é coincidente com a disseminação e avanço de tecnologias de bancos de dados relacionais, acompanhados pela utilização da Internet para fins comerciais, a partir de 1995. Neste mesmo ano, foi criado o Comitê Gestor da Internet no Brasil, por meio da Portaria Interministerial nº 147, entidade multissetorial responsável por coordenar e integrar as iniciativas relacionadas ao uso e funcionamento técnico da internet no território brasileiro.

Em razão desses fatores, disseminou-se no país uma corrida acelerada por acesso remoto a dados armazenados em sistemas de computadores, em conjunto com a difusão do uso de microcomputadores que ocorria mundialmente à época.

Dessa forma, iniciou-se a venda de serviços de hospedagem e processamento de dados acessíveis remotamente. As primeiras empresas desse segmento, surgidas em 1996, eram localizadas, sobretudo, na chamada Região Concentrada⁸ e comercializavam serviços de armazenamento de dados em servidores localizados nos Estados Unidos. A concentração nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro ocorreu por conta de suas redes telemáticas mais rápidas e estáveis.

A comercialização de serviços de armazenamento de dados em computadores instalados em território brasileiro começou em 1998, em uma empresa do município de São Paulo, a Locaweb Ltda., que acessava servidores posicionados em Campinas/SP. Esse é provavelmente o primeiro serviço de data center comercializado do Brasil. Nesse período, o Estado passa a desempenhar um papel normatizador e regulador, perdendo assim a função de fomentador das atividades de PD que exerceu em períodos anteriores.

O quinto período é marcado pelo surgimento dos serviços de armazenamento de dados em nuvens computacionais, no início dos anos 2000. A partir da virada do milênio, a tecnologia conhecida como "computação em nuvem" obteve um notável avanço, em especial no setor empresarial, quando começou a ser oferecida comercialmente.

⁸ Conforme definido por Santos e Silveira (2014), a Região Concentrada abrange os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Nesse contexto, a empresa Amazon Inc. despontou como uma das principais provedoras de serviços de computação em nuvem do mundo. A Amazon concedeu aos parceiros do seu portal de comércio eletrônico permissão de acesso a servidores hospedados em seus data centers, mediante pagamento. Esta medida permitiu que os parceiros da empresa manejassem remotamente seus próprios dados via internet.

Transformada em serviço, esta iniciativa foi lançada comercialmente para o público em geral, em 2002. Denominada de Amazon Web Services (AWS), esta modalidade de serviço possibilitou a usuários e desenvolvedores, além de armazenarem dados, desenvolverem aplicações de modo independente em nuvens computacionais acessadas ubiquamente. Desde então, o armazenamento e processamento de dados passaram a ser comercializados em diferentes tipos de serviços, eliminando a necessidade de empresas e pessoas adquirirem servidores (*hardware*) para abrigar dados e aplicativos. A computação em nuvem impulsionou de forma exponencial o mercado de serviços de data centers por todo o planeta.

No Brasil, a comercialização dos serviços de computação baseados no conceito de nuvem teve início em 2001, por intermédio da empresa brasileira Centralx, especializada em sistemas para médicos que permitiu acesso a dados de seu aplicativo via internet.

Do ponto de vista regulatório, o Marco Civil da Internet (MCI), aprovado em 2014, estabeleceu princípios que orientam o uso da internet no território brasileiro. Entre esses princípios, destacam-se a proteção e a garantia de direitos aos usuários de internet, como inviolabilidade e sigilo do fluxo das comunicações e dos dados armazenados. Em 2020, com a vigência da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), o país passou a contar com uma legislação que abrange atividades realizadas em data centers, com foco na proteção dos dados pessoais e visando garantir privacidade, transparência, controle e segurança.

A periodização realizada nos permitiu efetuar avaliações significativas. Analiticamente, buscamos as correspondências entre a história do processamento de dados e a formação socioespacial (SANTOS, 2020) brasileira.

A demarcação temporal dos períodos possibilitou um entendimento mais aprofundado das articulações entre capital financeiro e políticas que resultaram na distribuição atual dos data centers e das redes que os interconectam no território brasileiro, realidade expressada na topologia elaborada destes objetos técnicos⁹.

⁹ Elaboramos uma topologia de data centers no território brasileiro que é apresentada no Capítulo 5 deste trabalho.

De fato, as especificidades territoriais demandam serviços de processamento e armazenamento de dados dos governos, dado o sigilo de alguns tipos de dados e a riqueza de informações que podem ser extraídas do território e que fundamentam os esforços governamentais de planejamento e compreensão detalhada de cada porção do espaço geográfico nacional. Idealmente, estes dados deveriam ser a linha de força condutora da elaboração de políticas públicas enfocadas na redução das desigualdades socioespaciais.

Por outro lado, os dados sobre o território também são elementos definidores e decisivos para elaboração de planos e estratégias corporativas, daí sua obtenção e processamento serem altamente disputados. As inúmeras possibilidades de análises advindas de dados deste tipo podem significar o fechamento ou perenidade das firmas nos mercados em que atuam - especialmente em tempos em que o perfil do consumidor é estruturado a partir de sua localização e dos dados que produz espacialmente em suas atividades rotineiras.

Integrantes da circulação imaterial, etapa do processo produtivo contemporâneo, os dados são vitais para aceleração e fluidez almejadas continuamente pelas firmas. Para tanto, precisam ser processados, armazenados e protegidos. Nesse sentido, a análise espaço-temporal nos permitiu constatar a suposição de concentração dos serviços associados ao processamento e armazenamento de dados na região Sudeste do Brasil, o que ocorre desde seu princípio e permanece até hoje. Na atualidade, como mostramos no Capítulo 4 deste trabalho, a região Sudeste concentra quase 51% do total de DCs localizados no território brasileiro. Os estados de São Paulo e Rio de Janeiro são, respectivamente, os que abrigam maior números de DCs.

A maior concentração destas atividades, que na atualidade são intrínsecas aos data centers, nestes dois estados, evidencia a seletividade espacial e a intensificação da especialização produtiva em distintas escalas do território, ambas componentes das estratégias de produção e reprodução do capital no espaço geográfico, efetivadas intensivamente no presente período histórico. Estas manobras são subjacentes à disseminação dos ditames neoliberais que comandam a globalização que reifica e prega o ideário da competitividade (SANTOS,1996;2000; HARVEY,2012;RANCIÈRE,2014;KITCHIN,2023).

Os governos, em suas múltiplas esferas, têm utilizado do ferramental neoliberal para atrair empresas para seus territórios por meio de isenção de impostos e taxas, construção e instalação de infraestruturas de redes, alterações em legislação e doações de áreas, entre outros variados tipos de ações para aumento da fluidez territorial. O objeto final é proporcionar rendimentos financeiros maximizados para empresas.

A subordinação a essas lógicas tem estimulado o uso corporativo e competitivo do território por empresas estrangeiras e brasileiras, como apontam Santos e Silveira (2014), estabelecendo, deste modo, o que os autores denominaram de guerra entre lugares. Nesta relação insidiosa, “o mercado torna-se tirânico e o Estado tende a ser impotente”, adverte Santos (2003, p. 194).

2

Anatomia de um Data Center

2. Anatomia de um Data Center	44
2.1 Visão Sistêmica e Funcional	45
2.2 Redes Submarinas de Conexão de Data Centers	66
2.3 Normatização e Legislação Aplicadas ao Setor de Data Centers.	71

2. Anatomia de um Data Center

Segundo o relatório *Global Pulse* (ONU, 2020), há no período atual um crescimento vertiginoso e sem precedentes no volume e na velocidade da produção global de dados pela sociedade contemporânea. Uma evidência dessa realidade é o fato que a cada dois anos o volume de dados produzido mundialmente é duplicado, com tendência de crescimento estimado em 40% ao ano. Neste ritmo, o tamanho da enorme massa de dados produzida deve estar multiplicado por seis até 2025, atingindo 175 trilhões de gigabytes ou 175 zettabytes, com previsão de que 49% dos dados mundialmente armazenados residirão em nuvens computacionais (IDC, 2023).

Este crescimento extraordinário do volume de dados digitais é impulsionado por variados fatores, sobretudo, pelo aumento da diversidade e número de dispositivos com acesso à internet e pelo surgimento de novas tecnologias de informação como a Internet das Coisas (IoT) e Computação em Nuvem (MILLS, 2021; BANGALORE, 2023)¹⁰.

Em termos quantitativos, o volume anual de dados produzido atualmente é cerca de 40 milhões de vezes maior que as informações contidas em todos os livros já escritos em toda a história da humanidade (VOPSON,2021). Essa extraordinária massa de dados e informações é denominada de *Big Data*¹¹. Para Pierre Lévy (2016), este fenômeno recebe tal nome porque é explorado por grandes: corporações, laboratórios, organizações e governos. Tais elementos constituem o que Dan Schiller (2017) categorizou como "Capitalismo Digital".

Complementarmente a esse contexto, hoje, incontáveis tipos de dados são digitalizados, como filmes, dinheiro, dados médicos, fotografias, mensagens, livros, músicas, identidades pessoais, entre outros. As mídias que os contêm possuem vida útil de no máximo 25 anos (SLATTERY *et al.*, 2004), o que aumenta a demanda por armazenagem digital.

¹⁰ O termo Internet of Things (IoT) ou Internet das Coisas se refere à tecnologia que permite que objetos comuns sejam conectados e operados através da internet. Cloud Computing, em português, "Computação em Nuvem" é o termo que identifica recursos computacionais sob demanda, em especial, armazenamento e processamento de dados, sem gerenciamento ativo direto pelo usuário. O termo é geralmente usado para descrever serviços prestados por data centers para muitos usuários por meio da Internet (NIST,2019).

¹¹ O termo Big Data expressa a ideia de enormes quantidades de dados analisadas por sistemas especialistas. Foi usado pela primeira vez nos anos 1990, por John R. Mashey, cientista de computação estadunidense (DIEBOLD,2012).

2.1 Visão Sistêmica e Funcional

Nessa parte do trabalho, iniciamos com uma visão macro e simplificada do modo de funcionamento de um data center e a partir daí, detalhamos suas operações, decompondo seus subsistemas e interações com os sistemas técnicos em rede que suportam suas operações.

Com o propósito de alcançar uma compreensão sistêmica, aplicamos a perspectiva teórica de Bertalanffy ([1968]/2008), isto é, a Teoria Geral dos Sistemas, ao funcionamento de um data center. Por essa ótica, pode ser entendido como um sistema de sistemas - mais precisamente de subsistemas - que operam de forma orquestrada e simultânea para obtenção de níveis elevadíssimos de precisão técnica.

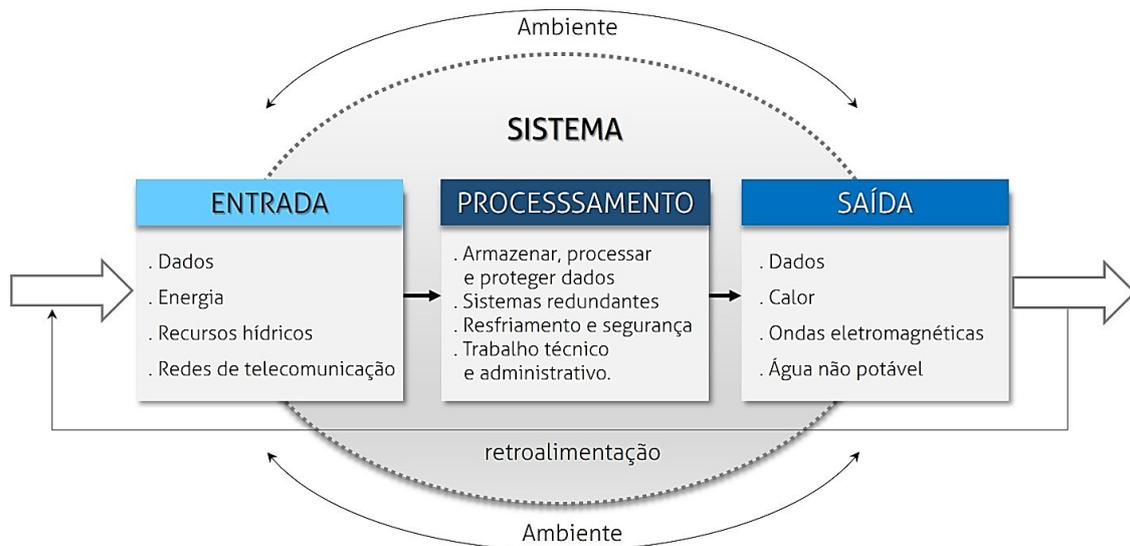
As entradas (*inputs*) que permitem o funcionamento de um data center seriam os dados de distintos tipos para processamento e armazenamento; energia elétrica que habilita o funcionamento dos equipamentos eletrônicos; recursos hídricos para resfriamento das máquinas e ambientes, e redes de telecomunicação para conectar um DC remotamente.

Após receber as entradas, o processamento, enquanto subsistema, compreenderia o armazenamento, processamento e proteção dos dados; o uso de sistemas redundantes¹² para minimizar falhas operacionais; as atividades de resfriamento e segurança para manter a integridade funcional e digital de todo ambiente; e o trabalho técnico e administrativo de suporte às demais áreas.

Como saídas do macrossistema, um data center gera os dados que processou e armazenou; o calor dissipado pelo funcionamento de seus equipamentos; ondas eletromagnéticas emitidas pela alta concentração de equipamentos eletrônicos e a água, em geral em temperaturas superiores às do entorno, utilizada para o resfriamento de seus sistemas e ambientes, conforme apresentamos no Diagrama 2.

¹² A redundância é um conceito técnico que define o procedimento em que os componentes críticos para o funcionamento do data center são duplicados, mantidos como reserva e planejados para serem à prova de falhas, caso ocorra um problema. A principal função da redundância é melhorar a confiabilidade de um data center (GENG,2021).

Diagrama 2 Visão Sistêmica de um Data Center.



Fonte: Elaboração própria.

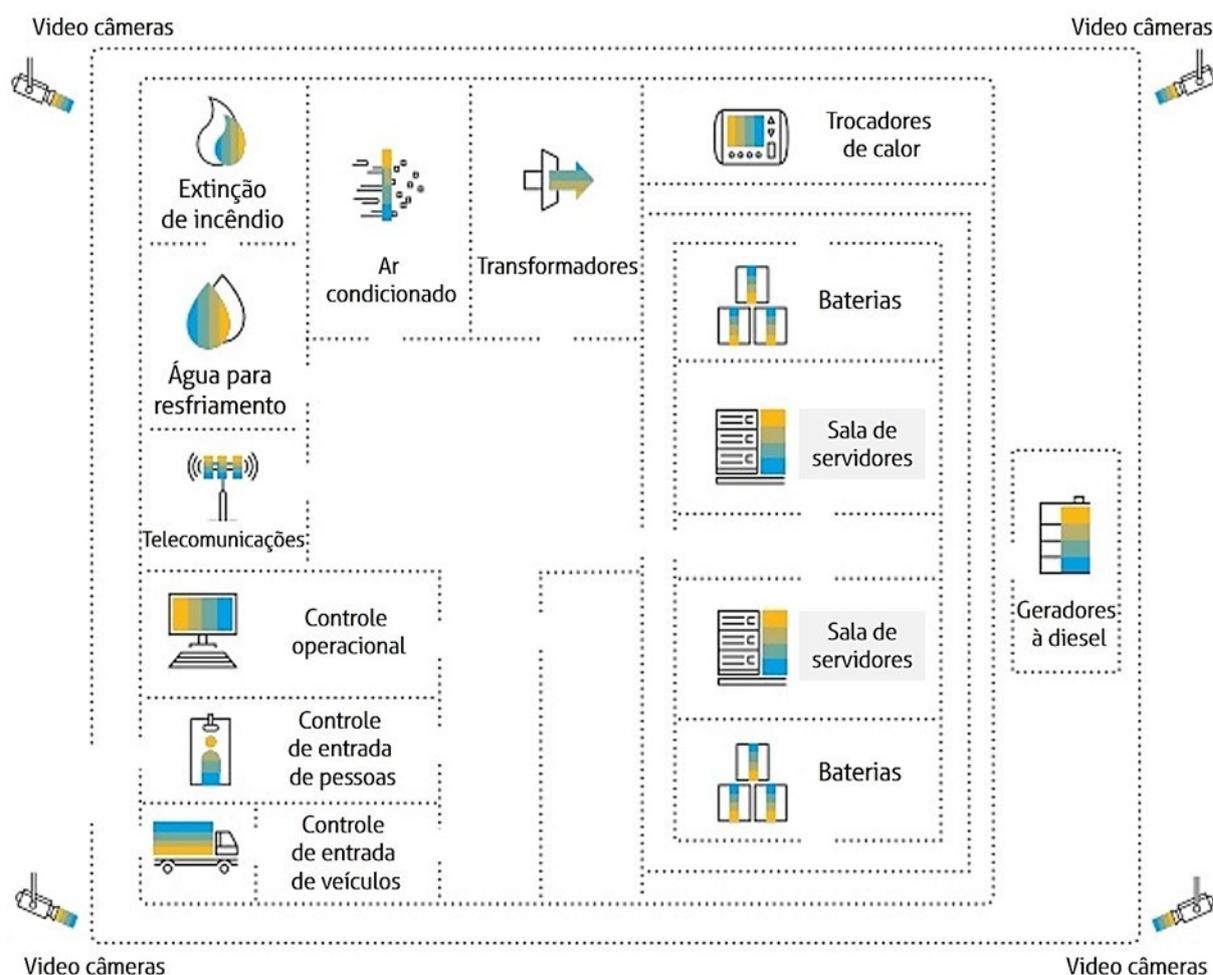
Avançando para uma visão operacional, as áreas funcionais de um DC suportam sua principal operação: tratamento e armazenamento de dados ininterruptamente. Daí, serem planejados e concebidos para operarem idealmente de modo infalível. As seguintes áreas funcionais constituem um data center:

- ▶ Resfriamento
- ▶ Detecção e supressão de incêndios
- ▶ Telecomunicações
- ▶ Distribuição elétrica
- ▶ Sistemas redundantes de energia
- ▶ Controle e segurança de operações

Tanto física como funcionalmente, um data center tem como centro crítico de suas operações o espaço onde se localizam os servidores, local onde todos os dados são armazenados e tratados. As demais áreas são projetadas para fornecer apoio a este cerne operacional que funciona incessantemente. As áreas funcionais são monitoradas por sensores conectados a *softwares* que suportam a gestão e controle operacional de data centers. Mostramos no Diagrama 3, as áreas funcionais de um DC.

A sala de servidores¹³ é o local onde funcionam os computadores de um DC que demandam, além de eletricidade, proteção contra roubo, danos físicos e manipulação acidental ou intencional envolvendo *software e hardware*¹⁴.

Diagrama 3 Data Center. Esquema de Áreas Funcionais.



Fonte: SAP AG (2022). Elaboração própria.

¹³ Esta denominação advém da nomenclatura atribuída a computadores ligados em rede. O computador utilizado por um determinado usuário que se liga remotamente a outro através de uma rede, é denominado *cliente*, porque demanda serviços ou tarefas de um outro computador, situado em algum ponto da rede, denominado *servidor*, que é programado para executar tarefas e prover respostas ao computador *cliente*. Um *servidor* pode servir vários clientes. Esta arquitetura de computação é denominada cliente-servidor, sendo a mais empregada atualmente (MINOLI, 1995).

¹⁴ Em razão dos servidores serem comumente acessados por meio de redes e os serviços solicitados serem executados sem intervenção humana, a maior parte dessas máquinas não possui dispositivos como mouse e teclado. Esta simplificação facilita as operações e contribui para redução de custos.

Em vista disso, um DC necessita de refrigeração constante, severa segurança contra ameaças externas, conexão acurada com fibras ópticas de alta velocidade e fornecimento de energia elétrica estável e abundante. Tais exigências ocorrem por conta da alta concentração de ativos tangíveis e intangíveis valiosos, como máquinas com grande poder computacional, equipamentos operacionais avançados e dados, em um só lugar.

Adicionalmente, é preciso considerar medidas organizacionais que garantam operabilidade eficiente de todas as áreas, como *backups*¹⁵ periódicos de dados e sistemas redundantes para assegurar funcionamento ininterrupto de todo o sistema no caso de falhas. A rigor, quanto maior for o número de computadores instalados e o volume de dados críticos, maior será o esforço necessário para fornecer proteção adequada e segurança a todas as operações envolvidas (BHATTACHARYA *et al.*, 2013; MALOO;NIKOLOV,2023).

Por esses motivos, os DCs demandam edifícios especialmente planejados e construídos para serem robustos e resistentes a fim de abrigar e proteger integralmente todos os equipamentos, dados e dispositivos que abriga.

Um data center deve obrigatoriamente possuir também equipamentos para fornecimento especial de energia, controle preciso da temperatura interna, supressão de incêndios e conter sistemas de redundância para todos os elementos críticos. Indicadores do nível de segurança e disponibilidade dos serviços providos são certificados por associações internacionais¹⁶.

Nossa pesquisa identificou três requisitos fundamentais para a operação de um DC:

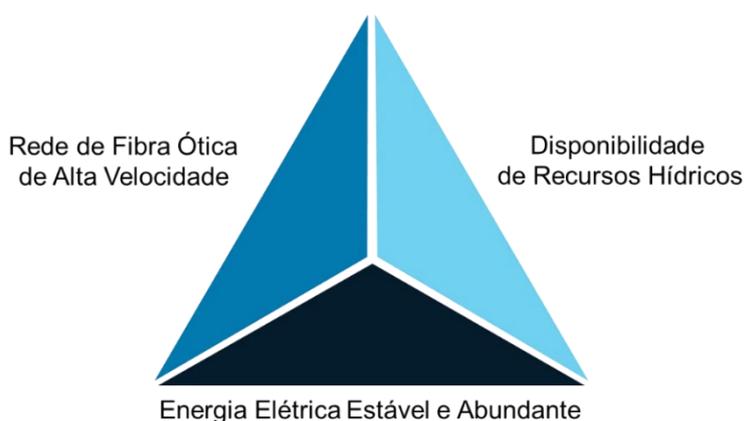
- 1) Presença de rede de fibra óptica de alta velocidade;
- 2) Alta disponibilidade hídrica;
- 3) Fornecimento de energia elétrica estável e abundante.

A presença de infraestrutura de fibra óptica de alta velocidade é crucial, pois viabiliza as redes de conectividade de internet de alta velocidade que interligam os data centers. Os recursos hídricos alimentam os sistemas de ar condicionado, críticos para o resfriamento do ambiente. Por sua vez, o fornecimento de energia elétrica estável e abundante é um fator indispensável para garantir o funcionamento eficiente de todo o data center, minimizando interrupções e falhas. Este conjunto de requisitos operacionais é representado no Diagrama 4.

¹⁵ Termo comumente empregado para designar cópia de segurança.

¹⁶ Estes temas são abordados no Capítulo 4 deste trabalho.

Diagrama 4 Data Center. Três Fatores Infraestruturais Críticos.



Elaboração própria.

Entre estes três fatores, a eletricidade é o elemento de maior importância¹⁷. Os sistemas de resfriamento e os servidores respondem pela maior parte do consumo de energia nos DCs, seguidos pelos dispositivos de rede e unidades de armazenamento. Os gastos com energia elétrica respondem pela maior parte dos custos operacionais de um data center, atingindo de 23% a 25% do total das despesas (SCHNEIDER ELECTRIC, 2023).

Os data centers são consumidores intensivos de energia, sendo responsáveis pelo consumo de 1,5% a 3% do total da energia elétrica gerada mundialmente, como estimaram os estudos de Jones (2018), Masanet *et al.* (2020) e Liu *et al.* (2020b)¹⁸. Em virtude deste aspecto, novas tecnologias, como sistemas de resfriamento líquido de servidores e utilização de sistemas de energias renováveis, como painéis solares e geradores eólicos, estão sendo crescentemente adotados pelas empresas de data centers.

2.1.1 Suprimento de Energia

Para minimizar riscos de interrupção de suas operações, os projetos de DCs incluem obrigatoriamente mais de uma conexão de entrada com linhas de distribuição de alta tensão de distribuidoras de energia elétrica, podendo também obter energia diretamente de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).

¹⁷ Os data centers de maior escala demandam uma potência elétrica superior a 100 megawatts (MW), quantidade suficiente para fornecer energia a aproximadamente 80.000 residências (JONES, 2018).

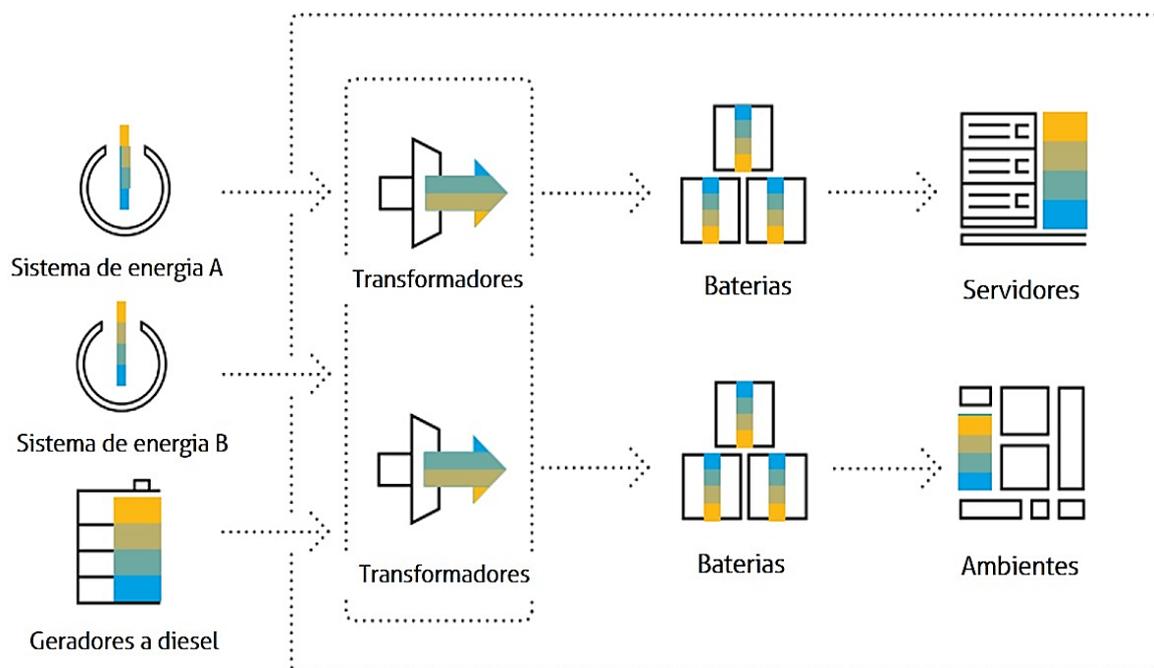
¹⁸ Os trabalhos de Jones (2018) e Masanet *et al.* (2020) tiveram grande repercussão na comunidade científica e na mídia, tendo sido publicados respectivamente nas revistas Nature e Science.

Planejadamente, uma subestação elétrica é projetada nas proximidades ou dentro dos terrenos onde operam. Portanto, se houver falhas no fornecimento de energia de uma das entradas, haverá outra como alternativa para garantir o funcionamento de toda operação. Idealmente, o fornecimento de energia de um DC deve contar com mais de um fornecedor.

Em casos de falhas ou pausas, um equipamento de grande porte, denominado UPS¹⁹, parte integrante do sistema de redundância energética, é acionado instantaneamente, evitando falhas de energia da ordem milissegundos, pois qualquer falta de energia ainda que seja mínima gera danos aos servidores (PEARL, 2007).

Os dispositivos de UPS, usualmente chamados de *nobreaks*, são constituídos e alimentados por grupos de baterias que podem manter o funcionamento do data center, em geral, por 15 minutos²⁰, tempo suficiente para a entrada em funcionamento dos geradores de energia movidos por motores à óleo diesel, Diagrama 5.

Diagrama 5 Data Center. Esquema de Sistemas de Energia Redundante.



Fonte: SAP AG (2022). Elaboração própria.

¹⁹ UPS é a sigla para *Uninterruptible Power Supply*, que em tradução livre significa Fonte de Energia Ininterrupta.

²⁰ Os tempos de interrupção e outras métricas são definidos por regulações e certificações internacionais regendo um padrão adotado em escala mundial.

Para otimizar o consumo de energia e melhorar a eficiência operacional de toda a infraestrutura de um DC, são empregados softwares que recebem e analisam dados enviados por sensores instalados nos equipamentos de energia que visam monitorar em tempo real o consumo de energético, identificar tendências e áreas de ineficiência.

O sistema de geradores a óleo diesel é alojado em edificações separadas do prédio onde estão as salas de servidores. Operando juntos, os geradores são planejados para produzirem energia elétrica suficiente para suprir a demanda do DC em caso de emergência. Estes equipamentos são configurados e preparados para operações contínuas, estando sempre em estado de pré-aquecimento, possibilitando, assim, que sejam iniciados rapidamente em caso de incidentes, Figura 1.

Na ocorrência de eventos de colapso ou ruptura extensa do fornecimento de energia, os geradores alimentados por tanques de diesel são concebidos para suportar a operação normal do DC por dias sem serem reabastecidos.

Os sistemas mais modernos de geradores possuem tecnologias para operar ininterruptamente por meses ou até mesmo por anos.

Figura 1 Data Center. Sistema de Geradores à Diesel.



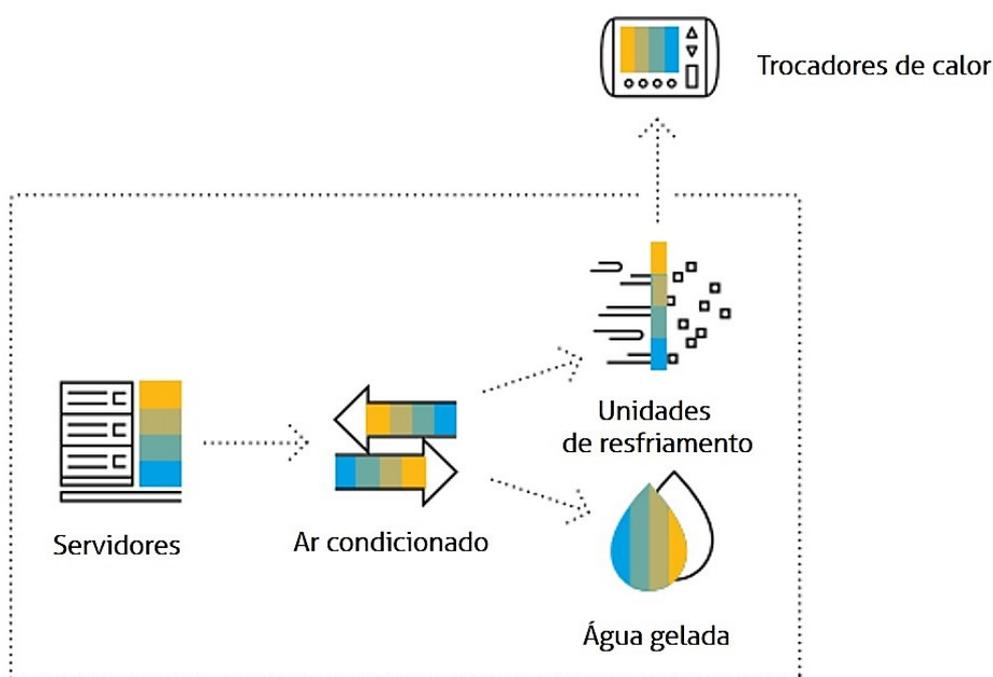
Fonte: Caterpillar Inc. (2023).

2.1.2 Sistema de Resfriamento

Todos os componentes eletrônicos, especialmente os processadores, geram grande quantidade de calor quando em operação. Se não for dissipado, a eficiência de um processador diminui, em casos extremos de superaquecimento pode levar este componente a falhar ou ser comprometido, gerar riscos físicos como emissão de gases corrosivos originados dos materiais utilizados na fabricação de componentes eletrônicos, além da real possibilidade de incêndio (BRADLEY, 2018; MALOO; NIKOLOV, 2023).

Em vista dos riscos de grande magnitude envolvidos, o sistema de resfriamento é fundamental para as operações de DCs, sobretudo pelo seu poder de computação concentrada²¹. O Diagrama 6 mostra um esquema simplificado de sistema de refrigeração utilizado em data centers.

Diagrama 6 Data Center. Esquema Simplificado de Sistema de Refrigeração.



Fonte: SAP AG (2022). Elaboração própria.

²¹ Desde 2019, uma nova técnica de resfriamento vem sendo amplamente testada como alternativa aos atuais sistemas de resfriamento realizado com ar frio ou água: o resfriamento por imersão. Por meio deste método, os equipamentos de hardware de um DC, são imersos diretamente em um líquido não condutor armazenado em um tanque e funcionam imersos neste líquido. O calor gerado pelos componentes eletrônicos é transferido diretamente para o fluido, o que reduz a necessidade de equipamentos dissipadores de calor e outros componentes comuns em métodos tradicionais de resfriamento (KUNCORO *et al.*, 2019). Esta nova técnica promete como vantagem a possibilidade de instalar DCs em lugares onde a média da temperatura é mais alta que o recomendado para a operação destes objetos técnicos.

Para maximizar o resfriamento, os servidores são instalados em racks, que se assemelham a estantes padronizadas, nas quais a parte frontal do servidor fica acessível. Esse sistema facilita tarefas de manutenção e troca em casos de colapso, Figuras 2 e 3.

Figura 2 Data Center. Servidor Inserido em Rack.



Fonte: Dell Technologies (2023).

Figura 3 Data Center. Visão de uma Sala de Servidores Instalados em Racks.



Fonte: Dell Technologies (2023).

Como mencionado, a expansão da capacidade de armazenamento e processamento de um DC é denominada tecnicamente de escalabilidade e pode ser realizada de dois modos: escalabilidade vertical e horizontal.

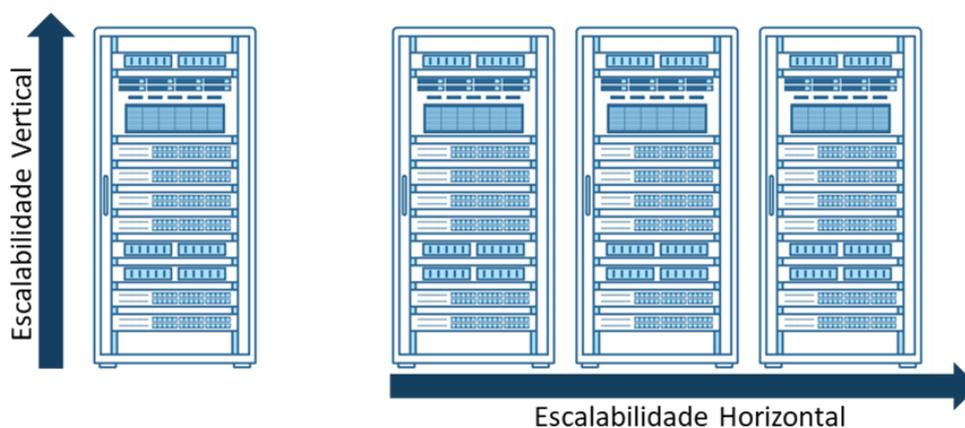
No primeiro modo, mais servidores ou dispositivos de memória são instalados nos racks que sustentam estes equipamentos, o que faz maximizar o espaço físico interno dos data centers.

Já no segundo modo, outros racks são instalados para abrigar servidores ou dispositivos específicos de memória, o que, em geral, acontece quando a capacidade operacional total de armazenamento do data center está próxima do limite (LOWE; DAVIS; GREEN,2017).

A combinação de escalabilidade vertical e horizontal é amplamente adotada como uma estratégia fundamental na gestão de DCs. Esta abordagem permite uma otimização rápida do desempenho e da disponibilidade, com o objetivo de acomodar cargas de trabalho variáveis.

Entre as vantagens inerentes a essa estratégia, destacam-se a maximização de espaço físico, simplicidade na execução e manutenção, distribuição mais eficiente das cargas de dados e o aumento na redundância operacional e desempenho, obtidos por meio do incremento de mais servidores. O Diagrama 7 ilustra os dois tipos.

Diagrama 7 Tipos de Escalabilidade em Data Centers.



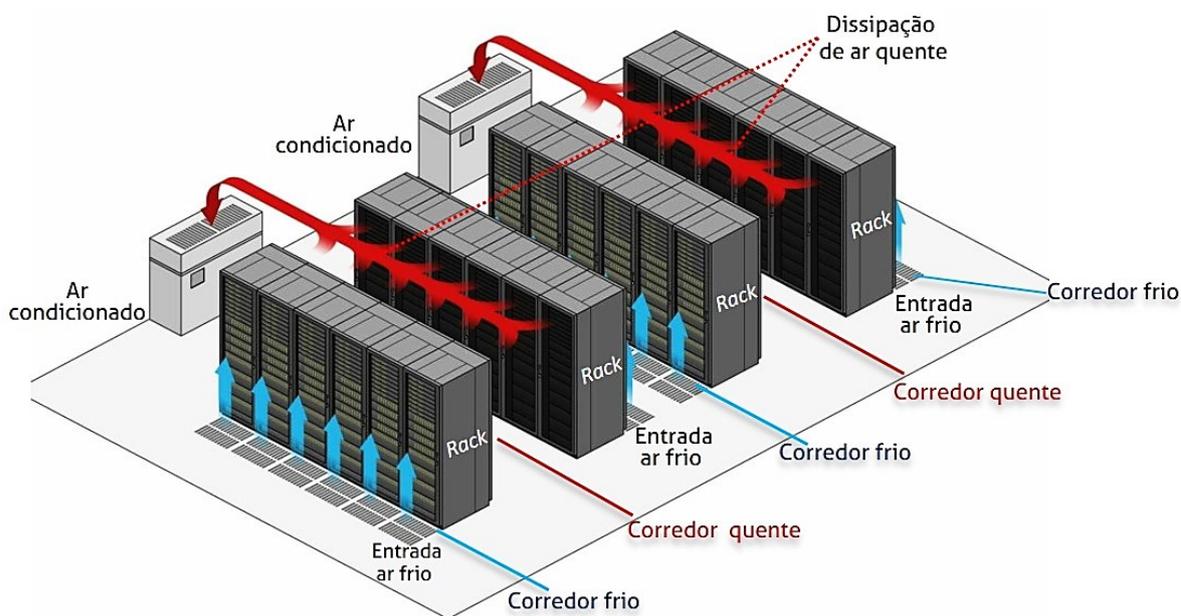
Fonte: Lowe, Davis e Green (2017). Elaboração própria.

Uma outra técnica empregada para aumentar a escalabilidade de data centers se realiza por meio de conexão via rede com outras instalações, em geral, localizadas fora da área do DC que demanda escalabilidade.

Esta operação é denominada de migração ou realocação de dados. Uma operação de realocação consiste no processo de transferência de dados, aplicativos ou até mesmo de um ambiente operacional completo, de um DC existente para outro. Este procedimento complexo demanda um projeto que abrange aspectos importantes que envolvem políticas de segurança e privacidade, continuidade operacional, além de sincronismo, interoperabilidade e integridade de dados e sistemas.

A temperatura ambiente interna em um data center desempenha um papel crítico na sua operação, particularmente na sala de servidores. A dinâmica de refrigeração e ventilação da sala dos servidores é realizada pelo sistema de ar-condicionado, auxiliado por uma configuração no posicionamento dos corredores de racks na sala, denominada de Esquema de Corredor Quente-Frio (DUNLAP; RASMUNSSSEN, 2012), como mostrado no Diagrama 8.

Diagrama 8 Data Center. Esquema de Resfriamento de Corredores Frios e Quentes.



Fonte: Geng (2021). Elaboração própria.

Esta técnica posiciona as fileiras de racks de frente para outras fileiras. O ar frio do sistema de refrigeração, ajustado para uma temperatura entre 24°C e 26°C, é insuflado para frente do rack através de aberturas ou furos no piso que é elevado. Este corredor é denominado de *corredor frio*.

O ar frio é então atraído para os racks pelas ventoinhas dos servidores, fluindo pelas prateleiras e dissipando o calor emitido pelos servidores. Após passar pelos servidores é expelido de volta ao ambiente para o chamado *corredor quente*. O ar quente ascendente encontra o seu caminho de volta e é removido pelo sistema de ar-condicionado e depois de refrigerado, repete o ciclo.

Adotada com frequência, esta técnica permite separar o ar quente do frio para melhorar a eficiência energética, facilitando o direcionamento do fluxo de ar e do desempenho das máquinas de condicionamento de ar (SNEVELY,2002).

Quando a temperatura exterior é inferior a 12°C, o ar exterior pode ser usado para resfriar efetivamente o calor absorvido pelos sistemas de ar-condicionado nas unidades de resfriamento. Em temperaturas externas altas, os sistemas de ar-condicionado são resfriados com água. Por terem missão crítica, os sistemas de refrigeração contam com sistema redundante que entra em funcionamento em caso de falha. Se um sistema de refrigeração falhar, o tempo gasto até que a unidade reserva esteja operacional é planejado para que seja mínimo para evitar qualquer aumento de temperatura interna.

As unidades de resfriamento também precisam dissipar o calor. Para esta tarefa, trocadores de calor liberam ar quente na atmosfera. Em temperaturas externas acima de 26°C, os trocadores de calor são borrifados com água para tornar a dissipação de calor mais eficaz através de resfriamento evaporativo, Figura 4.

Durante o verão, o consumo de água aumenta significativamente, demandando um sistema de abastecimento de água redundante. Este sistema é crítico para garantir a continuidade das operações, dada a importância da refrigeração eficiente dos equipamentos para prevenir o superaquecimento dos componentes, garantir o funcionamento otimizado das instalações e manter a integridade dos dados.

Figura 4 Data Center. Trocadores Externos de Calor.



Fonte: Emerson Electric Co.(2022).

Na ocorrência de falta de energia, o sistema de resfriamento é desligado e reiniciado apenas com energia dos geradores. Por esse motivo, os tanques de termo acumulação são importantes para manter um volume reservado de água gelada em grandes tanques ou reservatórios verticais, suficientes para manter o sistema de refrigeração em pleno funcionamento até a retomada das unidades de resfriamento.

O fornecimento de água para os sistemas de refrigeração, trocadores, reservatórios e demais áreas do DC pode ser realizado de três modos distintos ou combinados: i) por empresas locais de abastecimento de água; ii) através de poços de captação de água subterrânea ou iii) utilização de águas superficiais (rios, canais, lagos, mares e outros). A água é armazenada em reservatórios e/ou torres, Figura 5.

Essa prática visa garantir um suprimento contínuo e confiável de água para os sistemas de resfriamento, contribuindo assim para a manutenção das condições térmicas adequadas para o funcionamento equilibrado do data center.

Figura 5 Data Center. Torres de Água Gelada para Resfriamento.



Fonte: ODATA Co.(2023).

2.1.3 Segurança Física e Cibernética

Um aspecto crucial para operação de data centers é a segurança. Mais do que os ativos de valor elevado, como máquinas e equipamentos com tecnologias avançadas, os dados possuem valor imensurável. Em razão da possibilidade de ocorrência de diversos eventos com riscos de severidade e magnitude altos, são adotados conjuntos de mecanismos de controle, incluindo políticas, processos, procedimentos e estruturas organizacionais planejados com o objetivo de assegurar a integridade dos dados armazenados e processados, e minimizar os riscos envolvidos (TIPTON; NOZAKI, 2012; MALOO; NIKOLOV, 2023).

Tais mecanismos são exigências de regulações e normas nacionais e internacionais específicas para segurança e proteção de dados. Em um DC, a proteção aos dados ocorre em duas frentes de atuação: física e digital (também chamada de lógica).

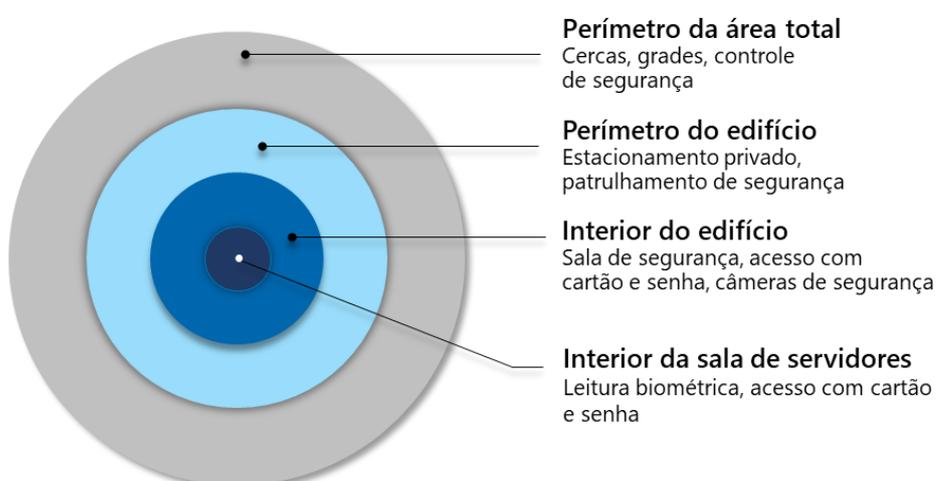
A segurança física inclui as barreiras para acesso indevido e controle de acesso ao perímetro do local, e a presença de equipamentos contra incêndio, raios e outros.

Uma das estratégias empregadas para controlar o acesso e garantir a segurança nos data centers é a implementação do conceito de segurança em camadas. Esse conceito envolve a criação de zonas concêntricas de acesso, cuidadosamente definidas e configuradas com métodos de acesso distintos ou cada vez mais rigorosos, proporcionando uma camada adicional de proteção, conhecida como segurança em profundidade. Desse modo, uma área interna é protegida não apenas pelos seus próprios métodos de acesso, mas também pelas áreas que a cercam, como ilustra o Diagrama 9.

Esse sistema de segurança se estende desde a área externa até os ambientes internos, incluindo os andares, salas, racks e servidores (NIEKERK; JACOBS, 2015).

Os equipamentos de controle de acesso detectam, retardam e comunicam ações invasivas, com tempo suficiente para que as medidas sejam tomadas e equipes de apoio sejam informadas em casos de quebra dos protocolos definidos (VAULT,2018). Usualmente, existem pelo menos quatro níveis de segurança em um DC, desde a entrada no prédio até o acesso às áreas críticas.

Diagrama 9 Esquema de Segurança em Camadas Aplicado em Data Centers



Fonte: Niekerk e Jacobs (2015). Elaboração própria.

Para impedir o acesso livre ao local de funcionamento são comumente instaladas cercas elétricas, grades, múltiplos portões e portaria blindada para acesso ao prédio. Além de vigilância vinte quatro horas, os espaços críticos, como a sala de servidores, são blindados e usualmente possuem equipe de segurança²².

Via de regra, os prédios contam com monitoramento sistêmico em todas as portas, e com acesso através de pelo menos um cartão eletrônico de identificação, que somente funcionários devem possuir; visitantes autorizados têm acesso restrito às áreas. Para entrada nos espaços onde funcionam o processamento e TICs de suporte, além do cartão de acesso é requerida identificação por leitores digitais ou biométricos. Em geral, o processo de controle de acesso é realizado em quatro etapas (KUROSE; ROSS, 2017):

- ▶ **Identificação:** parte do processo em que o usuário apresenta suas credenciais. Pode ser algo que ele possui (cartão); que ele sabe (senha); ou o que ele é (biometria). A identificação biométrica por impressão digital é a mais conhecida e utilizada atualmente por sua alta confiabilidade e baixo custo;
- ▶ **Autenticação:** a identidade é verificada e validada através de uma credencial que poderá ser uma das formas apresentadas durante a etapa de identificação;
- ▶ **Autorização:** define quais direitos e permissões tem o usuário do sistema. Após a autenticação, o processo de autorização determina se ele tem ou não permissão de acesso ao local, no horário e data solicitada;
- ▶ **Auditoria:** é uma referência à coleta da informação relacionada à utilização, pelos usuários, das funcionalidades do sistema. Essa informação pode ser utilizada para o gerenciamento, planejamento e outros. A auditoria em tempo real ocorre quando as informações relativas aos usuários são trafegadas no momento do uso do sistema de gerenciamento de acesso. As informações tipicamente relacionadas a esse processo são a identidade do usuário, a natureza do serviço, hora de início e término.

Os riscos associados à violação de dados em um DC podem ser devastadores para o empreendimento, para seus clientes e para o Estado, no caso de dados públicos, internos ou externos, de qualquer tipo, origem, finalidade ou tamanho. Além da perda de confiança, as potenciais consequências financeiras são usualmente significativas. Os custos em ações preventivas são rigorosamente mais compensatórios.

²² Outra denominação comumente utilizada para a sala de servidores é sala-cofre ou sala de computadores.

Sob uma ótica centrada na segurança cibernética, alguns países estabeleceram normas e modos de aplicação prática de mecanismos que garantam a proteção do armazenamento e utilização de dados, com propósito de promover a segurança cibernética e fortalecer a salvaguarda de infraestruturas críticas contra ameaças cibernéticas, o que incluiria as redes de energia, telecomunicações, serviços financeiros, data centers e transportes.

A Norma Técnica NIS2 (Network and Information Security II)²³, atualização da norma de mesmo nome, aprovada pela União Europeia no final de 2022, é um exemplo destas iniciativas.

Nos Estados Unidos, a Lei de Relatórios de Incidentes Cibernéticos de 2022 para Infraestruturas Críticas, também define os procedimentos associados a casos de cibercrimes naquele país, incluindo em seu escopo os data centers (LUKINGS;LASHKARI,2002; MALOO;NIKOLOV,2023). Internacionalmente, a proteção de dados também é abordada por normas como as ISO/IAC 27001 e 27002, e a ANSI/TIA-942, que abrangem sistemas de segurança de dados contra ameaças físicas e digitais²⁴.

No Brasil, com o propósito de oferecer suporte às empresas na proteção de suas informações críticas e sensíveis, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) divulgou em 2022a introdução da Norma ISO/IEC 27002 (ABNT,2022) que segue os preceitos das normas internacionais.

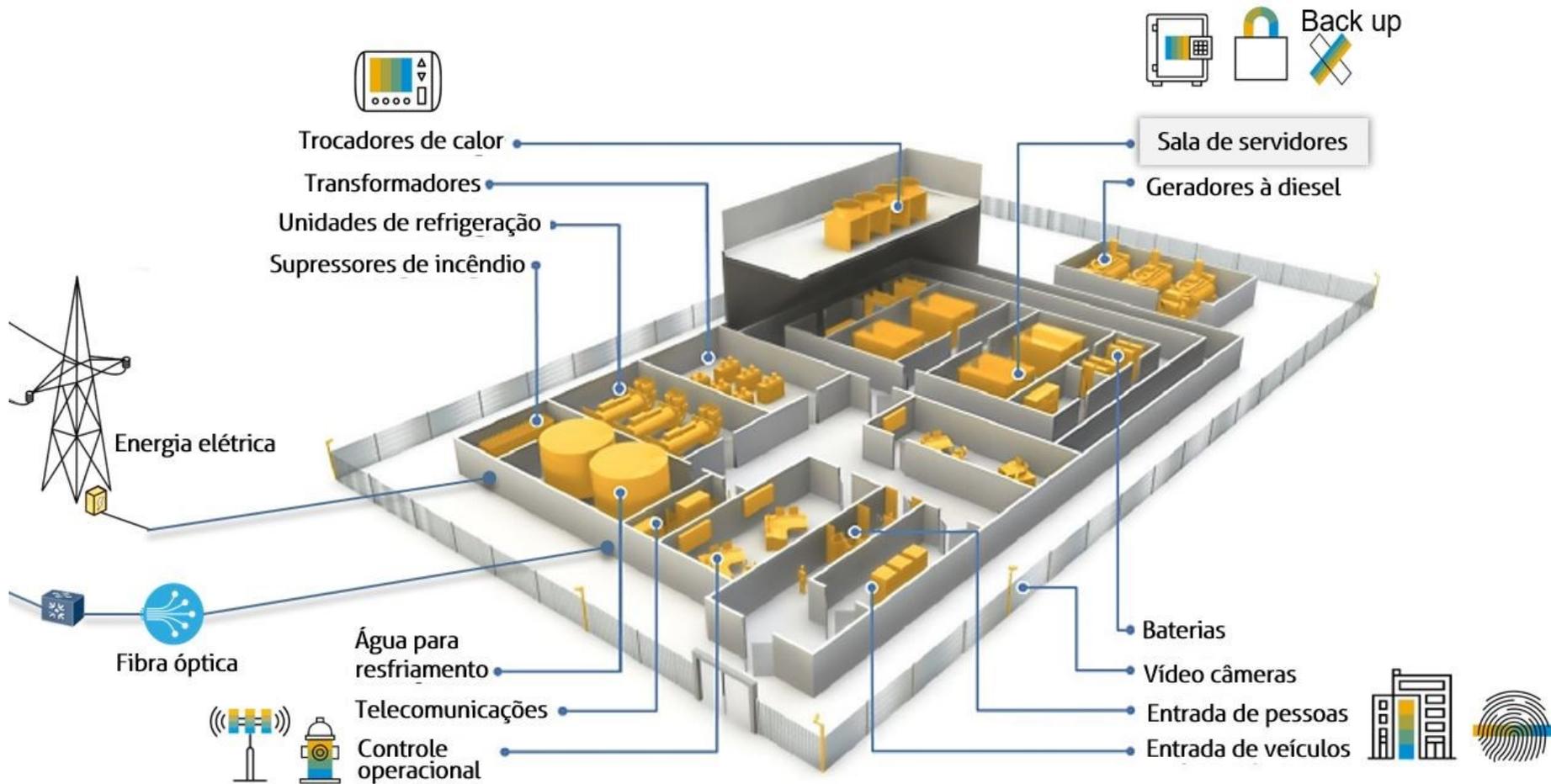
A ISO/IEC 27002 define um padrão de segurança de dados e informações que estabelece diretrizes e melhores práticas para gerenciar riscos de segurança cibernética e proteger algoritmos²⁵ e dados confidenciais. Largamente utilizada por data centers, esta norma abrange áreas como política de segurança, gestão de ativos, controle de acesso, segurança física e comunicação de incidentes, com o propósito de garantir a confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados nas organizações. O Diagrama 10 apresenta uma visão reunida das áreas funcionais que compõem um data center padrão.

²³ A NIS2 (Network and Information Security Directive) é a diretiva da União Europeia que trata da aplicação de regras de segurança cibernética para todas as médias e grandes empresas em setores essenciais, como: energia, transportes, bancos, infraestrutura do mercado financeiro, saúde, vacinas e dispositivos médicos, saneamento, infraestrutura digital, administração pública e espacial Todos os tipos de corporações devem estar em conformidade com as diretrizes regulatórias da NIS2, o que possivelmente demandará investimentos em infraestrutura de TICs, incluindo data centers, a fim de satisfazer as exigências normativas e garantir a segurança de seus sistemas contra potenciais ameaças cibernéticas (EU,2023).

²⁴ A Organização das Nações Unidas (ONU) iniciou em 2019 um processo de deliberação para a implementação de regras internacionais através de um tratado destinado a enfrentar os desafios de segurança cibernética.

²⁵ Algoritmos podem ser definidos como uma sequência lógica de parâmetros que, ao serem executados, levam a um determinado objetivo (FARRER et al., 2008).

Diagrama 10 Data Center. Visão Funcional.



Fonte: SAP AG (2022). Elaboração e edição próprias.

2.1.4 Arquitetura Construtiva de Data Centers

Distintamente de uma estrutura multifuncional ou genérica, a arquitetura de um data center é regida por critérios prioritariamente geográficos, além de técnicos, funcionais e de eficácia, que orientam a definição do tipo de edifício a ser projetado e o padrão de construção adotado. Independentemente do tipo de data center,²⁶ o projeto arquitetônico é baseado em três elementos centrais (ALGER,2013):

- I. Capacidade: a planta baixa do data center deve ter espaço suficiente para abrigar todos os servidores e equipamentos para uso atual e futuro;
- II. Tolerância a desastres: a instalação física do data center deve ser capaz de resistir a possíveis desastres naturais que são identificados, quantificados e qualificados em análises de risco previamente elaboradas, que consideram as características geográficas, geomorfológicas e climáticas específicas de cada lugar de implantação;
- III. Eficiência operacional: o projeto geral deve requerer o mínimo de fiação, incluir dinâmicas de fluxos de ar quente e frio, prever recursos de energia renovável e outros fatores geográficos, como o número de horas de sol por ano, as médias de temperatura e umidade do ar, além da dinâmica dos ventos.

Com base nessas análises e requisitos preliminares, são delineadas estratégias para redução de gastos de construção, operação e manutenção de um data center em projeto. A partir destas definições, são determinadas as melhores opções de modelo arquitetônico para o prédio (HU,2016). Dentre os modelos amplamente adotados (ALGER 2013; VELKOVA,2023), destacam-se :

- ▶ Bunker ou enterrado: neste modelo parte do prédio fica sob o solo para proteção física e climática;
- ▶ Elevado ou *outdoor*: este modelo aproveita o regime de ventos do lugar de instalação para reduzir gastos com energia elétrica, por meio do posicionamento e elevação do prédio e das entradas de troca de ar na direção dos quadrantes de vento mais prevalentes;

²⁶ Um tipologia técnico-funcional de data centers foi elaborada e discutida no capítulo 4 deste trabalho.

- ▶ Verticalizado: este modelo, que prevê estruturas com mais de um andar, é aplicado em situações em que há limitações para a implementação de uma estrutura predial horizontalizada. Esta abordagem, além de mais dispendiosa, é funcionalmente menos flexível e empregada em áreas adensadas;
- ▶ Horizontalizado: o modelo arquitetônico horizontalizado é o tipo predominante na construção de DCs, demanda vastas áreas e pode ser adaptado a diferentes condições climáticas;
- ▶ Conversão: este modelo aproveita prédios construídos e os adapta às funcionalidades requeridas para operação de um DC. A conversão de prédios já construídos tem como vantagem a rápida implantação e aproveita as localizações privilegiadas de complexos comerciais, fábricas e prédios corporativos antigos ou desocupados.

O sistema de construção modular pré-fabricado tem prevalecido como o método construtivo mais adotado para a edificação desses objetos técnicos, devido ao custo reduzido, à sua capacidade de agilizar o processo construtivo e viabilizar projetos de expansão predial de maneira simplificada. Um aspecto possibilitado por esse sistema é a conformidade com os padrões e normas que regulam a construção dos data centers (WIBOONRAT,2020)²⁷.

Para além dos aspectos técnicos, a arquitetura dos data centers pode ser definida por prédios discretos, especificamente dedicados para abrigar máquinas, além de possuir vastas redes de infraestrutura enterradas e áreas construídas com volumes em enormes escalas sob rígida normatização. Marc Augé (2012) observa que este tipo de arquitetura é caracterizada por ser fria e refutar a presença humana. White (2015) ressalta que estes prédios exibem um design que qualifica o período atual, ao que Hibelings (2003) denomina de supermodernismo e superlugares, porém sem identidade de seus idealizadores. As Figuras 6 e 7 mostram dois tipos de arquitetura de DCs.

Por trás do ícone em forma de nuvem presente nos dispositivos eletrônicos contemporâneos, reside um universo de tecnologias, formas e ações, trabalhando em conjunto para impedir que a existência desses objetos técnicos seja notada.

²⁷ As normas e regulações aplicadas a data centers são abordadas na parte 2.3 deste trabalho.

Figura 6 Data Center de Arquitetura Horizontalizada. Países Baixos (2022).



Fonte: Meta Platforms (2023).

Figura 7 Data Center de Arquitetura Elevada. Atlanta, EUA (2022).



Fonte: Google LLC (2023).

2.2 Redes Submarinas de Conexão de Data Centers

Os dados que são processados e armazenados nos data centers, chegam até estes centros majoritariamente através de redes telemáticas que são em sua maioria redes terrestres. Contudo, quando a comunicação abrange tráfego de dados entre data centers ou empresas localizados em regiões distantes ou em continentes diferentes, a transferência de dados ocorre por meio de cabos submarinos.

Invisíveis, mas vitais, os cabos submarinos desempenham um papel determinante no atual período, já que transportam 99% do tráfego mundial de dados transmitidos via internet (HARMONT,2022; ITU, 2022). Em conjunto com os DCs, estes cabos são componentes críticos da infraestrutura digital global que interliga inúmeros territórios, viabiliza a difusão abrangente de dados²⁸ e consolida a concepção de que as nuvens da dados são ubíquas, estando onipresentes e acessíveis em diferentes partes do mundo.

A interconexão entre cabos submarinos e DCs viabiliza a demandada comunicação em tempo real, superando as restrições de velocidade e latência que são inerentes às conexões terrestres. Os cabos subaquáticos possuem a capacidade de transportar massivos volumes de dados de modo seguro, além de permitir uma conectividade contínua, rápida e estável entre as regiões do mundo.

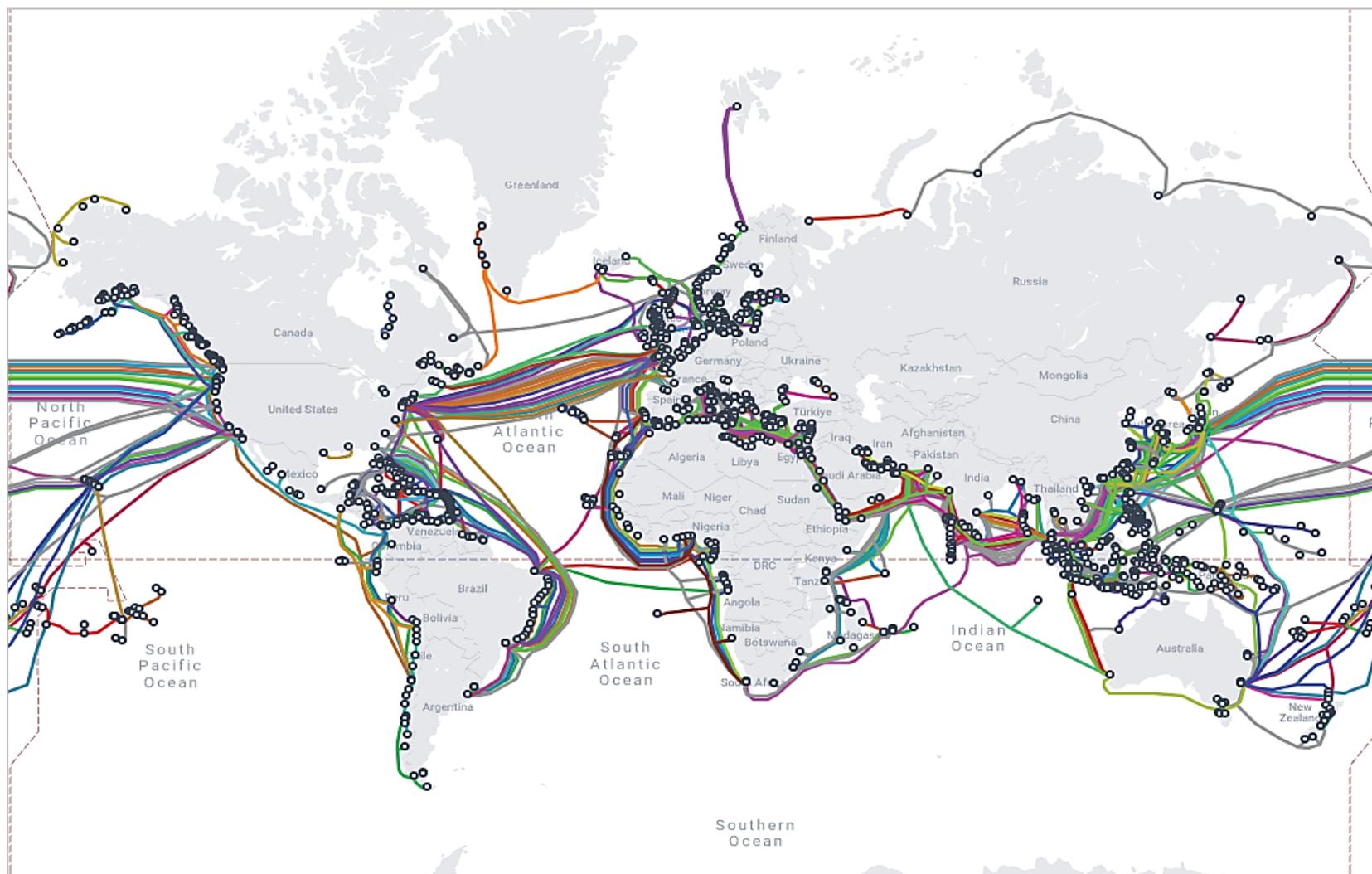
Do ponto de vista técnico, a interação física entre cabos submarinos e DCs ocorre por meio de pontos de interconexão, conhecidos como Pontos de Presença (PoPs), onde os cabos submarinos se conectam às redes terrestres que, por sua vez, estão ligadas aos DCs. Os pontos de interconexão funcionam como interfaces de transmissão de dados entre as redes submarinas e os sistemas dos data centers²⁹.

Até o mês de janeiro de 2023, havia um total de 529 cabos submarinos instalados no fundo de oceanos e mares, abrangendo uma extensão total de aproximadamente 1,4 milhão de quilômetros e conectando, com exceção da Antártida, todos os continentes do planeta (ITU,2023a). A Figura 8 ilustra a distribuição espacial desses cabos submarinos em escala mundial.

²⁸ Os cabos submarinos ópticos atuais podem transmitir 200 *terabits* de dados por segundo (BRAKE,2019).

²⁹ Além dos oceânicos, também são frequentes projetos destinados à instalação de cabos subaquáticos em rios. Um exemplo deste tipo de iniciativa é o projeto Amazônia Conectada, promovido pelo governo federal brasileiro, com o propósito de prover conectividade de internet à região amazônica.

Figura 8 Mundo. Topologia das Redes de Cabos Submarinos (2023).



Fonte: TeleGeography (2022).

Um projeto de instalação de cabos submarinos demanda estudos e análises complexas. Previamente à instalação, realizada por navios especializados, como mostra a Figura 9, é realizado um planejamento detalhado. Esse plano considera fatores como a rota do cabo, a localização da estação costeira que conecta o cabo já em terra, a profundidade oceânica ao longo do trajeto da conexão, características geológicas marinhas e regulamentações ambientais, entre outros. O projeto abrange também a seleção de materiais e equipamentos específicos para instalação e funcionamento em diferentes regiões do planeta, e inclui o tipo de cabo e os dispositivos de conexão, fixação e proteção contra frio, calor e força das marés. As Figuras 10 e 11 mostram alguns aspectos do processo de instalação de cabos submarinos.

Com base nessas informações, o cabo é precisamente fabricado, em um processo intrincado que adiciona múltiplas camadas de isolamento e proteção. No caso de cabos óticos, que na atualidade são maioria, no núcleo dos cabos estão as fibras óticas, responsáveis pela transmissão de dados por meio de pulsos de luz.

Antes da operação de instalação, o leito oceânico é avaliado e preparado para receber o cabo submarino. Isso pode incluir a limpeza do leito, remoção de detritos e nivelamento, com objetivo de garantir a proteção e estabilidade do cabo.

O cabo submarino é então lançado a partir de um navio especialmente equipado. A embarcação segue a rota planejada e libera o cabo no leito oceânico que é posteriormente fixado de forma manual, como apresentamos na Figura 12.

Ao atingir a costa, o cabo é direcionado para um ponto de ancoragem localizado em uma estação de cabo submarino, onde ocorre sua conexão física em terra com equipamentos de rede. Após a conexão física, são realizados testes abrangentes para verificar a integridade do cabo e a qualidade da conexão, além de manutenção periódica para garantir a longevidade do sistema.

Mostramos na Figura 13, um sistema de conexão e comunicação por meio de cabo submarino que inclui: duas estações de ancoragem de cabos e seus terminais de equipamentos (para alimentação de energia e gerência de rede), interligadas a um cabo submarino com repetidores, e a ligação destas estações com os PoP (Ponto de Presença) que conectam o cabo submarino às redes telemáticas terrestres que chegam aos data centers.

Figura 9 Navio para Instalação de Cabos Submarinos.



Fonte: Nexans Group (2023).

Figura 10 Cabo Submarino Grace Hopper (Google) e uma estação costeira de conexão. Inglaterra (2022).



Fonte: Google LLC (2023).

Figura 11 Ilustração. Navio de Medição de Profundidade Marinha (Batimetria).



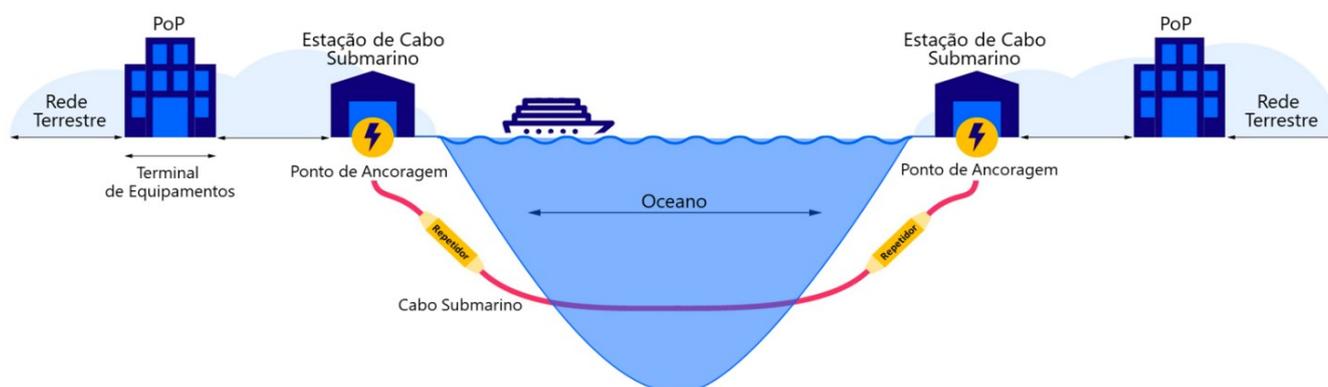
Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), (2022).

Figura 12 Atividade de Instalação de Cabo Ótico Submarino.



Fonte: Asso Subsea Group,(2023).

Figura 13 Visão Esquemática de Conexão entre Estações de Cabo Submarinos.



Fonte: Indigo Subsea Group (2023). Elaboração própria.

2.3 Normatização e Legislação Aplicadas ao Setor de Data Centers

No escopo da pesquisa que embasa este trabalho, adotamos como pressuposto de método, o par dialético técnica e norma. Nesse sentido, conforme proposto por Milton Santos (2012), o espaço geográfico é um híbrido de sistemas de ações e de sistemas de objetos.

A sociedade interage com a natureza através das técnicas. Dessa interação, resultam objetos técnicos que contêm as racionalidades, finalidades e ações dos agentes que os produziram. Como resultado, além das técnicas, as normas também estão inseridas e condicionam os objetos técnicos (ANTAS Jr., 2005).

Alinhados à Madeleine Akrich, entendemos que “os objetos técnicos têm um conteúdo político no sentido em que constituem elementos ativos da organização das relações do homem com o seu meio” (1987, p.49). Daí a importância das análises sobre regulações e normas que sistematizam os múltiplos usos do território, seus conteúdos e agentes.

Nesse contexto, compreendemos que o território é normatizado pelas ações que articulam conjuntamente os processos de estruturação e organização do território, e seus objetos técnicos. Assim, regido pelas normas, configura-se o “território normado” conforme definiu Santos (2012).

Por outro lado, o ‘território como norma’ significa condicionamento dos usos das técnicas, de seus produtos, os objetos técnicos e, por extensão, das relações sociais. “A cada criação e implementação de objetos técnicos no território configuram-se demandas por normas de uso e demandas sociais por regulação”, observa Antas Jr. (2005, p.43).

Arquétipos seminais destas relações que ocorrem no território, os data centers sintetizam associações novas entre objetos e normas concebidas para facilitar e acelerar a circulação dos fluxos imateriais neste período de globalização.

Estes centros de operação de dados são resultado de esforços planejados das instâncias hegemônicas para modernização das infraestruturas e equipamentos territoriais, subordinados ao regime de acumulação vigente, para beneficiá-las. Para obter um domínio eficiente deste vasto conjunto técnico é preciso controlar as normas e leis associadas a variados aspectos destes centros de dados.

Do ponto de vista das práticas legais e procedimentais, a normatização e a regulação, tanto em âmbito nacional quanto internacional, aplicadas a data centers, enfocam três aspectos específicos deste objeto técnico:

- ▶ a construção do prédio que abriga o data center e a área imediata ao seu entorno;
- ▶ os equipamentos para seu funcionamento: servidores, cabeamento, energia elétrica, sistemas de telecomunicações, de resfriamento e redundantes, entre outros;
- ▶ as atividades associadas ao armazenamento de dados.

Nesta parte do trabalho, abordaremos primeiramente as normas aplicadas a padrões operacionais. Em seguida, enfocaremos a normas e regulações que enfocam os atributos físico-funcionais e o funcionamento dos múltiplos equipamentos e sistemas dos data centers. Na sequência, analisaremos a legislação aplicada às atividades específicas de armazenamento de dados realizadas nestes centros. Cumpre ressaltar que não faz parte do escopo definido para esta dissertação a análise de outros aspectos e atividades vinculadas a dados, como normas de gestão de continuidade de negócios, normas de *compliance*³⁰ para atender aos requisitos de determinados setores, como financeiro e saúde, entre outros.

2.3.1 Padrões Operacionais de Serviços em Data Centers

Os data centers são infraestruturas fundamentais para suportar operações de serviços críticos e armazenar grandes volumes de dados. Em virtude disso, a avaliação da qualidade e confiabilidade dessas instalações é crucial para garantir a disponibilidade contínua dos serviços e minimizar riscos operacionais.

A classificação Tiers, definida pelo Uptime Institute³¹, tem se consolidado como um padrão amplamente aceito e reconhecido para avaliar e classificar a qualidade e confiabilidade de um data center. Em termos técnicos, a classificação de Tiers é fundamentada em padrões de desempenho estabelecidos pelo Uptime Institute, que são

³⁰ O termo inglês *compliance* se refere à capacidade de uma organização de atingir seus objetivos de negócios de forma ética e legal (ISO 37301:2021).

³¹ O Uptime Institute é uma organização sediada nos Estados Unidos, internacionalmente reconhecida, que se dedica à melhoria da disponibilidade, eficiência e sustentabilidade dos data centers e infraestruturas críticas. Fundada em 1993, a instituição desenvolve pesquisas e define padrões para o mercado de data centers, com foco na excelência operacional e confiabilidade destas instalações (UPTIME INSTITUTE, 2023).

desenvolvidos com base em pesquisas e experiências de campo, bem como em práticas recomendadas pelas empresas do setor.

Assim, esta classificação não se configura como uma normatização ou regulação, mas como um sistema de categorização que analisa a estabilidade, resiliência e redundância de instalações de data centers.

Desse modo, os data centers são categorizados em diferentes níveis, que variam de Tier I a Tier IV. Cada um desses níveis representa um grau crescente de redundância e capacidade de suportar falhas sem interromper os serviços críticos. Quanto mais alto o nível do Tier, maior é a capacidade do data center de operar sem interrupções, como mostramos no Diagrama 11.

De acordo com os padrões definidos pelo Uptime Institute (2023), cada Tier é definido pelos seguintes critérios:

- ▶ Tier I: representa o nível com menor capacidade de disponibilidade e redundância. Data centers nesse nível podem enfrentar interrupções não planejadas, resultando em tempo de inatividade para os serviços hospedados. O Tier I tem baixo custo inicial de implantação. A disponibilidade é de aproximadamente 99,671%, o que significa que pode haver até 28,8 horas de interrupção por ano.
- ▶ Tier II: data centers classificados nesse nível possuem maior redundância em comparação ao Tier I. Porém, o reduzido tempo dedicado à manutenção, os torna suscetíveis a interrupções não planejadas. A disponibilidade do Tier II é cerca de 99,741%, o que significa aproximadamente 22 horas de interrupção por ano.
- ▶ Tier III: o nível de redundância é ainda maior, com a adição de sistemas paralelos e distribuídos para energia e refrigeração. No Tier III, a manutenção é realizada sem interrupção dos serviços essenciais, a disponibilidade aproximada é de 99,982%, o que equivale a cerca de 1,6 horas de interrupção por ano.
- ▶ Tier IV: é o nível mais alto de classificação, redundância e capacidade de tolerância a falhas. Este Tier inclui todos os recursos dos Tiers anteriores, além de sistemas totalmente independentes, como fontes de energia, refrigeração, redes e outros componentes críticos; por essa razão, demanda maiores investimentos. Isso garante que falhas em um destes sistemas não afetem os serviços do data center. A disponibilidade do Tier 4 atinge 99,995%, o que significa menos de 0,4 horas de interrupção por ano.

Diagrama 11 Data Centers. Níveis da Classificação Tiers.



Fonte: Uptime Institute (2023). Elaboração própria.

Além da perspectiva técnica e operacional, a classificação Tiers também tem significância comercial para os data centers, em razão de alguns fatores:

- i. **Competitividade:** o nível de Tier obtido permite que o data center demonstre seu nível de confiabilidade e disponibilidade aos clientes e ao mercado;
- ii. **Redução de riscos e custos:** ao optarem por um data center de um Tier adequado, as empresas clientes podem minimizar a probabilidade de falhas críticas em suas operações, o que resulta em menores custos com interrupções;
- iii. **Cumprimento de requisitos regulatórios:** em setores regulamentados, como serviços financeiros e saúde, as organizações têm requisitos específicos a cumprir em relação à confidencialidade e resiliência dos data centers, fatores que são avaliados pela classificação Tiers;
- iv. **Atração de investimentos:** a obtenção de um Tier alto é fator de atração de investidores, pela confiança de que seus ativos e serviços estarão protegidos e disponíveis de forma consistente e com qualidade constante.

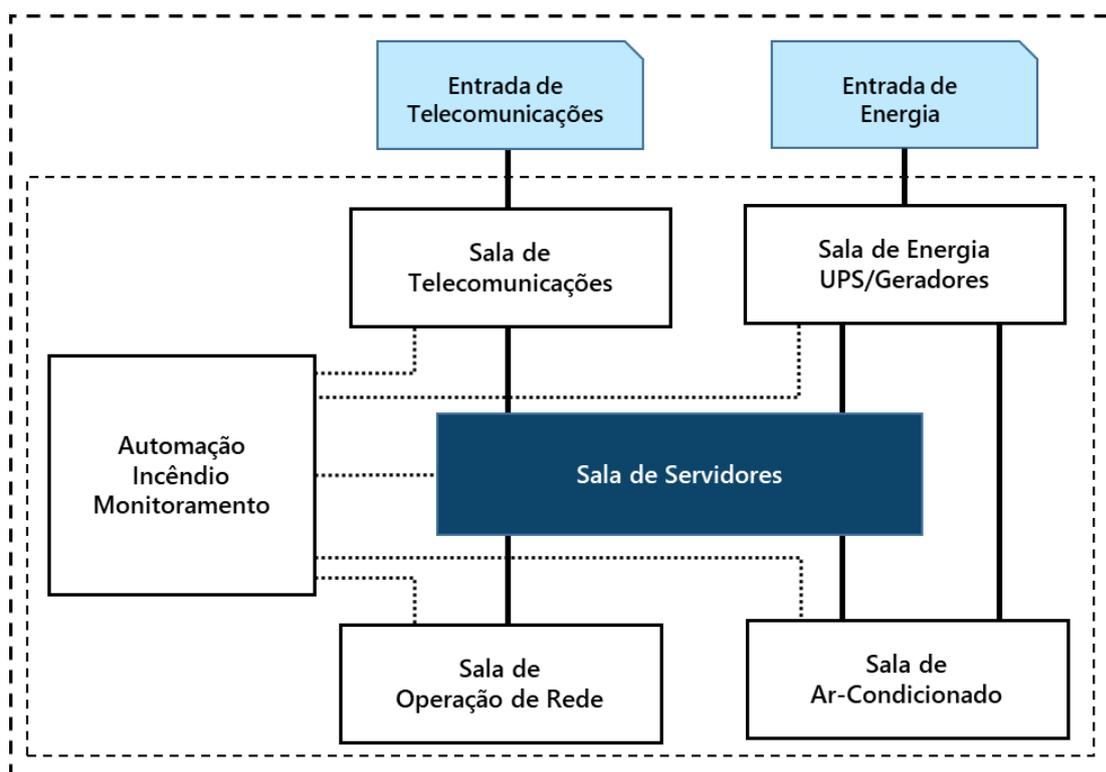
À medida que os dados são considerados ativos cada vez mais valiosos, os clientes que utilizam serviços de data centers têm nas classificações e certificações, uma garantia de que seus dados serão mantidos de modo seguro e acessível. Em vista disso, estas qualificações podem ser comercialmente decisivas, uma vez que podem ser um dos fatores relevantes para os clientes em relação à escolha de fornecedores de serviços de dados.

2.3.2 Normas Aplicadas ao Funcionamento de Data Centers

Na atualidade, a maioria das normas aplicadas ao funcionamento de data centers são de origem norte-americana e europeia. Fundamentada em modelos internacionais e abrangendo os aspectos físicos e de equipamentos, a norma NBR 14565 integra o conjunto de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que se concentram na gestão de DCs. Sua primeira publicação ocorreu no ano de 2000, seguida por revisões em 2010 e, mais recentemente, em 2023.

Conforme preconizado pela NBR 14565, um data center é conceitualmente estruturado a partir da composição de diversas áreas e elementos interconectados, cujos relacionamentos e disposições são representados de forma esquemática, como ilustrado no Diagrama 12.

Diagrama 12 Data Centers. Áreas Técnicas Normatizadas pela ABNT.



Fonte: Norma ABNT 14565:2013. Elaboração própria.

Nessa perspectiva, um data center pode ser entendido como uma área dentro de um edifício dedicado a abrigar a sala de computadores (os equipamentos críticos de TI, o centro operacional do DC) e as áreas que garantem sua operação com alto grau de disponibilidade operacional.

A NBR 14565:2013 normatiza todas as áreas que compõem um data center. Inclui, entre diversos outros aspectos:

- ▶ Alimentação elétrica: o cabeamento, estruturação e toda a distribuição elétrica para a sala de servidores deve ser exclusiva para os equipamentos críticos de TICs, não podendo ser compartilhada com a distribuição elétrica para dispositivos não críticos;
- ▶ Dimensionamento dos grupos motor-geradores: para suportar a carga total do data center por 24 horas, devem ser abastecidos por tanques de combustível com capacidade para suportar as cargas por esse período;
- ▶ Sistema de baterias: deve ser dimensionado para suportar a carga crítica de TICs, por no mínimo 15 minutos;
- ▶ Desempenho de baterias: devem ser seladas; devendo ter variação máxima da tensão definida por parâmetros percentuais;
- ▶ Temperatura do ar ambiente: em qualquer ponto no interior da sala de servidores, deve estar entre 18°C e 27°C. A umidade relativa do ar deve ser no mínimo de 30% e no máximo de 60%. A máxima variação de temperatura do ar ambiente deve ser de 5°C em uma hora³²;
- ▶ Sistema de segurança: uso de sistemas de vigilância eletrônica em todo DC e gravação das imagens em local seguro; controle de acesso a todos os espaços críticos com pelo menos dois parâmetros, por exemplo: cartão e senha ou cartão e biometria.

Complementarmente à NBR 14565, estão as normas elaboradas pelo Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil que regem aspectos do trabalho prático de construção civil e são aplicadas a data centers, como a NR 18 e NR 35.

Já a norma ISO 45001:2018 ³³ é um padrão internacional que se concentra na gestão da saúde e segurança ocupacional em organizações. Ela estabelece requisitos para um

³² Sobre parâmetros ambientais para a climatização da sala de computadores, a NBR 14565:2013 recomenda a adoção das especificações da norma ASHRAE T.C. 9.9 criada pela ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), que enfoca equipamentos instalados em DCs.

³³ A ISO (International Organization for Standardization) é uma entidade que congrega associações de padronização/normalização de 204 países, fundada na Suíça em 1947.

ambiente de trabalho seguro e saudável, bem como para prevenir acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

Esta norma enfoca a segurança do trabalho e sua inspeção, uso e Equipamentos de Proteção Individual (EPI), a segurança em instalações, serviços elétricos, transporte, movimentação, armazenagem, manuseio de materiais, trabalho em altura e confinado.

Outra norma técnica amplamente reconhecida e empregada internacionalmente como um referencial para os padrões construtivos de data centers é a ANSI/TIA/EIA-942³⁴. Esta norma é utilizada, sobretudo, por empresas transnacionais que demandam padronização mundial nos serviços de armazenagem de dados e computação em nuvem que adquirem, bem como por fornecedores de serviços de data centers, como garantia de prestação de serviços com níveis de qualidade mundialmente reconhecidos.

O padrão ANSI/TIA 942 fornece parâmetros de arquitetura, climatização, suprimento de energia elétrica, topologia de cabeamento, caminhos e espaços, sistema de identificação, piso elevado, controle de acesso, detecção e combate a incêndio, iluminação e portas de acesso e diretrizes sobre a localização física dentro de uma edificação ou do prédio em que o data center estará implantado.

Esta norma é aplicada desde a concepção e construção até a ativação e operação de um data center, garantindo assim a conformidade e eficiência das instalações que hospedam sistemas de TICs críticos. A ANSI/TIA 942 tem associação direta com outras normas de mesmo grau de importância:

- ▶ TIA 568: trata de requisitos para cabeamento estruturado;
- ▶ TIA 569: normatiza encaminhamentos e espaço físico;
- ▶ TIA 606: rege a administração do cabeamento estruturado;
- ▶ TIA 607: estabelece princípios de aterramento;
- ▶ ASHRAE T.C. 9.9: determina diretrizes sobre aquecimento, ventilação, ar-condicionado e refrigeração;

³⁴ EIA (Electronic Industries Alliance) é uma organização privada para as indústrias de produtos eletrônicos dos Estados Unidos que elabora padrões e especificações técnicas de componentes eletrônicos, telecomunicações e Internet. A TIA (Telecommunications Industry Association) é uma organização privada que congrega fornecedores mundiais de dispositivos de transmissão de sinais e de TICs, e de serviços. Estas duas instituições são credenciadas pelo ANSI (American National Standards Institute), uma entidade particular estadunidense sem fins lucrativos que tem por objetivo facilitar a padronização dos trabalhos de seus membros. Seu equivalente no Brasil seria a ABNT.

- ▶ ISO 14031:2021: trata de indicadores para melhorar desempenho ambiental, incluindo consumo de energia e de água, gestão de resíduos e emissões atmosféricas;
- ▶ IEC 62443: fornece diretrizes para a cibersegurança de sistemas de automação industrial, incluindo data centers³⁵.

As normas que enfocam data centers são altamente utilizadas por serem referências adotadas mundialmente por esse setor (FACCIONI FILHO, 2017).

Ao examinar os efeitos das inúmeras normatizações e regulações, intensamente disseminadas no atual paradigma produtivo, François Chesnais observa que, para não perderem o poder competitivo, as grandes empresas impõem padrões normativos que obrigam as demais empresas a se adequarem, em especial as médias e pequenas, que para não perderem o poder competitivo, se inserem neste contexto, o que faz reforçar o oligopólio das grandes (1998, p.178).

A incisiva difusão normativa, descrita por Chesnais (1998), é uma manifestação das estratégias neoliberais. Essas estratégias se baseiam na premissa falaciosa da livre concorrência, como aponta Wolff (2005), que mascara os privilégios competitivos monopolizados e restritos a um número reduzido de grandes empresas.

Os conglomerados são os únicos capazes de participar do jogo do mercado mundial, sobretudo pelo poderio financeiro. Por meio de sua influência e atuação política em múltiplas esferas, estas grandes corporações controlam e conduzem o funcionamento do mercado de acordo com seus interesses, assevera Wolff (2005).

As normas têm um papel crucial para o estabelecimento de uma “unicidade técnica do planeta”, como mencionado por Santos (2011, p.62), ao intensificarem a velocidade dos fluxos materiais e imateriais, principalmente para aumentar o desempenho operacional e financeiro das empresas hegemônicas com atuação mundial. A unicidade técnica é aprofundada pela padronização resultante das normatizações, daí Santos e Silveira (2014) enfatizarem a importância dos elementos normativos nas pesquisas geográficas.

³⁵ BICSI (Building Industry Consulting Service International) é uma associação estadunidense que trata da padronização de sistemas de transmissão de informações.

2.3.3 Legislação Aplicada à Atividade de Armazenamento de Dados

No contexto dos data centers, os principais estatutos que disciplinam no Brasil os temas pertinentes às atividades realizadas nestes objetos técnicos são o Marco Civil da Internet (MCI), de 2014, e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), aprovada em 2020³⁶.

Estes dois conjuntos de leis enfocam de maneira específica as operações de obtenção, armazenamento e tratamento de dados pessoais ou operações de comunicação realizadas por: i) provedores de conexão e de serviços de TICs, ii) aplicativos que utilizam a internet, e iii) outras pessoas jurídicas (como entidades governamentais entre outras).

A legislação é aplicada para todos estes agentes quando realizam, pelo menos, uma dessas ações em território nacional.

As normas brasileiras têm como propósito fazer com que as leis locais sejam abrangentes, de maneira que possam incidir sobre a maior quantidade possível de agentes e operações que ocorram no território nacional.

A opção adotada não é exclusiva do Direito brasileiro. As regulações internacionais, vinculadas especialmente à Internet e às TICs, estão sobre uma tensão permanente. Tal tensionamento é resultado de dois fatores: I) o intento de normatizar um fenômeno global e II) a expansão intensa e ubíqua da produção, do consumo e uso de dados, nos inúmeros territórios.

Esta relação dialética local/global é evidenciada por meio de normas ou decisões atreladas a duas estratégias ou movimentos: impor o cumprimento de leis locais de um país sobre outros Estados nacionais e bloquear a ação de leis estrangeiras em âmbito local. Em sua maioria, disputas regulatórias resultam das divergências de interesses e de concordância entre países quando confrontados com impasses além de suas fronteiras (RAFFESTIN, 1993).

Constituídos por *bits*, os dados eletrônicos possuem um caráter intangível intrínseco que confere especificidades que os diferenciam de dados não eletrônicos. Por serem gerados virtualmente e transmitidos em fluxos imateriais, geram repercussões jurídicas com características não observadas no mundo físico, constituído por átomos.

³⁶ O Marco Civil da Internet (MCI) consiste na lei nº 12.965/2014 e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) é referente à lei nº 13.709 que entrou em vigor em 2020.

Os estudos sobre a regulação de tais peculiaridades é tema recente de pesquisas e envolve múltiplas áreas científicas. Na década de 1990, simultaneamente à disseminação da Internet, despontou um movimento entre acadêmicos norte-americanos com o propósito de analisar e explicar o novo fenômeno sob uma visão jurídica e regulatória (EASTERBROOK,1996). A designação de termos como *cyberlaw* ou *law of cyberspace* surgiu através desses esforços impulsionados por intensos debates, como apontado por Rosenoer (1996)³⁷.

O desafio de pesquisa imposto à época gerou constatações significativas, dentre as quais, a compreensão que códigos de programação, criados socialmente, determinam a dinâmica dos fluxos de dados através da Internet. Dessa forma, para maximizar a velocidade do tráfego de dados pela infraestrutura da Internet, uma arquitetura de rede foi planejada, com uso de programas de computação, com objetivo de direcionar os dados para que sigam por trajetos com menor tráfego. Isso possibilita maior estabilidade e aceleração à rede, ao mesmo tempo, não permite que os fluxos de dados trafeguem, forçosamente, sob padrões retilíneos.

Assim, uma mensagem eletrônica enviada de um país para um outro poderá trafegar por diversos outros países, ainda que envolva interlocutores situados em países fronteiriços. A implicação jurídica ou regulatória desse fenômeno é a possibilidade de cada um desses países onde os dados trafegaram, desejarem ter acesso ou domínio sobre eles, adotando como argumento o critério territorial – ainda que existam regras de proteção à privacidade tanto no local de origem quanto no destino (KOHL,2015;YOO;BLANCHETTE,2016; SOARES; RIBEIRO, 2017).

Retornando à legislação brasileira, um entendimento literal do Marco Civil da Internet (MCI) (Lei nº 12.965/2014) não conduziria necessariamente à conclusão de que é hipoteticamente viável para autoridades brasileiras obter acesso a dados em trânsito por meio de uma rede localizada no território nacional. Dessa maneira, o escopo da lei brasileira enfoca as operações de “coleta, armazenamento, guarda e tratamento de registros, de dados pessoais ou de comunicações”, (BRASIL, 2014).

Pela sua importância, o termo *tratamento*, teve sua definição detalhada pelo Decreto nº8.771/2016, (BRASIL,2016):

³⁷ O termo *Cyberlaw* foi criado por Jonathan Rosenoer em 1996, para explicar questões legais sobre usuários de computador na obra *Cyberlaw: the Law of the Internet*.

Art. 14. Para os fins do disposto neste Decreto, considera-se:

I – dado pessoal – dado relacionado à pessoa natural identificada ou identificável, inclusive números identificativos, dados locacionais ou identificadores eletrônicos, quando estes estiverem relacionados a uma pessoa; e

II – tratamento de dados pessoais – toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração (BRASIL,2016).

Entretanto, a combinação dos dois dispositivos (art. 11 do MCI e art. 14, II, do Decreto no 8.771/2016), pode levar à hipótese de que seria factível a aplicação da lei brasileira a um dado cibernético que trafegasse pelo território nacional, apontam Soares e Ribeiro (2017). Neste caso, advertem os autores, ocorreriam ações como as de recepção, transmissão ou distribuição, revistas no decreto, o que materializaria o fenômeno do tratamento. Tal ação, nos termos do artigo 11 do MCI, exigirá a aplicação da lei brasileira.

O contexto descrito seria incomum se o Brasil fosse exceção com sua postura. No entanto, este procedimento é usualmente adotado, em especial, por nações com tecnologias avançadas, pois conseguem fazer a distinção dos dados produzidos por seus cidadãos daqueles pertencentes a estrangeiros, e realizar seleção automatizada de conteúdos relacionados aos dados. Com frequência, os Estados obtêm acesso às informações, mesmo com controle judicial.

Parte da reação às ações sistemáticas de vigilância digital (ZUBOFF,2020)³⁸, realizadas, sobretudo, por órgãos de governo de países do centro do sistema, consiste na tentativa de imposição unilateral da própria lei³⁹ – inclusive com efeitos extraterritoriais (SOARES; RIBEIRO, 2017). Outra estratégia colocada em ação por muitos países é a

³⁸ Os trabalhos de Shoshana Zuboff, que detalham as atividades predatórias de vigilância de governos e empresas, apontam que a vigilância ocupa o epicentro do modelo de negócios das mais importantes empresas da economia contemporânea, caracterizando-se como uma das marcas distintivas das sociedades na segunda década deste milênio. A autora denomina o atual período de “Capitalismo de Vigilância” (ZUBOFF,2020).

³⁹ A National Security Agency (NSA), agência estadunidense, e a inglesa Government Communications Headquarters (GCHQ) administram o programa Tempora, focado na interceptação de cabos de fibra ótica instalados no fundo do mar que atravessam as plataformas continentais dos respectivos países. O programa opera sob as leis dos dois países, que autorizam poderes especiais às duas agências para a interceptação de dados de proveniência estrangeira. Na Alemanha, uma lei aprovada em 2016, por iniciativa do serviço de inteligência alemão, prevê ações de captura de dados de cidadãos estrangeiros que transitem pelas redes infra estruturais da internet situadas em território alemão (KEENAN,2017).

adoção de severas normas de proteção à privacidade, que determinam restrições a fluxos internacionais de dados.

Nessa direção, alguns debates enfocam regras de nacionalização de data centers, defendendo que os dados e informações de cidadãos de determinado país são ativos nacionais, além do mais, possuem valor de mercado, daí a necessidade de serem obrigatoriamente armazenados em data centers situados em seu território. Autores como Anupam Chander e Uyen Lê (2015) discutem o tema nomeando-o de nacionalismo de dados. Joanna Kulesza (2012), por sua vez, defende a aplicação da jurisdição de cada Estado, enquanto Ben Tarnoff, (2018) argumenta que os dados são propriedade de cada usuário, não obstante onde foram gerados.

Em situações específicas em que um dado gerado em um país é armazenado em um outro, o conflito entre ordens públicas nacionais torna-se evidente, pois há um confronto de princípios que legitimaria o acesso ou a obrigação de proteção dos dados. Para Kuleza (2012), o país onde os dados e informações são produzidos, além do aspecto territorial, pode apelar para a propriedade da geração. Tendo em vista que os dados são referentes a indivíduos pertencentes à jurisdição daquele país, e em virtude desse fato, apresentam a perspectiva de desencadear repercussões no âmbito de sua territorialidade, tanto os dispositivos de salvaguarda da privacidade quanto as intenções de obtenção de acesso às informações por parte do poder público seriam passíveis de justificação.

Entretanto, há um fator geográfico implicado. O local onde os dados estão armazenados constitui um aspecto definidor, pelo fato de estarem fisicamente localizados em um lugar específico do território, o data center, sujeito a uma estrutura jurídica peculiar (FARBER, 2013).

O debate, ainda não superado, envolveria a designação da condição jurídica do dado digital. Para fins de ilustração, utilizando um banco comercial como exemplo, a questão seria definir se os dados corresponderiam a informações sobre a movimentação bancária de um indivíduo ou ao conteúdo de um cofre, mantido em um banco, conforme sugere Daskal (2015). No primeiro caso, uma sucursal estabelecida no estrangeiro poderia ser compelida a disponibilizar as informações ao país requerente; no segundo, o teor do cofre somente seria transferido no âmbito de acordos de colaboração.

Situação também factível seria a de um dado que foi gerado em um país e que está armazenado em outro produzir implicações no território de uma terceira nação. Diante da

ausência de um parâmetro estabelecido para a resolução do conflito, os três países em questão buscarão executar suas próprias legislações. Outra característica dos dados cibernéticos que aumenta a complexidade dessas situações possíveis: sua divisibilidade (SYDOW, 2009).

A distribuição dos dados nas nuvens computacionais não precisa estar subordinada à lógica espacial do mundo físico. Em razão disso, por razões econômicas ou de efetividade na distribuição de fluxos imateriais, a estrutura dos códigos possibilita que um conjunto de dados seja fracionado ou replicado em múltiplos dispositivos eletrônicos.

Uma vez mais, despontariam questões associadas à designação da jurisdição e do direito aplicável, acentuadas pela complexidade técnica, que dificultam a análise precisa da pertinência jurídica de cada parte de um conjunto de dados cibernéticos visando determinar com especificidade a lei que seria aplicada sobre uma relação jurídica específica (SOARES; RIBEIRO, 2017).

Por ser relativamente fácil mover e replicar dados, tecnicamente é possível acessar remotamente dados armazenados em uma nuvem cibernética – pressuposto primário dessa forma de distribuição de dados. Assim, uma empresa de data center pode extrair dados de um local e armazená-los em outro. No contexto físico, em contraposição, a obtenção de um recurso concreto/tangível, como um servidor, por parte das autoridades públicas de um país não pode ser realizada sem o consentimento do outro Estado ou sem uma clara violação da sua soberania.

Em síntese, a velocidade com que os dados trafegam, a possibilidade de perpassarem “múltiplos territórios e a facilidade com que podem ser movidos, replicados ou fragmentados, criam repercussões jurídicas distintas, em comparação com regimes aplicáveis a bens tangíveis”, detalham Soares e Ribeiro (2017).

A importância do território e seu conteúdo normativo torna-se evidente, sendo reafirmada e amplificada. Isso se dá porque parte do direito é constituída pelo espaço geográfico, assim como parte da geografia é constituída por normas jurídicas e não-jurídicas (ANTAS Jr, 2005). As grandes corporações que operam na internet tendem a adaptar-se às normas dos países onde estão presentes (SWIRE, 2005) ou, em muitos casos, exercem pressão sobre esses países para que mudem suas leis. O ajuste é, teoricamente, menos custoso que potenciais penalidades jurídico-econômicas.

Uma norma que busque exercer suas funções além das fronteiras nacionais, objetivando acessar dados, assim como outra norma que proíba a obtenção de dados dentro do território nacional por parte de outros países, pode gerar implicações que levem à fragmentação de uma rede global em múltiplas redes distintas (WU, 2006). Uma conclusão evidente é a obtenção de um equilíbrio entre as duas posições.

A adoção de critérios variados por inúmeros países ocasiona um excesso de regulações domésticas interpoladas. A solução deste contexto complexo, apontada por Soares e Ribeiro (2017), poderia começar pela elaboração de um critério em comum ou, alternativamente, pela definição de uma hierarquia entre os critérios. O caminho a ser seguido dependeria da adoção de uma prática fundamentada em cooperação e apartada do imperialismo legal, manifesto nos conflitos de normas e de jurisdição, conforme sugere Paul Berman (2005).

Objetivando ampliar o escopo do Marco Civil da Internet, foi criada a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), Lei nº 13.709, aprovada em 14 de agosto de 2018 e que entrou em vigor em 18 de setembro de 2020. O principal propósito desta lei é assegurar transparência no uso dos dados das pessoas físicas em quaisquer meios, para tanto, alterou o Marco Civil da Internet que regulava estas atividades até então.

A LGPD (Lei nº 13.709/2018) tem como fundamento a *General Data Protection Regulation* (GDPR), regulamentação europeia pioneira aprovada em maio de 2018, que utiliza os direitos essenciais de privacidade como fundamentos para estabelecer regras vinculadas à coleta e armazenamento de dados pessoais e seu compartilhamento. O objetivo é promover a proteção dos dados das pessoas físicas atrelando penalidades e multas para incentivar seu cumprimento pelas organizações.

No Brasil, é prática usual pessoas jurídicas solicitarem às pessoas físicas dados pessoais sigilosos. Essa rotina ocorre em diversas situações: tanto em simples compras realizadas presencialmente quanto no processo de cadastro para compras pela internet ou presencialmente. Também é comum em momentos de acesso a áreas comerciais e residenciais, nesses dois casos, é frequentemente solicitada, inclusive, a coleta de dados biométricos, entre outras situações cotidianas.

Em geral, os inúmeros dados solicitados não têm relação com a finalidade da empresa ou da compra. Frequentemente, estes dados confidenciais são comercializados

sem autorização do cliente, o que traz consequências negativas ao consumidor pela exposição sem limites de seus dados pessoais.

A LGPD, que substituiu mais de 30 dispositivos anteriores aplicáveis a setores diferentes, determina que o proprietário dos dados deverá autorizar o uso e comercialização de seus dados pessoais de forma clara, e estipula para as pessoas jurídicas que ignorarem este direito a aplicação de multas⁴⁰.

Com a nova lei, os proprietários dos dados poderão a qualquer momento retificar, cancelar ou até mesmo solicitar sua exclusão das bases de dados mantidas pelas pessoas jurídicas. A LGPD permite ao consumidor o controle sobre seus dados e a condição de exercer punição sobre os responsáveis por qualquer dano causado pelo mau uso das suas informações.

Complementarmente à LGPD, foi criada a ANPD (Autoridade Nacional de Proteção de Dados) que é a entidade que fiscaliza a proteção de dados utilizados por pessoas jurídicas⁴¹. A ANPD terá direito de requisitar a qualquer tempo relatórios de riscos de privacidade às empresas para assegurar que as organizações estão praticando as ações determinadas pela LGPD.

Esta lei também engloba o tratamento de dados pessoais, armazenados em meio físico ou digital, por pessoa física ou jurídica de direito público ou privado e abarca um vasto grupo de operações realizadas em meios manuais ou digitais.

No escopo da LGPD, o tratamento dos dados pessoais pode ser efetuado por dois agentes de tratamento: o Controlador e o Operador. O Controlador é legalmente definido como a pessoa natural ou jurídica, de direito público ou privado, responsável pelo tratamento de dados pessoais. Na esfera pública, o Controlador é a pessoa natural ou jurídica, de direito público ou privado que detém as decisões referentes ao tratamento de dados pessoais. Em outras palavras, é a entidade ou pessoa responsável por determinar as finalidades, os meios e as formas de tratamento dos dados pessoais coletados e utilizados em um determinado processo ou atividade.

⁴⁰ O valor das multas pode chegar a dezenas de milhões de reais (BRASIL, 2016).

⁴¹ A Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD) foi criada com a MP 869/18.

O Operador, por sua vez, é a pessoa natural ou jurídica, de direito público ou privado, que efetua o tratamento de dados pessoais em nome do controlador, seguindo suas instruções e diretrizes.

A atividade de tratamento de dados é definida como toda atividade que utilize um dado pessoal na execução da sua operação, como, por exemplo: coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração. Essas operações de tratamento são especificamente definidas pela LGPD⁴².

Adicionalmente, é importante esclarecer que, por taxativa previsão da LGPD (Lei nº 13.709/2018), Art. 4º, as disposições da Lei não são aplicadas ao tratamento de dados pessoais nas seguintes situações:

I – realizado por pessoa natural para fins exclusivamente particulares e não econômicos;

II – realizado para fins exclusivamente jornalístico, artístico e acadêmico (aplicando-se a esta última hipótese os artigos. 7º e 11 da LGPD);

III – realizado para fins exclusivos de segurança pública, defesa nacional, segurança do Estado ou atividades de investigação e repressão de infrações penais, ou;

IV – provenientes de fora do território nacional e que não sejam objeto de comunicação, uso compartilhado de dados com agentes de tratamento brasileiros ou objeto de transferência internacional de dados com outro país que não o de proveniência, desde que o país de proveniência proporcione grau de proteção de dados pessoais adequado ao previsto na LGPD (BRASIL,2018).

⁴² A LGPD define estas operações como: Acesso, ato de ingressar, transitar, conhecer ou consultar dados, bem como possibilidade de usar os ativos de informação de um órgão ou entidade, observada eventual restrição que se aplique; Armazenamento, ação ou resultado de manter ou conservar em repositório um dado; Arquivamento, ato ou efeito de manter registrado um dado ainda que já tenha perdido a validade ou esgotado a sua vigência; Avaliação, analisar o dado com o objetivo de produzir informação; Classificação, maneira de ordenar os dados conforme algum critério estabelecido; Coleta, recolhimento de dados com finalidade específica; Comunicação, transmitir informações pertinentes a políticas de ação sobre os dados; Controle, ação ou poder de regular, determinar ou monitorar ações sobre o dado; Difusão, ato ou efeito de divulgação, propagação, multiplicação dos dados; Distribuição, ato ou efeito de dispor de dados de acordo com algum critério; Eliminação, ato ou efeito de excluir ou destruir dado do repositório; Extração, ato de copiar ou retirar dados do repositório em que se encontrava (BRASIL,2018).

Os casos de tratamento de dados previstos e permitidos pela LGPD não têm amplitude para abarcar todas as infinitas situações de utilização, ao contrário, possuem limites para tais operações que estão fundamentados em boa-fé e em outros princípios previstos no Art. 6º dessa lei.

Previamente à tarefa de tratamento de dados pessoais, o agente deve se certificar com antecedência de que a finalidade da operação esteja registrada de forma clara e explícita e os objetivos definidos e informados ao titular dos dados.

Na esfera pública, o objetivo principal do tratamento está associado à execução de políticas públicas, corretamente definidas em leis, regulamentos ou embasadas em contratos, convênios ou instrumentos legais semelhantes. O tratamento de dados quando focado no cumprimento de obrigação legal ou regulatória pelo controlador também é uma hipótese usual no serviço público. Nessas duas situações, o consentimento do titular de dados é dispensado.

No entanto, em situações bastante específicas, o consentimento do titular pode ser necessário. Nestes casos, as autorizações genéricas para o tratamento de dados pessoais serão consideradas nulas. Ademais, no tratamento de dados realizado pelo poder público, as regras previstas nos artigos 23 (Procedimentos de Atuação) e 30 (Regulamentos da ANPD) da LGPD sempre devem ser seguidas de modo complementar (CNJ,2020).

A LGPD prevê expressamente em seu artigo 7º dez hipóteses de tratamento de dados, bem como estabelece os requisitos para execução de tal procedimento. São as chamadas bases legais de tratamento de dados pessoais. Entre essas hipóteses, destaca-se o tratamento de dados pessoais pela Administração Pública Federal, citada no inciso III (CNJ,2020).

Nesses casos, é possível o compartilhamento de dados com órgãos públicos ou transferência de dados a terceiros fora do setor público. Sempre que isso acontecer, os agentes de tratamento devem comunicar as operações executadas, de maneira precisa, aos titulares dos dados. É importante registrar que tal comunicação deve ser renovada na alteração da finalidade ou em qualquer alteração nas transações de tratamento de dados, incluindo-se novo compartilhamento ou transferência.

A ação de compartilhar dados no escopo da administração pública visando a execução de políticas públicas é previsto na lei e dispensa o consentimento específico. Todavia, o órgão que realizar a coleta deve informar expressamente que o dado será

compartilhado e com que entidade ou pessoa. Em contrapartida, o órgão que solicitar acesso a um dado coletado por outro, necessitará justificar tal acesso com base na efetuação de uma política pública específica e claramente definida, com descrição do motivo da solicitação de acesso e o uso que será feito dos dados. Informações protegidas por sigilo seguem protegidas e sujeitas a normativos e regras específicas (CNJ,2020).

A LGPD estabelece que os data centers são os responsáveis pelas medidas físicas necessárias para a proteção de dados, incluindo a segurança dos equipamentos e o acesso físico a eles, considerando que é dentro de seus limites que operam todos os sistemas que contêm dados.

O Supremo Tribunal Federal (STF), em março de 2023, determinou audiência pública para discutir as regras do Marco Civil da Internet (MCI) e lançou a obra, “Responsabilização Civil de Provedores por Conteúdo Ilícito Gerado por Terceiros” (BRASIL,2023), com objetivo de contribuir com o debate sobre o Marco Civil da Internet. O trabalho aborda as possíveis sanções às plataformas digitais e fornecedores de conexão ou hospedagem, o que inclui os data centers que fornecem estes serviços.

Tanto o Marco Civil da Internet (MCI) quanto a Lei Geral de Proteção de Dados (LGD) desempenham um papel crucial ao estabelecerem uma fundamentação legal que assegura a conformidade dos provedores de serviços de data centers com os princípios jurídicos estabelecidos no país.

Por serem objetos técnicos recentes, os data centers demandam regulações novas. Jaques Ellul (1968) postula que a expansão técnica é uma força inexorável na estrutura da sociedade moderna. Nesse sentido, Tunzelmann (2003) aponta que as revoluções tecnológicas precedem a formulação das regulações sociais.

Assumimos como pressuposto teórico que o espaço geográfico, compreendido como uma instância social, é constituído por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não analisados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se realiza (SANTOS, 2012).

Assim, as normas são um dos elementos integrantes do sistema de ações. A análise das normatizações nos possibilita ganhar maior compreensão das dinâmicas associadas ao território, à medida que os “sistemas normativos produzem o território”, de forma simultânea, “o território, por reunir a intencionalidade humana e a espontaneidade da natureza, demanda a produção intensa de normas” assevera Antas Jr. (2005, p. 82).

Ao analisar as relações entre normas e território, Lipietz (1988), observa que o funcionamento das empresas pressupõe dois tipos de mediação: uma jurídica e uma técnica. Esta última seria constituída por sistemas tecnológicos que configuram infraestruturas.

No período contemporâneo, as normas têm manifestado um elevado grau de complexidade, uma vez que estão subdivididas em múltiplas etapas e executadas por objetos tecnologicamente complexos, como evidenciam os data centers. Estas etapas e processos são precisamente definidos por meio de minuciosos conjuntos de normas (ANTAS JR., 2005). Para estarem aptas e obterem êxito na competição cada vez mais agressiva e desigual travada na arena global (SANTOS,2012) as organizações devem se submeter às demandas exigentes do mercado globalizado (SANTOS, 2014).

O mercado nacional de serviços de data centers encontra-se inserido em uma conjuntura mundial que determina submissão a rígidos parâmetros tecnológicos e normativos. O estabelecimento deste contexto, que também é um mercado grande e lucrativo de normas e classificações, pois exigem pagamento (CHESNAIS, 1998), tem entre seus objetivos perpetuar a concentração econômica e mercadológica das principais corporações líderes mundiais nesse setor, em sua maioria estadunidenses, tais como Equinix e Ascenty.

Ainda que sejam vantajosas para os clientes de serviços de data centers, a conformidade a esses múltiplos critérios se torna uma barreira de entrada significativa às empresas posicionadas fora desse círculo restrito dos grandes agentes ou *players* deste mercado.

A globalização, impulsionada pelos princípios do neoliberalismo (Peck, 2021), apresenta como uma de suas características “a translação do poder do Estado para as empresas” (Santos, 1997, p. 19), ainda que parcial, esse deslocamento resulta em um processo no qual a lógica corporativa exerce hegemonia sobre as diversas dinâmicas territoriais e suas normas.

Na atualidade, é a racionalidade corporativa e instrumental (HABERMAS,2006) que fundamenta e comanda as ações normatizadoras e de implementação de objetos técnicos no território, impondo tanto os estatutos para controle da economia quanto os de controle do território, o que as torna ainda mais intensas (SANTOS,2012).

No contexto específico dos data centers, observa-se várias camadas de normatização e regulação aplicadas ao seu funcionamento, constituindo o que Santos e Silveira (1996) denominam de densidade normativa, que indica os diversos graus de abertura do lugar à verticalização. Para os autores, os preceitos neoliberais que comandam a globalização em curso, buscam anular a multiplicidade regulatória existente para impor somente uma única regulação. Os efeitos desta imposição no espaço geográfico constituem a densidade normativa.

Nos subespaços em que a regulação do mercado e outras normas de escopo global atuam de modo mais incisivo, sobrepondo-se às normas dos lugares, observa-se uma densidade normativa maior, que visa atender os ditames da racionalidade, competitividade e da fluidez territorial (SANTOS; SILVEIRA, 1996).

Samira Kahil (2010) destaca a indissociabilidade entre os sistemas de objetos e os sistemas de ações, fundamentada na racionalidade técnico-científica e empresarial. Esta racionalidade, conforme observado por Friedmann (1968) e corroborado por Chesnais (1998), permeia distintas instâncias da sociedade contemporânea e possui a capacidade de formatar valores e parâmetros normativos nas sociedades capitalistas.

Contraditoriamente, essa indissociabilidade subjacente à normatização facilita o uso corporativo e instrumentalizado do território e gera, como efeito colateral, o aprofundamento das desigualdades socioespaciais, a expansão da pobreza, além de desintegrações e fragmentações sociais em várias escalas.

Por ser uma dimensão essencial para nossa pesquisa, a análise do arcabouço legal e normativo que regula as atividades dos data centers deve se somar a outros elementos que integram as premissas com força explicativa para responder à ampla presença e concentração destes centros de dados no território brasileiro.

Desse modo, para entendermos com profundidade o contexto que abarca o mercado de serviços de DCs, examinaremos no Capítulo 3 as mudanças nas estratégias e formas de organização do capital na atualidade. Período em que se evidenciam processos de financeirização, que se entrelaçam com massivas operações de concentração e centralização de capital focadas nesses centros de dados. Essa conjunção permite que os conglomerados financeiros globais exerçam controle sobre diversas dinâmicas socioespaciais em escala mundial.

3

Financeirização e o Mercado de Data Centers

3. Financeirização e o Mercado de Data Centers.....	92
3.1 Financeirização: Novos Nexos e Expansões.....	94
3.2 Mercado de Data Centers: os Dois Papéis do Capital Financeiro.....	97
3.3 Concentração e Centralização de Capital nas Redes de Data Centers.....	143

3. Financeirização e o Mercado de Data Centers

As agudas mudanças verificadas no capitalismo no decorrer das últimas décadas tornam essencial a concepção de novas definições e análises geográficas que possibilitem entender as transformações observadas e suas implicações no espaço, na sociedade e na economia.

A multiplicidade, complexidade e diversidade escalar destas alterações demandam esforços teóricos e metodológicos focados em ampliar e aprofundar sua compreensão. Como apontado por Braudel (2009, p. 60), a partir do movimento selecionado que ambicionamos analisar, conseguiremos apreender o movimento global através dos movimentos particulares, pois “todos estes ciclos são contemporâneos, sincrônicos; eles coexistem, misturam-se, somam seus movimentos ou subtraem-nos diante das oscilações do conjunto.” Com essa fundamentação, compreender as mutações do capitalismo isoladamente parece ser pouco coerente.

O fenômeno que passamos a analisar, a financeirização, está intrinsecamente correlacionado com práticas e estratégias do neoliberalismo, sua lógica tem gerado vastos e severos efeitos socioespaciais e econômicos, como apontam Fine e Saad-Filho (2016). Combinados, os conceitos de financeirização, globalização e neoliberalismo operam articuladamente, equilibrando-se, fortalecendo-se e se retroalimentando. Essa dinâmica configura um capitalismo financeirizado ou de dominância financeira (CHESNAIS,1998; AGLIETTA; BRETON, 2001; GUTTMANN, 2008; MAZZUCATO,2020).

No contexto socioespacial e econômico em que se insere o período atual, a financeirização não é um epifenômeno. Trata-se de um processo que chegou ao núcleo do modo como o capitalismo contemporâneo é estruturado. Como resultado, o capital fictício (MARX, [1894]/1986,) tem ocupado um lugar proeminente no processo geral de acumulação capitalista⁴³.

⁴³ Rudolf Hilferding, em sua obra, “O Capital Financeiro”, publicado em 1910, aprofunda as ideias de Marx sobre este tipo de capital, enfocando sua concentração, centralização e poder abrangente. Ainda hoje, esta obra é considerada referência nas análises sobre problemas decorrentes da acumulação e do capital financeiro (Hilferding, [1910]/1985).

Esta forma financeira do capital (D – D’), depois de um longo período de reinado da forma industrial e comercial (D – M – D’), obtém valorização sem a necessidade de passar pela esfera produtiva, de modo que o *dinheiro gera mais dinheiro*⁴⁴.

Tal característica faz Guttman (2008) observar que a financeirização em curso tem como prioridade final a troca de papéis para obtenção de ganhos de capital, uma prática que, em última análise, pode ser chamada de especulação.

Corporificado em ações, dívidas, seguros e uma gama diversificada de produtos financeiros, cuja importância na economia mundial aumentou expressivamente nas últimas décadas, o processo de financeirização reivindica a riqueza que ainda está por ser produzida, sua expansão resulta em uma crescente preempção da produção futura.

Hoje, verifica-se uma quase onipresença das finanças no uso do território, determinando princípios e ritmos sociais com implicações globais, nacionais, regionais e locais. A racionalidade financeira está diretamente associada às práticas de seus agentes focadas na concepção de novas estratégias territoriais e análises que definem os novos locais de instalação e utilização de sistemas técnico-científicos (AGLIETTA, 2000) e uso intensivo de serviços digitais de dados progressivamente mais eficazes e funcionais às finanças.

Em razão do crescente domínio exercido pelos agentes financeiros, “mercados, práticas, métricas e narrativas, em várias escalas, têm provocado uma transformação estrutural nas economias, nas corporações (incluindo instituições financeiras), nos Estados e nas famílias”, como adverte Aalbers (2015, p.214), além de causar intensas repercussões nas formações socioespaciais.

De fato, os dados, a informação decorrente destes, e a finança passam a ser elementos determinantes, “se não fundamentais, na arquitetura da vida social”, observa Santos (2014, p. 53). Os novos sistemas técnicos de dados têm sido instrumentais e, por isso, imprescindíveis para a proeminência alcançada pela informação e a finança.

⁴⁴ Capital fictício é um conceito elaborado por Karl Marx ([1894]/1986) em sua crítica da economia política. Introduzido no capítulo vinte e cinco do terceiro volume de O Capital, o conceito não é formalmente definido. Marx pontua que o capital fictício contrasta com o que ele denomina de "capital real", o capital, investido em meios físicos de produção e trabalhadores; e com o "capital monetário", que são fundos, ações e títulos. Na prática, o capital fictício representa créditos, títulos legais, direitos sobre produção futura e especialmente, o direito à renda gerada por uma produção futura.

Não coincidentemente, múltiplos agentes do processo de financeirização ampliaram seu alcance e controle para as infraestruturas de transmissão e armazenamento de dados, em âmbito mundial. Este movimento tornou a dimensão geográfica indispensável para a efetivação desse processo de comando que possui práticas que estão remodelando processos econômicos e sociais em várias escalas espaciais (GARRETSEN; KITSON; MARTIN, 2009; MURPHY, 2015; KNOX; WÓJCIK, 2021). Por isso, o papel das finanças na produção de uma nova estrutura do espaço não tem escapado aos geógrafos, aponta Santos (2012, p.201) .

Com efeito, a associação entre capital financeiro e data centers tem se intensificado nas últimas duas décadas⁴⁵. Em razão disso, as análises geográficas revelam-se vitais para compreensão dos processos financeiros globais.

Nesta parte do trabalho, buscamos evidenciar e analisar os nexos relacionais entre data centers e o mercado financeiro. Para tanto, não é nosso propósito realizar uma revisão exaustiva dos trabalhos que tratam do tema financeirização e espaço geográfico.

Contudo, consideramos relevante: I) caracterizar o processo de financeirização e identificar como se inseriu e tem dominado o setor de data centers em nível mundial, criando inovações financeiras específicas e também um mercado relacionado a estes objetos técnicos; e II) detalhar os vínculos dos fundos de investimentos, fundos soberanos e mercados de ações, operados globalmente, com a espacialização de capitais por meio de data centers e infraestruturas conectivas submarinas.

3.1 Financeirização: Novos Nexos e Expansões

O processo de financeirização tem sua gênese vinculada às mudanças nos fundamentos do sistema monetário internacional na década de 1960 e com transformações institucionais nos níveis micro e macroeconômicos iniciadas nos anos 1970. Impulsionadas pelas TICs, estas alterações se intensificaram ainda mais, sobretudo a partir de 1980 (SWEEZY, 1995; FOSTER, 2015; PARANÁ, 2016).

⁴⁵ Adotamos neste trabalho a definição de capital elaborada por Thomas Piketty: “conjunto de ativos não-humanos que podem ser adquiridos, vendidos e comprados em algum mercado. Assim, o Capital compreende, especificamente, o conjunto formado pelo capital imobiliário (imóveis, casas), utilizado para moradia, e pelo capital financeiro e profissional (edificações e infraestrutura, equipamentos, máquinas, patentes, etc.) usado pelas empresas e pela administração pública” (2014, p. 51-52).

Após a mudança do padrão monetário internacional para o dólar americano, acordado em Breton Woods em 1944, um conjunto de eventos de grande magnitude econômica ocorreram nas duas décadas posteriores.

Neste conjunto, destacamos: i) a conjugação de recessão econômica, capacidade produtiva disponível e inflação de preços com aumento da taxa de juros nos Estados Unidos, em três diferentes momentos entre os anos 1948 até 1961, ii) o primeiro choque do petróleo, em 1973 e, iii) o enfraquecimento das práticas advindas das teorias keynesianas, a partir da década de 1970. Tais eventos modificaram o processo de acumulação da maioria das economias capitalistas (BOYER, 2000; HARVEY, 2012).

Na década de 1970, ocorreu uma adoção generalizada de preceitos monetários e neoliberais por inúmeros países, acompanhada pelo desenvolvimento de novos instrumentos financeiros, como operações de *hedge*, transações de *swap* e outros derivativos⁴⁶. Adicionalmente, houve a emergência de investidores institucionais, como empresas de seguros, fundos de pensão e associações de investidores.

Estes elementos combinados configuraram um contexto oportuno à intensificação de fluxos financeiros internacionais em escala global sem precedentes. Esta movimentação foi facilitada pelas tecnologias de informação e comunicação⁴⁷.

Posteriormente, a incursão das finanças na esfera industrial, ocorrida no início da década de 1980, alterou os fundamentos econômicos da época, centrados em fixidez e prognósticos precisos. A adesão massiva de países do centro do sistema⁴⁸ ao ideário

⁴⁶ Os esforços para a manutenção de taxas de câmbio fixas persistiram até 1973, momento em que a estratégia definida e pactuada em Bretton Woods fracassou. Desde então, as taxas cambiais se tornaram flutuantes, variando de acordo com movimentos dos mercados e resoluções governamentais (Braga, 2013).

⁴⁷ *Hedge* é uma operação que visa fixar antecipadamente o preço de uma mercadoria ou ativo financeiro de forma a neutralizar o impacto de possíveis mudanças no nível de preços. As operações de *Hedge* mais comuns são contra variação cambial de moedas. *Swap* consiste em um acordo entre duas partes para troca de risco de uma posição ativa (credora) ou passiva (devedora) em data futura, conforme critérios preestabelecidos. Desse modo, negocia-se a troca de rentabilidade entre dois bens - mercadorias ou ativos financeiros. As trocas (*Swaps*) mais comuns são as de taxas de juro, moedas e commodities. Derivativos são instrumentos financeiros cujo preço de mercado deriva do preço de um bem ou de outro instrumento financeiro praticado no mercado. Os preços desses contratos possuem estreita ligação, ou seja, derivam dos preços de ativos subjacentes aos contratos (SANTOS, J.E. 1998; CVM, 2014).

⁴⁸ Immanuel Wallerstein (1979) elaborou os conceitos de países centrais, periféricos e semiperiféricos como três tipos diferentes de inserção na economia-mundo. De acordo com sua teoria, os países semiperiféricos (o Brasil foi incluído nessa categoria) atuam como zona periférica para os países centrais e como países centrais para algumas áreas periféricas.

neoliberalizante e monetarista provocou um movimento global de valorização e incentivo à liberalização financeira (BOYER, 2010; DURAND, 2017).

Nesse âmbito, a difusão generalizada de transações financeiras focadas na obtenção de lucros com mercados futuros⁴⁹, em articulação com planos estratégicos e ações corporativas empenhadas em acelerar o retorno de investimentos, lucros e operações comerciais, impulsionou iniciativas centradas na reorganização estrutural da economia global, objetivando convertê-la em um sistema mais flexível.

Esta disseminação resultou em acentuadas alterações nas dinâmicas espaciais, notadamente na escala urbana, incluindo redistribuição de indústrias e atividades de manufatura em escala mundial, como destaca David Harvey (2012).

Na década de 1990, a transição do fordismo para um sistema de acumulação flexível efetuou-se por conta dos “elementos e relações invariantes” do modo capitalista, com foco em três de suas características: a) ser direcionado para perpétuo crescimento; b) fundamentar o almejado crescimento na exploração do trabalho vivo, e c) ter necessidade constante de mudanças tecnológicas e organizacionais (HARVEY, 2012, p.164).

Em um período de aproximadamente cinco décadas, o capitalismo sofreu múltiplas modificações estruturais. Estas alterações, embora não diretamente correlacionadas, influenciaram o fenômeno da financeirização. A investigação destas mudanças, nos ajudará a compreender seus condicionantes e suas implicações junto à financeirização em curso.

Nessa perspectiva, alinhados com Ramos (2017), diferenciamos, sinteticamente, alterações verificadas no capitalismo em três categorias:

1. Mudanças significativas nas articulações entre finanças e os demais setores econômicos, com crescente aumento da importância das finanças e da classe que a comanda: os rentistas;
2. Transformações internas do sistema financeiro, os mercados financeiros ganham proeminência, evolução expressiva dos bancos e sofisticação das finanças através de inovações de produtos e práticas;
3. Aumento da relevância das finanças em nível internacional dissociada de suas funções e lógica anteriores.

⁴⁹ Mercado futuro é um tipo de derivativo, negociado somente em bolsas, em que as transações de compra ou venda de certa quantidade de um ativo tem preço estipulado para a liquidação em data futura (CVM, 2014).

Tendo em vista a amplitude destas transformações⁵⁰ fixaremos nosso escopo de pesquisa na primeira das mudanças elencadas: as alterações nas articulações entre as finanças e os demais setores econômicos.

Entre as especificidades que regem os nexos entre finanças e outros setores econômicos, estão seu caráter dinamicamente mutante e sua recência. Por consequência, os estudos e definições sobre este tema específico são numerosos e têm abordado, especialmente, três aspectos funcionais: I) o aumento da proeminência dos rentistas, II) as práticas voltadas para a geração de valor aos acionistas, e III) os investimentos ou geração de lucro em setores não produtivos.

Com o propósito de alcançar os objetivos deste trabalho e ganhar precisão analítica, abordaremos esses três aspectos funcionais mencionados. Em específico, nos concentraremos na compreensão dos processos de criação de lucro em setores não produtivos. Dentro do escopo que delimita esses setores, analisaremos especialmente as dinâmicas atuais do mercado financeiro e suas associações com o mercado de serviços de data centers e com o mercado de sistemas tecnológicos de redes telemáticas que interconectam estes centros de dados mundialmente.

3.2 Mercado de Data Centers: os Dois Papéis do Capital Financeiro

Notavelmente, o tema financeirização tem ocupado o centro de muitos debates críticos e investigações em diversos campos da ciência, especialmente da geografia e das ciências econômicas, pela sua relevância e atualidade.

No campo das pesquisas econômicas, os trabalhos pioneiros de José Carlos Braga (1985), apoiados na Economia Política, são essenciais para entendimento do capitalismo atual sob a ótica da financeirização⁵¹. Apreendida pelo economista brasileiro como um

⁵⁰ Ramos (2017) assinala que as finanças ganharam importância à medida que a prática especulativa foi, historicamente, sendo fortalecida. Com a financeirização, a função das finanças já não é financiar o comércio e a produção, mas sim acumular riqueza. Isso ocorre em inúmeros países, por meio de produtos e práticas inovadoras que têm em comum o foco único em retornos cambiais, resultando, portanto, em um fortalecimento especulativo. A autora argumenta que o aumento da proeminência de duas expressões das finanças internacionais, a integração financeira e as transações cambiais, apontam para uma desconexão das finanças das suas funções anteriores (RAMOS,2017, p.960).

⁵¹ Os estudos de José Carlos Braga sobre financeirização foram iniciados, no final dos anos 1970 e começo dos anos 1980, analisando a ideia de “dominância financeira do capitalismo”, a partir da noção de “financeirização da riqueza”. Tais análises tiveram como base os trabalhos de Maria da Conceição Tavares.

padrão sistêmico de riqueza com uma lógica financeira geral, a financeirização estabelece um modo novo de administrar, determinar e efetivar riqueza.

O autor destaca que a financeirização não decorre somente da “práxis de segmentos ou setores - o capital bancário, os rentistas tradicionais - mas, ao contrário, tem marcado as estratégias de todos os agentes privados relevantes” que incluem ativos financeiros e não-financeiros em suas operações, Braga (1997, p. 196). Em síntese, a financeirização tem se tornado parte inerente do capitalismo na sua conformação moderna.

Na mesma linha, Belluzzo (1997, p.191) observa que a lógica de valorização do patrimônio vai se apropriando de todas os âmbitos da economia e não se refere apenas ao fato de que o “cálculo do valor presente do investimento produtivo seja afetado pelo estado de preferência pela liquidez nos mercados financeiros [...] mas sim que a acumulação produtiva vem sendo progressivamente ‘financeirizada’”.

A crescente centralidade deste processo, como assinala Hyman Minsky (1996), ocorre por conta do aumento da importância da estrutura financeira e patrimonial, que vai se tornando essencial em um sistema comandado pelas finanças, pois estas, determinarão a estabilidade ou a vulnerabilidade econômica.

Esta soberania das finanças, apontada por Robert Boyer (2000), constitui uma potente força que comanda, por meio de uma determinação lógica unilateral dos movimentos do capital, o processo de acumulação capitalista⁵².

Tal hegemonia pode ser entendida como um novo modo de regulação, posterior à regulação monopolista, que privilegia as variáveis financeiras e os ganhos advindos das finanças nas tomadas de decisão sobre investir e produzir, um processo de engenharia financeira apontado por Aglietta e Breton (2001), que configura o que Chesnais (2002) denomina de regime de acumulação financeirizado ou como destaca Shiller (2003), uma nova ordem financeira⁵³.

⁵² Joseph Schumpeter, abordando a trajetória de crescente relevância obtida pela esfera financeira, observa em "A Teoria do Desenvolvimento Econômico", que o capital financeiro tem persistentemente figurado como a sede central do sistema capitalista ([1911]/2022, p. 127).

⁵³ Incoerentemente, Robert Shiller afirma que há, nesta nova ordem financeira, esforços para minimizar a desigualdade econômica através de processos voltados para inclusão social ao setor financeiro. A lógica que governa estas ações pode ser sintetizada na seguinte ideia: “Temos que democratizar a finança e levar as vantagens dos clientes de Wall Street aos consumidores do WalMart” (2003, p.1). Tradução própria.

Tratando das associações entre capital financeiro e setores econômicos desvinculados do setor produtivo, Epstein e Power (2003) revelam o aumento crescente de ganhos financeiros obtidos com transações financeiras por empresas não financeiras; Engelbert Stockhammer (2004, p.719) entende financeirização como “o aumento da atividade de negócios não financeiros nos mercados financeiros”. Já Greta Krippner (2005, p.173), define este processo como um padrão de acumulação em que “a preferência de lucratividade está ocorrendo cada vez mais através de canais financeiros, mas não através da produção comercial e de commodities”.

Os estudos de Özgür Orhangazi (2008, p.863), confirmam essa tendência e evidenciam uma “relação negativa entre financeirização e investimento real, especialmente, em grandes corporações”. Este movimento tem estimulado empresas não-financeiras na direção de ganhos financeiros e na busca das formas continuamente rentáveis que circulam mais aceleradamente como destaca Lapavitsas (2009), dinâmica que Mariana Mazzucato (2020,p.130) denomina de “capitalismo de cassino”.

A procura incessante das firmas por aumento de ganhos financeiros impulsiona outros aspectos característicos da financeirização em curso: a autonomização financeira em relação à esfera produtiva e à regulação estatal, o fetichismo das formas de valorização do capital financeiro, altamente abstrato e fictício, e o exercício de poder dos seus operadores em influenciar rumos políticos e econômicos na escala mundo, suportado pela intensa mundialização financeira e suas regras (CHESNAIS, 2010;2016).

A ascensão do capital financeiro se encaminhou como uma possibilidade frente à queda de acumulação de capital e a perda contínua de lucratividade do capital industrial, por parte dos agentes hegemônicos capitalistas (CHOONARA, 2014). Para o capital industrial enfraquecido “as vias tradicionais de acumulação se mostraram, então, fechadas; assim, a especulação financeira emergiu em consequência, como uma alternativa mais lucrativa”, observa Blakeley (2018).

O poder do sistema financeiro tem gerado severas implicações no espaço geográfico em múltiplas escalas, provocando alterações no desenvolvimento das cidades como apontam os trabalhos de Labasse (1974), Harvey (1982,2010), M.C. Tavares (1998), Fix (2011), Brenner (2014), Peck e Whiteside, (2016), Rolnik (2019) e, O’Neill e Schutt (2019); influenciando incisivamente as dinâmicas regionais conforme observam Scott (2011), Martin e Pollard (2017) e Contel (2022); determinando a organização e

infraestrutura de territórios, como descrito por Arroyo (2006a e 2022), Pike e Pollard (2010), Christophers (2015), O'Brien e Pyke (2019) e Castillo (2017), e ainda comandando os fluxos comerciais globais de diversos tipos e suas regulações, evidenciado nas investigações de Brenner e Theodore (2002), Leyshon e Thrift (2007), French; Leyshon e Wainwright (2011), Martin Sokol (2017), Braga *et al.* (2017) e Peck (2023).

Complementarmente, uma outra parcela importante das pesquisas recentes sobre financeirização tem como foco de investigação a busca obsessiva pela geração de valor aos acionistas das empresas⁵⁴.

Examinando esse tópico, Eckhard Hein (2011) detalha que a crescente remuneração dos rentistas é um dos três atributos da financeirização. Michel Aglietta (2000) denomina esse movimento de “capitalismo patrimonial” e Thomas Palley (2007) enfatiza os riscos e o aumento do poder e influência dos rentistas na condução de políticas financeiras globais que os beneficiam. Tal obstinação por gerar valor através da remuneração aos acionistas, nas formas de dividendos em dinheiro e recompra de ações, eleva os preços das ações.

Esses procedimentos sofisticados de engenharia financeira⁵⁵, que também comandam, em escala mundial, o intenso movimento de fusões e aquisições em diferentes setores e as incontáveis reestruturações de cadeias produtivas de todo tipo, objetivam a diversificação e diminuição do tempo de retorno dos investimentos. Essas operações são realizadas exclusivamente por meio do suporte intensivo das tecnologias de informação e comunicação (FOSTER,2010; BERGER, 2014).

Configura-se, assim, uma acelerada expansão dos atores e narrativas dos mercados financeiros em escala global, acompanhados por uma utilização sem precedentes de modernos sistemas tecnológicos. Esta ascensão dos mercados financeiros impulsionada pelas TICs é definida por Aglietta e Breton (2001) como um novo tipo de economia.

O processo de transformação digital das transações financeiras permitiu a automação de suas operações, fazendo aumentar exponencialmente a velocidade de circulação e a complexidade de produtos financeiros globais. Esta aceleração contribuiu

⁵⁴ A teoria do valor ao acionista foi proposta por Milton Friedman em 1970, que através de uma ética minimalista, defendia que o propósito final das empresas é maximizar os lucros para os acionistas (FRIEDMAN,1970). Posteriormente, em 1985, Michael Porter incluiu a noção de valor ao acionista como parte da sua teoria de vantagem competitiva (PORTER,1990).

⁵⁵ Entre as práticas de engenharia financeira, mais simples e utilizadas, está o aumento da métrica dos ganhos por ação através da diminuição do número de ações em circulação. Desse modo, as empresas não precisam aumentar suas vendas de produtos e/ou serviços para terem os ganhos por ação aumentados.

para o surgimento de um novo e complexo quadro em que as TICs, por meio de sistemas de redes ultra rápidas e de análise de grandes volumes de dados, se tornaram, em escala mundial, imprescindíveis para o funcionamento e operação do mercado de capitais (FREEDMAN, 2006; DRUMMER; FEUERRIEGEL; NEUMANN, 2017). Além de possibilitar operações instantâneas mundialmente, instrumentalizou a emblemática substituição do pregão ao vivo pelo pregão eletrônico nas bolsas de todo mundo.

Esse contexto, no qual os dados e as finanças possuem grande força e ascendência, é a evidência manifesta do que Milton Santos (2000) denomina de “tirania das finanças”, sendo estas, as que imprimem “velocidade aos outros elementos da história” (Santos, 1999a, p. 10), e expressão do que Leila Dias afirma ser um processo de “rematerialização do dinheiro que se transforma em unidades de informação transmitidas pelas redes de telecomunicações” (DIAS, 2006, p. 42).

Analisado de uma perspectiva relacional, o vínculo entre finanças e TICs se caracteriza como um mecanismo correlativo e até causal nos eventos e resultados financeiros globais. O desenvolvimento de *softwares*, em especial, aqueles dedicados ao armazenamento e tratamento de dados, tem desempenhado um papel funcional e fundamental no processo de predominância da financeirização (SIMÕES, 2019).

Essa centralidade se comprova por conta desses sistemas e seus algoritmos afetarem, simultaneamente, a natureza física dos mercados financeiros, o significado dos preços e, ainda, a interação entre agentes e reguladores financeiros. Nesse sentido, como observa Dicken (2017), o mercado financeiro usa dados como matéria-prima e como produto. Todos estes aspectos são determinantes da financeirização, como apontam Lagoarde-Segot e Currie (2018), Schinckus (2018), e Iman (2020).

Nossa pesquisa nos faz compreender que no período contemporâneo, a associação entre financeirização e as TICs, especialmente DCs, se efetiva de dois modos que se convertem em duas dimensões de análise. No primeiro modo, realiza-se por meio da relação cliente/fornecedor, pois os agentes da financeirização, em sua maioria, são clientes expressivos que fazem uso intensivo dos sistemas e serviços providos por data centers, pois esses recursos constituem a infraestrutura fundamental para a execução das suas operações.

O segundo modo desta associação se concretiza através de estratégias e operações em fundos de data centers. Na prática, identificamos que tal ligação se realiza através

da criação de novíssimos produtos financeiros lastreados por empresas de DCs e dos volumosos investimentos que os agentes da financeirização têm efetuado neste novo e rentável segmento do mercado financeiro.

Detalhamos a seguir estes dois tipos de nexos que intrinsecamente vinculam financeirização e o mercado de data centers e seus serviços.

3.2.1 Capital Financeiro Consumidor de Serviços de Data Centers

A análise de dados é a força vital do setor de serviços financeiros. O conceito de "dado" ocupa uma posição central na economia financeira e é, de forma imprescindível, uma condição prévia para a realização de investimentos.

Como os valores envolvidos em transações financeiras caracterizam um acordo sobre uma operação entre duas contrapartes, os dados compreensivelmente se tornaram um fator essencial para as tomadas de decisões, pois formam suas bases quantitativas.

Os agentes da financeirização, assim como os demais integrantes do setor financeiro, têm trabalhado com um volume crescente de dados que são analisados e gerenciados por sistemas de computação, tanto para fins comerciais como para auditoria eletrônica, que monitora dados específicos visando possíveis casos de fraude ou descumprimento de regulação. De fato, é possível afirmar que é por meio da utilização de dados que ocorre o processo de financeirização.

As empresas do setor financeiro estão entre as primeiras a adotar novas tecnologias de informação e comunicação aplicadas a dados. A totalidade de suas operações se realiza através destes sistemas que são vitais para seus negócios (VanHORNE,1985), uma vez que o processamento e análise de dados estão diretamente associados com o aspecto competitividade que afeta diretamente a rentabilidade destes negócios (HUSSAIN; PRIETO, 2016; SIMÕES;CASTILLO,2017; IMAN,2020).

Na atualidade, a vasta maioria dos sistemas dedicados às atividades financeiras operam em data centers. Entre as razões que deslocaram para estes objetos técnicos a maioria das operações financeiras estão: i) seus menores custos operacionais e de manutenção de equipamentos e sistemas; em razão da economia de escala que proporcionam; ii) níveis mais altos de disponibilidade operacional dos sistemas hospedados; iii) maior facilidade de expansão/escalabilidade de seus serviços, como aumento da capacidade de armazenamento de dados, número de usuários e clientes dos

sistemas hospedados, e outros; e iv) gestão mais eficaz da infraestrutura das redes de alta velocidade que precisam interconectar os vários sistemas financeiros, como também a conexão destes aos data centers.

Esses atributos funcionais específicos dos data centers, que são vitais para o funcionamento do mercado financeiro moderno, em conjunto com as vantagens obtidas por meio da terceirização de seus serviços técnicos, tem impulsionado, mundialmente, agentes financeiros a estabelecerem uma relação de simbiose com o setor de data centers.

Além dos fatores funcionais, identificamos três recentes mudanças sociotécnicas, ocorridas em escala mundial na esfera financeira, que aceleraram e aprofundaram os vínculos que fazem das organizações do capital financeiro usuários e clientes altamente importantes e dependentes de serviços de data centers.

A primeira destas alterações foi a implantação dos pregões *online* de compra e venda de ativos financeiros que passaram a ser realizados através da internet e não mais presencialmente. A mudança para o modo de pregão eletrônico, ao longo da primeira década dos anos 2000, foi adotada por bolsas de valores mundialmente e induziu uma crescente produção, disponibilidade e utilização de dados financeiros em escala mundial⁵⁶.

Em razão disso, o novo tipo de pregão fez aumentar exponencialmente as operações comerciais do setor financeiro, possibilitando que uma pessoa com um dispositivo eletrônico, como telefone celular, *tablet* ou computador, conectado à internet, realize ubiquamente consultas a incontáveis tipos de dados financeiros e efetue negociações (STIBEL,2013; FAN;CHEN; LIAO,2021).

As negociações acontecem em mercados interconectados e localizados em todo o mundo, vinte e quatro horas por dia, compelindo empresas do setor financeiro a realizarem bilhões de operações de compra e venda diariamente. Estas transações comerciais precisam ser suportadas ininterruptamente por serviços computacionais de altíssimo desempenho e segurança, em virtude das características operacionais extraordinariamente aceleradas, protegidas e dinâmicas, típicas deste mercado.

⁵⁶ A profunda necessidade dos mercados de capitais pelas TICs teve início em 1971, com a criação da NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotations), nos Estados Unidos, tornando-se a primeira bolsa eletrônica do mundo para negociação computadorizada de ativos mobiliários, como aponta Clarke (2014). Atualmente, as bilhões de transações diárias da NASDAQ são realizadas em data centers da empresa Amazon Incorporation.

Como resultado, organizações financeiras de todo o mundo incrementaram massivamente a demanda por serviços de armazenagem e processamento de dados providos por data centers (LEWIS,2015; ZOOK;GROTE,2017).

Os serviços terceirizados, além de suportar operações e processos de negócio críticos para os agentes financeiros, são fornecidos com menor custo e maior confiabilidade técnica quando comparados com serviços de mesmo tipo realizados internamente pelas próprias firmas, fazendo dos data centers elementos fundamentais para o funcionamento de organizações financeiras de diversos tipos (HOBIJN; JOVANOVIC, 2001; NGASSAM; AZMAT, 2003; LEWIS,2015)⁵⁷.

A segunda mudança, que fez dos agentes financeiros usuários intensivos dos serviços de data centers, foi o aumento da complexidade, abrangência e diversidade das operações da esfera financeira, ocorrido no início dos anos 2000.

Quase simultaneamente à disseminação dos pregões eletrônicos, os agentes financeiros intensificaram a utilização de sistemas automatizados e complexos para efetuar cálculos avançados, simular contextos/situações e realizar consultas mais rapidamente (LEWIS,2015).

O propósito era expandir os ganhos, através do aumento da precisão nas decisões de compra e venda. Inicialmente restrito às grandes firmas, estes sistemas foram crescentemente adotados por empresas de outros portes. Posteriormente, foram oferecidos aos clientes pessoa física deste mercado.

A utilização desses sistemas sofisticados por usuários não corporativos, tornou possível aos clientes/investidores comuns realizar pesquisas, simulações e avaliações com dados de diversos tipos, além de efetuar operações comerciais em um modelo denominado de *Online Broker*⁵⁸, conhecido no Brasil como *Home Broker*.

A nova modalidade fez crescer em escala mundial o emprego de sistemas de computação voltados para o mercado financeiro. Conectadas à internet, as aplicações de

⁵⁷ Prática comum no setor financeiro é empregar sistemas de Big Data na atividade de processamento de dados. A tecnologia Big Data possibilita a extração e análise de informações de grandes volumes de dados, sem foco em possíveis previsões e/ou estimativas. Atualmente, as melhores ferramentas desta tecnologia são de código aberto/*software* livre, como Hadoop, Apache e MongoDB.

⁵⁸ As transações no modo *Online Broker* são realizadas por meio de *softwares* que funcionam conectados à internet e permitem que um cliente/investidor negocie no pregão eletrônico dos mercados de capitais, emitindo e enviando ordens de compra e venda de papéis comercializados em bolsa através de corretoras de títulos mobiliários credenciadas nos órgãos reguladores.

Online Broker, operativas em computadores pessoais, aceleraram e expandiram consultas, análises e operações com dados financeiros de diversos mercados (SEC, 2020).

Esse modelo possibilitou a realização de negociações em mercados internacionais, que por estarem mais interconectados, passaram a demandar sistemas mais potentes e específicos para o tratamento e análise de dados financeiros de grandes dimensões.

Tal tendência, iniciada entre os anos 1980 e 1990, estimulou o desenvolvimento de sistemas mais rápidos e abrangentes, para tanto, foram empregados economistas, matemáticos e operadores do mercado que aplicaram princípios de teoria do caos, cálculo estocástico e análises estatísticas avançadas visando identificar padrões em negociações financeiras gravadas em enormes volumes de dados comerciais acumulados por décadas.

Os novos sistemas, que contavam com modelos matemáticos complexos suportados por algoritmos robustos, tinham como objetivo prever tendências com maior precisão em transações de compra e venda de ativos financeiros, e assim obter vantagens por meio da antecipação.

A sofisticação crescente daqueles modelos levou à criação do *Algorithmic Trading* ou *AlgoTrading* (AT) um sistema de negociação automatizada por computador que executa estratégias de negociação, compra e/ou venda, matematicamente orientadas para maximizar os lucros de cada transação realizada⁵⁹.

O principal diferencial do sistema AT é possibilitar que investidores obtenham o melhor preço possível em suas operações de compra, sem afetar significativamente o preço das ações e aumentar, por consequência, os custos de compra - o que diminui os lucros das transações⁶⁰. Um desdobramento evolutivo dos softwares AT adotado amplamente é o *High-Frequency Trading* (HFT), um tipo inovador de sistema que executa ordens em

⁵⁹ Negociação automatizada é a técnica que objetiva superar falhas e limitações operacionais humanas. As estratégias de negociação, incluem cálculos complexos com infundáveis matrizes e centenas ou milhares de variáveis que utilizam recursos de *software*, incluindo *inteligência artificial*, e *hardware* que possibilitam monitorizar preços simultaneamente em vários mercados (MCNAMARA,2016).

⁶⁰ Sistemas como o *AlgoTrading* (AT) podem operacionalizar estratégias de investimento e negociação por meio de negociação algorítmica. A European Securities and Markets Authority (ESMA), define algoritmo de negociação como um *software* baseado em parâmetros-chave definidos por humanos que gera e envia ordens automaticamente para plataformas de negociação em resposta a dados que coleta do mercado (ESMA,2015).

altíssima velocidade, que são direcionadas por uma estratégia pré-definida fundamentada em múltiplas variáveis, como preço, volume e tempo⁶¹.

Os HFTs mais sofisticados operam por meio de funcionalidades baseadas em inteligência artificial e aprendizado automatizado. O objetivo é maximizar ganhos por meio de análises complexas das estruturas de negociação e dos dados de fluxos de ordens de compra e venda efetuadas por investidores em múltiplos mercados, aceleradamente.

Por conta dos sistemas HFT, o setor financeiro se tornou obcecado com o tempo (MARKOFF, 2018). Em razão da intensidade e aceleração em que operam estes sistemas, a mensuração precisa de tempo tornou-se imprescindível. Bolsas de valores de todo mundo oferecem registro de tempo com níveis elevados de exatidão e acurácia na faixa de nanossegundos (NASDAQ,2017; EUREX, 2019; BROBY *et al.*, 2019).

Registrar cada transação com dados precisos de data/ hora é parte essencial da operação de um mercado financeiro eficaz e equitativo, além de atender os requisitos regulamentares de precisão de cronometragem estabelecidos⁶².

Disseminados globalmente, os softwares HFT possibilitam aos operadores financeiros que os utilizam, denominados de *flash traders*, prever movimentos de inúmeros mercados alguns milissegundos mais cedo do que os concorrentes e assim, obter vantagens nas negociações. Os curtíssimos períodos de tempo ou latência fazem diferença expressiva nos ganhos obtidos, pois operações de milhões de dólares podem ser realizadas em frações de segundos, perceptíveis somente no mundo acelerado das negociações de alta frequência.

Portanto, diminuir a latência resulta em reduzir tempo de circulação de dados, é missão crítica das tecnologias que suportam as operações de negócios nos mercados financeiros, pois ao minimizarem o tempo entre as operações, aumentam expressivamente o número diário de operações de compra e venda.

⁶¹Em tradução própria, *High-Frequency Trading* (HFT) significa Negociação de Alta Frequência. Os sistemas HFT operam em altíssimas velocidades, permitindo tempos de resposta (latência) muito reduzidos, entre 50-800 nanossegundos (bilionésimos de segundo) em plataformas computacionais especiais (ADDISON *et al.*, 2019).

⁶²Entre as regulações mais recentes sobre registro de tempo de transações, destacam-se a *Markets in Financial Instruments Directive* (MiFID II) adotada pela União Europeia em 2014, que exige sincronização de tempo de 100 μ s para negociações via sistemas HFT, e a *Precision Time Protocol* (PTP) definida pela NASDAQ USA em 2017, que demanda precisão próxima a 10 μ s também para transações com HFT.

Com o propósito de detalhar a magnitude da velocidade e as implicações dos sistemas HFT, nos valeremos de uma situação real e emblemática apontada por Toulson (2013). Nela, uma ordem de compra de ações de uma empresa sueca é emitida por um operador humano (*trader*) em Londres, que a desmembrou em grandes pedidos que foram enviados para diferentes mercados, através de um tipo de software denominado *Smart Order Routing* (SOR), visando obter o melhor preço de compra.

A ordem foi dividida em quatro partes e enviada simultaneamente para três locais de negociação em Londres e para a bolsa de Estocolmo, sendo executada em 58 milissegundos e subdividida em 70 pedidos. A ordem de compra chegou primeiro ao mercado londrino e obteve como referencial de negociação as ordens de venda oferecidas naquele mercado. Porém, a ínfima diferença de tempo que a ordem levou para chegar à bolsa sueca gerou um resultado diferente.

Durante o trânsito dos dados, realizado através de redes telemáticas, até a bolsa de Estocolmo, algoritmos HFT agindo em nome de operadores humanos anônimos, identificaram as compras no mercado de Londres e imediatamente cancelaram sete de suas onze ofertas de venda de ações na carteira de Estocolmo.

Outros sistemas HFT, ainda mais rápidos, conseguiram comprar ações semelhantes antes da chegada do pedido original à bolsa sueca e, após efetuarem a compra destas ações, elevaram os preços para previsivelmente, vende-las por um preço mais alto.

Assim, de modo instantâneo, os algoritmos de HFT foram capazes de reagir às execuções em Londres e enviar automaticamente instruções para cancelar suas ordens de venda na bolsa de valores de Estocolmo. Na mesma velocidade vertiginosa, suportaram outros *traders* que agressivamente efetuaram negociações, antes mesmo das ordens de compra emitidas pelo SOR chegarem à bolsa sueca, o que tornou as firmas concorrentes menos competitivas.

Estrategicamente, após identificarem em Londres o pedido de compra de ações suecas, os sistemas HFT ajustaram seus lances em outros locais, resultando em um preço final mais alto para o comprador original. Este tipo de operação é denominado de arbitragem geográfica⁶³.

⁶³ Trata-se de uma operação de compra e venda de um ativo com objetivo de obter lucro sobre a diferença de preços do mesmo ativo em diferentes mercados. Como o lucro de cada operação costuma ser pequeno, os ganhos com arbitragem geográfica vêm da quantidade e do volume de compras e vendas.

Os resultados diretos, ou seja, a elevação dos preços daquelas ações, também atingiu clientes humanos comuns que operam fora do círculo de operações de HFT, nos ambientes que operam em velocidades baixas, denominados de Baixa Frequência ou *Low Frequency Trading* (LFT).

Outra situação similar hipotética que ilustra os efeitos negativos deste tipo de operação é a de um investidor que, através da internet e por meio de uma corretora, emite uma ordem de compra de 10.000 ações da *Empresa Beta*, ao preço que ele acredita ser de mercado: \$10,00. Um outro agente, que utiliza sistemas HFT, consegue interceptar a ordem de compra, se antecipa e compra ações similares às pedidas pelo cliente que, numa fração de segundo, vê o preço de mercado subir para, \$10,20 e, portanto, mais alto que o valor inicial pretendido⁶⁴.

Estes contextos que explicitamos evidenciam a crescente associação entre espaço geográfico e o esquema da reprodução estrutural do capitalismo, como alerta Ruy Moreira (1982). Dentre as múltiplas estratégias utilizadas pelo capital, destaca-se seu deslocamento para lugares específicos do espaço geográfico em busca de maior rentabilidade. Tal dinâmica torna o espaço um fator ativo da circulação e da acumulação de capitais, conforme observado por Neil Smith (1988, p. 193).

Nos termos de David Harvey, esse tipo de manobra é definida como *spatial fix*, uma expressão que evidencia a mobilidade espacial do capital motivada pela captação de maiores lucros (Harvey, 2001). Esta estratégia de mobilidade faz o capital ser o gerador de arranjos espaciais que modificam o espaço geográfico na escala mundo, alerta Claval (2013), e provocar concentração de novos investimentos em somente alguns lugares, acompanhado da perversa e desigual distribuição geográfica das condições de acumulação e diferenciação espacial, como adverte Doreen Massey (2002).

Para serem realizadas, as transações via HTF exigem conjuntos de sistemas técnicos avançados, incluindo *software*, *hardware* e infraestrutura de redes especialmente planejadas e dedicadas para operarem com altíssimo desempenho e velocidade, além de serviços específicos de manutenção e redundância operacional para assegurar o funcionamento incessante do conjunto todo sem falhas (ZOOK e GROTE, 2017; SEC,2020). Sem esta base tecnológica singular, as vantagens proporcionadas pelos

⁶⁴ Simplificadamente, seria como uma pessoa que, ao ver outra se encaminhando à uma feira para comprar laranjas, corre na frente, compra laranjas e as revende a um preço um pouco mais caro do que comprou.

sistemas HFT não podem ser realizadas, impossibilitando assim benefícios comerciais e lucros mais elevados.

Os altos custos das tecnologias e infraestruturas, que asseguram aos sistemas HFT operarem em alta performance são reduzidos quando funcionam nos ambientes intensamente especializados dos data centers por conta da economia de escala que oferecem. Por essa razão, a maior parte dos agentes financeiros tem optado por terceirizar e executar suas plataformas financeiras em data centers⁶⁵. Esta opção faz reforçar a centralidade e aprofundar a dependência que os agentes financeiros têm dos serviços prestados por estes objetos técnicos atualmente (LOMBARDI *et al.*, 2016).

A terceira mudança que tem impellido as empresas financeiras a se tornarem altamente dependentes de serviços de data centers é a difusão ampla, quase inerente, das TICs operantes em infraestruturas de computação em nuvem, as quais apoiam não apenas as transações de negócios, mas também as operações administrativas dessas organizações.

Essa utilização tecnológica intensa e generalizada é evidenciada pelos sistemas de automação de processos e de Big Data, uso de biometria para segurança em transações, realização de operações por meio de aplicativos e digitalização de serviços financeiros, entre outros (SMOLAN; ERWITT, 2012; LI; WANG, 2020).

Entre as tecnologias de automação mais utilizadas pelo setor financeiro atualmente destaca-se a Blockchain, uma tecnologia de registro distribuído com foco em estabelecer consenso em uma rede descentralizada criptografada⁶⁶.

O mercado financeiro têm utilizado Blockchain para otimizar processos, aumentar transparência e segurança. Isso inclui facilitar pagamentos internacionais, simplificar compensação e liquidação de ativos, automatizar empréstimos, realizar transações com criptomoedas e autenticar documentos, permitindo descentralização, registro e rastreabilidade de transações.

⁶⁵ Essas plataformas financeiras são concebidas de forma específica e têm utilização restrita ao setor financeiro, diferenciando-se das conhecidas plataformas digitais comumente utilizadas e voltadas para a comercialização de produtos e serviços, por meio de aplicativos.

⁶⁶ A tecnologia Blockchain funciona como um livro-razão (registrador de operações) digital e imutável, onde transações são registradas em blocos encadeados de forma segura e transparente. Cada bloco contém um conjunto de transações e um código único que o vincula ao bloco anterior, formando uma cadeia contínua. A descentralização e criptografia garantem que as informações sejam seguras, transparentes e resistentes a alterações. Esses atributos fazem da tecnologia blockchain a base de funcionamento de criptomoedas, contratos inteligentes e aplicativos descentralizados (LASHKARI; MUSILEK, 2021).

Os data centers desempenham um papel crucial na infraestrutura que suporta as operações de Blockchain. Eles oferecem recursos computacionais, armazenamento e segurança essenciais para manter a integridade e eficiência das redes dessa nova tecnologia.

Adicionalmente, na última década, a combinação destas tecnologias inovadoras, aplicadas especificamente ao setor financeiro, além de se consolidarem como principal pilar de sustentação operacional desse setor, se converteram em um elemento estratégico vital, com influência até mesmo na definição do modelo de negócio, caso das Fintechs, que nascem e operam totalmente em nuvens computacionais hospedadas em data centers⁶⁷.

A elevada importância alcançada pelos data centers ocorreu, entre outras razões, pela ampliação do escopo de seus serviços. O papel funcional dos data centers, inicialmente focado no processamento e armazenamento de dados, passou a ser de hospedar e manter o funcionamento dos sistemas que suportam quase a totalidade das operações de agentes financeiros (LOHMEYER, 2018).

Na atualidade, não apenas as instituições financeiras, mas empresas de todos os segmentos da economia e de variados portes, escolheram migrar integralmente seus sistemas tecnológicos para ambientes de computação em nuvem, alojando-os, conseqüentemente, em data centers.

A mudança permite que os dados e os sistemas que os produzem sejam gerenciados conjuntamente e estejam sob a gestão de um mesmo fornecedor de serviços e/ou operem em uma mesma nuvem computacional, facilitando a manutenção, a correção de eventuais problemas técnicos, aplicação de atualizações e adoção mais rápida de novas tecnologias.

A busca contínua por redução de custos tem impulsionado organizações do setor financeiro a utilizarem robôs de software⁶⁸ que possibilitam execução automática de ordens de compra e venda de ativos do mercado financeiro, e de sistemas baseados em *Machine Learning* (ML), que analisam grandes volumes de dados de um tema/domínio

⁶⁷Fintech é um termo abreviado, criado a partir da fusão das palavras inglesas *financial* (financeiro) e *technology* (tecnologia). Wójcik (2020) descreve Fintech como um conjunto de inovações e um setor econômico que se concentra na aplicação de tecnologias digitais modernas para serviços financeiros.

⁶⁸Um *software* robô ou *bot* é um programa auxiliar projetado para automatizar tarefas que suportam, simulam e por vezes, substituem o trabalho humano. Em geral, *bots* são utilizados em tarefas simples, repetitivas e rotineiras de modo mais rápido, eficiente e com menores custos que seres humanos. A automação que realizam é baseada em regras pré-definidas, como detalha Van Der Aalst *et al.* (2018).

específico, visando encontrar novos padrões relacionais, como por exemplo, verificar incessantemente se há ações subvalorizadas no mercado⁶⁹.

Operacionalizados em data centers, sistemas com algoritmos de *Machine Learning* têm sido empregados na identificação de elementos específicos em imagens, de maneira mais rápida e eficiente do que os seres humanos.

Como exemplo, ao examinarem milhões de imagens de satélite quase em tempo real, estes algoritmos, operando em conjunto com Sistemas de Informação Geográfica (SIG), podem prever os rendimentos de safras agrícolas, em países específicos, enquanto ainda estão nos campos de cultivo; ou estimar o número de veículos nos estacionamentos de shopping centers de uma determinada localidade nos fins de semana e/ou em feriados.

As análises em larga escala desses conjuntos volumosos de dados, podem detectar e apontar tendências úteis na previsão do desempenho de empresas e/ou mercados, ajudando os tomadores de decisão do setor financeiro, apoiados por softwares analíticos, nas suas escolhas de compra e venda dos inúmeros ativos deste setor⁷⁰.

Como efeito colateral negativo, a adoção destas novas tecnologias de automação de processos tem substituído parte significativa da força de trabalho empregada, até mesmo em níveis gerenciais (POZEN; RUANE, 2019).

Hoje, a execução de transações no mercado de ações é dominada por robôs de softwares. A estimativa é de que 90% das negociações do mercado futuro de ações e quase 80% das negociações à vista de ações são executadas por algoritmos sem qualquer intervenção humana (IFR,2018; PHAM,2018; HOWELL, 2020).

O funcionamento destas tecnologias é realizado majoritariamente em data centers especificamente planejados e focados na operação destes sistemas (MATTHEWS,2018). Essa realidade leva Parisi (2016) a observar que a cognição algorítmica é central para

⁶⁹ *Machine Learning* (ML) é uma tecnologia que associa inteligência artificial e algoritmos para análise de grandes conjuntos de dados visando gerar previsões vinculadas a objetivos determinados, como define Alpaydin (2020). Em lugar de seguirem precisamente instruções codificadas por humanos, os algoritmos de ML se autoajustam por meio de um processo de tentativa e erro. Desse modo, conseguem gerar prescrições cada vez mais acuradas à medida que mais dados são analisados. Aplicações de ML são utilizadas para detecção de fraudes bancárias, automação de processos, em veículos autônomos e negociação financeira entre várias outras (MOHRI; ROSTAMIZADEH; TALWALKAR, 2018).

⁷⁰ Outra aplicação prática de *Machine Learning* (ML) comumente utilizada pelo mercado financeiro funciona coletando dados de localização espacial emitidas por sistemas GPS de telefones celulares para analisar o tráfego de pedestres em lojas de varejo específicas e os comparar com dados de anos anteriores e assim prever as receitas da loja ou de sua cadeia.

o capitalismo atual. Desde a racionalização das relações sociais e de trabalho ao setor financeiro, os algoritmos estão fundamentando um novo modo de pensamento e controle.

O aumento da robotização financeira tem se intensificado rapidamente na últimas duas décadas. Como consequência, regulações especiais têm sido criadas e adaptadas para normatizar a utilização de robôs e sistemas baseados em *Machine Learning*, bem como HFT, nos mercados financeiros.

Iniciativas nesse sentido têm sido desenvolvidas marcadamente pela União Europeia com a elaboração do procedimento *Automated Trading Guidelines* pela European Securities and Markets Authority (ESMA) em 2015, e da *General Data Protection Regulation* (GDPR)⁷¹ em 2018. Nos Estados Unidos, a Securities and Exchange Commission (SEC), o órgão que regula o mercado financeiro estadunidense, estabeleceu normativas específicas sobre estas novas tecnologias, como as regras da FINRA⁷² em vigor desde 2016.

Embora possuam abrangências distintas, estas duas iniciativas regulatórias, nos dois maiores mercado financeiros do mundo abordam operações executadas em nuvens de data centers. Isso ocorre por conta das vantagens decisivas que a utilização destes sistemas propicia nas dinâmicas de negociação do mercado financeiro, especialmente para as grandes firmas, pois a somatória dos custos tecnológicos para sustentar a super eficiência demandada por tais tecnologias é sobremodo elevada (GOODMAN; FLAXMAN,2017; SEC,2020, FINRA,2021)⁷³.

No Brasil, apesar de haver grande utilização de robôs e sistemas de HFT, não há regulação sobre a utilização dessas tecnologias.

⁷¹ Em 4 de julho de 2023, a União Europeia decidiu adotar novas regras para assegurar uma aplicação mais rigorosa do GDPR em casos transfronteiriços. O objetivo é racionalizar a cooperação entre as autoridades competentes em matéria de proteção de dados.

⁷² A FINRA (Financial Industry Regulatory Authority) é uma organização dos Estados Unidos que normatiza empresas financeiras e corretoras de valores. A SEC (Securities and Exchange Commission), do mesmo país, tem como foco a regulação de investidores individuais. As duas organizações operam conjuntamente.

⁷³ Em 2019, a FINRA informou que o volume de dados gerados por movimentações financeiras nas bolsas dos Estados Unidos foi de 7 Terabytes de novos dados por dia e mais de meio trilhão de transações efetuadas diariamente em nuvens computacionais de data centers. Apontou também que seria improvável processar um volume tão alto de transações sem as estruturas e serviços de data centers (SEC ,2020).

O emprego de robôs e inteligência artificial não está mudando apenas a velocidade, as dinâmicas e a composição do setor financeiro. Também levanta questões sobre a função dos mercados, suas implicações na economia em geral, o modo como as empresas são governadas, os efeitos na estabilidade financeira e suas as implicações socioespaciais.

A transição das negociações do modo presencial para as bolsas eletrônicas ampliou o alcance geográfico do capital financeiro a outros mercados. Entretanto, paradoxalmente, foi acompanhada por um aumento da importância da proximidade aos data centers.

Quanto maior a proximidade física a estes objetos técnicos, menor a latência nas operações e maior velocidade operacional, condição decisiva para obtenção de vantagens competitivas. Esta variável espacial torna os critérios de localização de data centers dedicados ao mercado financeiro cruciais para serem altamente eficazes na prestação de seus serviços para este setor⁷⁴. Hoje, além de empresas financeiras, organizações de variados portes e de todos os setores econômicos têm intensificado o uso de dados e como base de suas inúmeras tarefas e processos de negócio, transformando a análise de dados e as tecnologias associadas à sua utilização, em uma tendência verificada globalmente.

Fundamentados na pesquisa da qual este trabalho resulta, apontamos que os data centers têm tido papel central em três aspectos: i) na aceleração dos fluxos de capitais financeiros e aumento do volume de transações efetuada; ii) no aumento da complexidade para estabelecer uma normatização efetiva para regular relações sociais de poder entre distintos agentes sociais e os Estados; e iii) na desigual distribuição espacial das condições de acumulação de mercados financeiros na escala mundo, interna e externamente aos territórios.

Desse modo, os data centers e os sistemas tecnológicos que abrigam, têm sido instrumentais ao processo de financeirização. Adicionalmente, conforme os três aspectos mencionados, estes objetos técnicos, além de preponderantes para a operacionalização da captura da riqueza financeira, têm sido ferramentas eficazes e funcionais às ações especulativas do capital, resultando no crescimento dos seus extraordinários lucros.

A maior parte dessa atividade especulativa tem se estabelecido por meio de ganhos obtidos através de sistemas técnicos ultra avançados utilizados seletivamente. Pelo altíssimo o custo que demandam, são restritos às grandes firmas, o que faz gerar a

⁷⁴ Os critérios de localização que definem os lugares adequados para instalação e operação de DCS, abordados no Capítulo 5 deste trabalho, são decisivos para atender alguns mercados específicos, como o financeiro.

desigualdade relacionada ao acesso e à operacionalização de dados entre diversos agentes do mercado. Tal realidade nos faz concordar com Easley *et al.* (2013), quando afirmam que os sistemas LFTs e os HFTs são mundos distintos.

Este predomínio na utilização de tecnologias avançadas é resultado da assimetria nos investimentos em sistemas técnicos (MCNAMARA, 2016), o que faz ampliar as desigualdades entre estes dois mundos e configurar um ciclo perverso que retroalimenta a hegemonia das maiores empresas e concentra ainda mais os ganhos da esfera financeira⁷⁵.

Complementarmente à infundável corrida tecnológica pelo menor tempo nas operações, que habilita o que Warf (2017) denomina de capital hipermóvel, o setor financeiro é também altamente dependente dos sistemas e estruturas tecnológicas que coletam, analisam e tratam massivamente dados, como ressaltam Cory e Atkinson (2016), e Andriosopoulos *et al.* (2019).

A predominância atual e generalizada dos agentes financeiros, faz Arroyo e Contel (2017) identificarem que este domínio está intrinsecamente ligado às suas recentes estratégias territoriais, às suas localizações e à utilização de sistemas técnicos cada vez mais aprimorados.

Em razão estes sistemas técnicos funcionarem majoritariamente em infraestruturas de computação em nuvem interconectadas por meio de redes telemáticas, essa dependência se estende aos data centers (COURBE, 2016; LI, 2022). Portanto, são nestes objetos técnicos que funcionam os complexos tecnológicos que suportam as estratégias e operações do setor financeiro no período contemporâneo e os inúmeros mercados interconectados.

Trataremos, a seguir, do papel de investidor exercido pelo capital financeiro junto ao mercado de serviços de data centers⁷⁶ em várias escalas.

⁷⁵ Exemplo ilustrativo e atual da simbiose entre o capital financeiro e as empresas de TICs é a operação realizada pela empresa Google LLC, que conduziu a abertura de seu capital por meio de uma Oferta Pública Inicial (IPO) na Bolsa de Valores de Nova Iorque, em agosto de 2004. O processo de venda de suas ações ocorreu por meio de um leilão online, empregando um sofisticado *software* desenvolvido em colaboração com as instituições financeiras Morgan Stanley e Credit Suisse. Nessa operação, a Google Inc. obteve o montante significativo de 1,6 bilhão de dólares (KAWAMOTO, 2004).

⁷⁶ Detalhamos os diversos serviços fornecidos por data centers no Capítulo 4 deste trabalho.

3.2.2 Capital Financeiro Investidor no Mercado de Data Centers

Na posição de investidor no mercado de data centers, o capital financeiro tem atuado de múltiplos modos e empregado estratégias variadas. Dentro desse escopo, analisaremos três aspectos específicos:

- I. As características distintivas e de atratividade financeira do mercado de data centers;
- II. As estratégias utilizadas pelo capital financeiro para controlar esse mercado, com enfoque: nos modelos de investimentos, no perfil das empresas-alvo dos aportes e nos atributos das crescentes transações de fusão e aquisição realizadas;
- III. Os métodos operacionais adotados pelos Fundos Soberanos em suas manobras de investimento no mercado de data centers.

A análise desses aspectos permitirá a obtenção de uma visão abrangente das complexas dinâmicas que tornam esse mercado objeto de iniciativas de investimento por parte de agentes financeiros de variadas tipologias e perfis, e que operam em escala mundial.

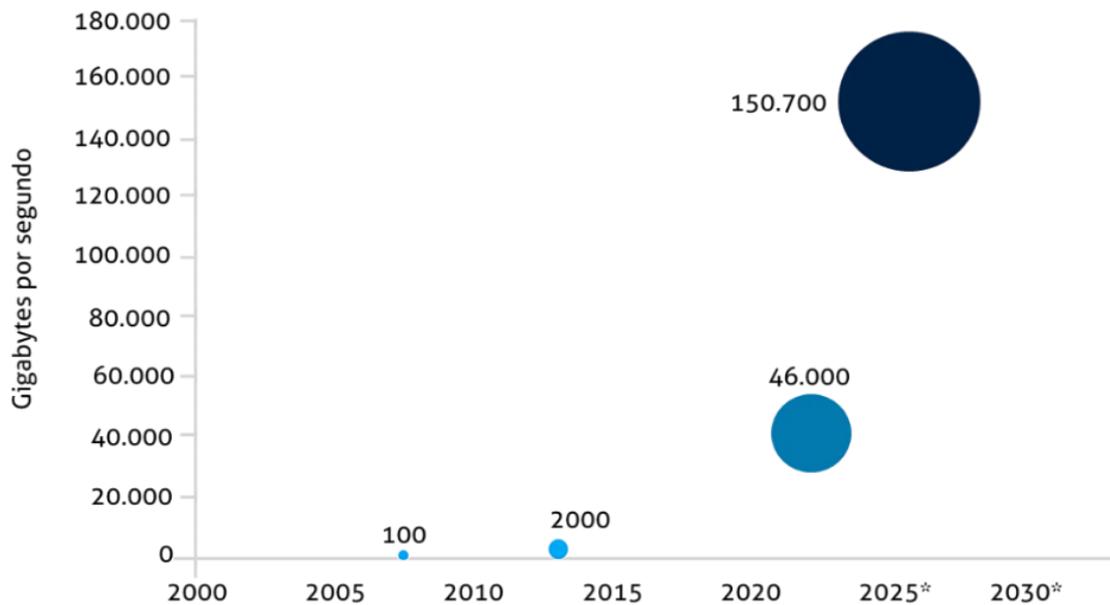
I. Características Distintivas e de Atratividade Financeira do Mercado de Data Centers

A busca frenética do capitalismo por aumento de eficiência e lucro estabelece uma tendência dominante que é base para as sucessivas reconfigurações e inovações tecnológicas que o caracterizam.

Hoje, os dados se tornaram mercadoria valiosa. Inúmeras organizações, sobretudo do setor financeiro, não seriam capazes de operar, tampouco obter lucro sem sua utilização. Indivíduos e, sobretudo, organizações de variados tamanhos têm intensificado a utilização de dados. A incorporação de dados às inúmeras rotinas, tarefas, processos de negócio e tomadas de decisão empresariais, tornaram a análise de dados e as tecnologias associadas à sua utilização, uma tendência verificada mundialmente.

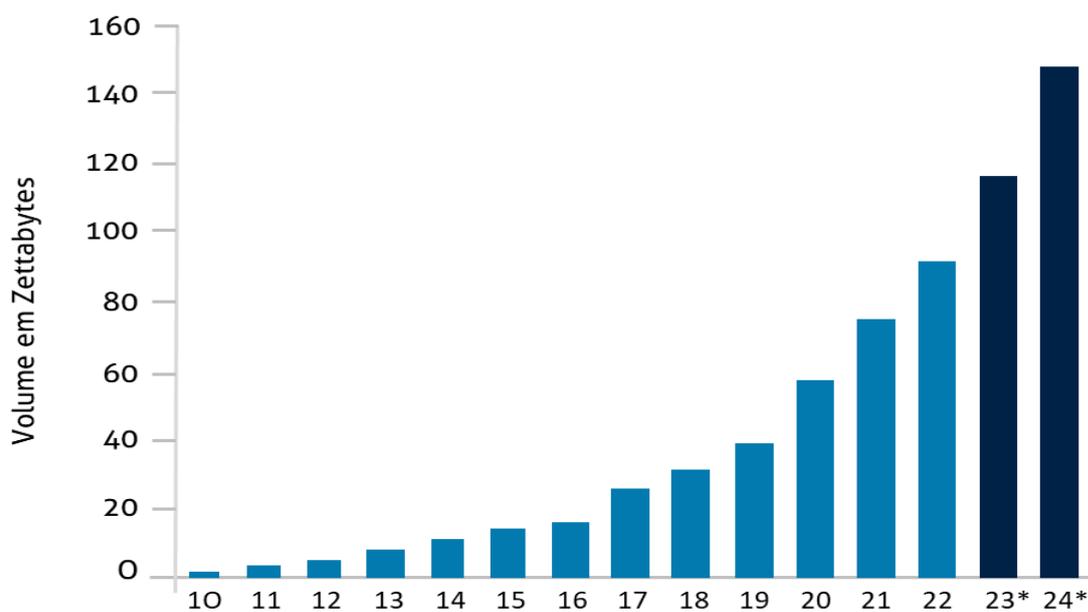
Esse crescimento exponencial, sem precedentes, tem sido observado tanto no contexto da expansão contínua do volume de dados gerados pela sociedade contemporânea, quanto no aumento significativo do tráfego de dados por meio da internet, como evidenciado pelos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 Mundo. Crescimento Anual do Tráfego de Dados em Gigabytes por Segundo (2000-2022 e estimativas 2023-2030).



Fonte: Oxford Economics (2022); Cisco(2023). Elaboração própria.

Gráfico 2 Mundo. Criação de Dados em Zettabytes (2010-2022 e estimativa 2023-2024).

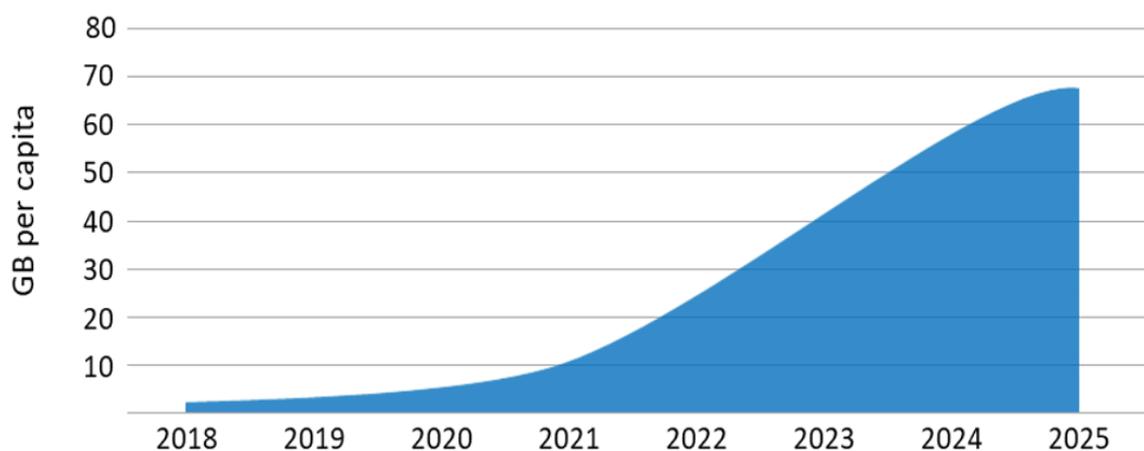


Fonte: PGIM(2022). Elaboração própria.

No âmbito corporativo, as práticas organizacionais emergentes, respaldadas por ferramentas analíticas⁷⁷ e modernas tecnologias de segurança cibernética em conjunção com a prolífica geração e utilização intensiva de dados nas operações produtivas da atualidade, delineiam um fenômeno designado de “*Data Economy*” ou “*Digital Economy*”.

Caracterizada pelo massivo emprego de dados, esta tendência tornou-se um componente essencial de diversas instâncias da sociedade contemporânea, conforme pontuam Dantas (2002), Cavanillas, Curry e Wahlster (2016), O’Neil (2018), Simões (2019), Hindman (2020) e Brynjolfsson, Wang e McElheran (2021). O Gráfico 3 ilustra o aumento exponencial do volume de dados gerados no atual período.

Gráfico 3 Mundo. Geração de Dados *per capita* em Gigabytes/Ano (2023 e estimativas 2024 e 2025).



Fonte: Oxford Economics (2022); Ericsson (2023). Elaboração

Os pesquisadores Cukier e Mayer-Schönberger (2013), denominaram de *Datafication*, traduzido para o português como Dataficação, o processo em que, transformados em mercadorias ou ativos (BIRCH *et al.*, 2021), os dados são coletados, analisados e utilizados para gerar lucros e obter vantagem competitiva.

⁷⁷ A disseminação do uso corporativo de dados é evidenciada pelo surgimento dos aplicativos de Analytics. Inicialmente designados como sistemas de *Business Intelligence* (BI) esses *softwares* eram caracterizados por sua complexidade e elevado custo, restringindo, assim, sua aplicação a áreas específicas dentro das organizações. A partir dos anos 2000, os Analytics emergiram como ferramentas essenciais para impulsionar o uso de dados em uma variedade de atividades em empresas e entidades de inúmeros setores (MINELLI; CHAMBERS; DHIRAJ, 2013; BATISTIČ; VAN DER LAKEN, 2019).

Exemplos emblemáticos deste processo de *comoditização* dos dados são as plataformas digitais. A disseminação das tecnologias que suportam o modelo de negócio denominado de plataforma digital e a adoção das novas tecnologias 5G e 6G de telecomunicação têm acelerado ainda mais a incessante geração e emprego de dados (CISCO, 2023). As plataformas digitais podem ser definidas como infraestruturas combinadas de software e hardware, de propriedade privada ou pública, abastecidas por dados, automatizadas e operadas por meio de algoritmos digitais (BRIDI, 2022).

As empresas-plataforma, como designa Arun Sundararajan (2017), inseriram-se em setores econômicos existentes e reconfiguraram atividades econômicas, mercados e organizações, além de novas formas de fazer negócios e de trabalho.

Imprescindível para o funcionamento destas empresas, a utilização de dados possibilitou que se expandissem para além dos serviços de entregas e transporte de pessoas, e ingressassem em outros segmentos de mercado, como o financeiro, jurídico, saúde, educação, entre outros, reunindo trabalhadores de diferentes perfis sociais, níveis de escolaridade e formação profissional, observam Peck e Phillips (2020) e Bridi (2022).

Essas transformações, aliadas à mediação intensa e intrínseca promovida pelas plataformas na sociedade atual, são os fatores subjacentes à precarização e flexibilização das relações de trabalho, bem como à adoção de práticas monopolistas impostas pelas empresas-plataforma. No contexto brasileiro, as pesquisas de Guide (2023) destacam o aumento expressivo da influências dessas empresas nas dinâmicas territoriais do país.

Inseridas nesta perspectiva, denominada de Economia de Plataforma por Kenney e Zysman (2020), as novas tecnologias de telecomunicação 5G e 6G⁷⁸, planejadas para estarem totalmente operacionais em até dez anos, irão acelerar e facilitar a comunicação entre objetos conectados às redes telemáticas, habilitar altíssimas velocidades de transmissão e recepção, além de possibilitar um número expressivamente maior de objetos conectados às redes de comunicação (DOGRA *et al.*,2021). Estima-se que as redes 6G oferecerão velocidades 100 vezes superiores às redes 5G atuais (CAULIER,2022). As projeções referentes ao volume de dispositivos a se integrarem às infraestruturas das redes 5G e 6G nos próximos anos apontam números entre 500 bilhões e 1 trilhão de dispositivos (SAMSUNG RESEARCH,2022;ERICSSON,2023; ITU,2023b).

⁷⁸ As redes de telecomunicação 6G irão incorporar serviços baseados em IA e demandarão dados fornecidos por um tipo de data center específico, denominado de Edge, detalhado no Capítulo 4 deste trabalho.

Em virtude desse hiper entrelaçamento, as conexões entre sensores, máquinas e dispositivos de múltiplos tipos, como robôs, equipamentos de automação, automóveis, semáforos, câmeras e tantos outros, serão notavelmente ampliadas e poderão ser operadas por meio de aplicativos e programadas por meio de ferramentas de inteligência artificial.

Antevendo esta realidade, Milton Santos registra que “na era cibernética, que é a nossa, um objeto pode transmitir informação a outro objeto”, assim, “os autômatos asseguram uma cadeia causal eficaz, mediante um sistema de objetos que transmitem informação uns aos outros, ainda que o homem não esteja ausente, ao menos no início do processo” (2012, p. 215). Embora o conteúdo transmitido entre objetos em rede não seja informação, mas dados na forma de *bits*, o autor consegue dimensionar o poder ampliado que objetos técnicos em rede, como robôs e sensores, podem produzir.

Na atualidade, as interligações entre máquinas, conhecidas como M2M (*Machine-to-Machine*), são o tipo de conexão com maior crescimento, alcançando mundialmente 14,7 bilhões de conexões, superando as conexões feitas por meio de telefones celulares, computadores, tablets e televisores (CISCO,2023)⁷⁹ e constituindo nuvens de dados industriais.

Em virtude desse número extraordinário de interligações, projeta-se para os próximos cinco anos um aumento da geração e tráfego de dados da ordem 5,3 vezes em relação ao volume atual (CISCO,2023; ERICSSON,2023).

No âmbito dos indivíduos, imbricados nas distintas instâncias sociais do presente período, os dados ganharam uma centralidade sem precedente, e por consequência, os data centers. De fato, sem os data centers, as múltiplas plataformas digitais e uma miríade de aplicativos e novas tecnologias utilizadas cotidianamente não se realizariam.

Ainda que sejam imperceptíveis, são nos data centers que funcionam os *softwares* que processam e armazenam dados que suportam atividades realizadas pela sociedade contemporânea em todo o planeta. No cotidiano atual, bilhões de pessoas e empresas utilizam diariamente:

⁷⁹ *Fog Data* é o termo que se refere aos dados produzidos por robôs, sensores e máquinas automatizadas. O termo "fog" (névoa) é utilizado para indicar a proximidade desses dispositivos com a fonte geradora dos dados, analogamente à névoa que é caracterizada por ser mais próxima ao solo (SADRI *et al.*, 2021).

- ▶ Serviços de mensagens: Whatsapp, SameTime, Threads, Telegram, WeChat etc.
- ▶ Serviços de e-mail: Gmail, Outlook, iCloud Mail, Yahoo etc.
- ▶ Aplicativos para escritório (editores de texto, agendas, planilhas e slides): Microsoft Office/365, Google Docs, iWork, Outlook, Prezi entre outros.
- ▶ Serviços de nuvens de dados: Dropbox, iCloud, Google Drive, OneDrive, iDrive, Amazon Drive, Sync etc.
- ▶ Serviços de busca: Google, Bing, Baidu, Duck Go, Yahoo, Ask, Yandex e outros.
- ▶ Plataformas digitais:
 - Mobilidade: Uber, 99, Lyft, Via, Ola Didi, Gojek etc.
 - Conveniência e entregas: iFood, UberEats, Doordash, Spike etc.
 - Financeiras, bancos, pagamentos: ApplePay, Paypal, GooglePay, Amazon Pay, SamsungPay, Venmo, AliPay, AppleWallet etc.
 - Entretenimento e streaming: Netflix, HBO, Apple TV & Music, Disney, HULU, Youtube, TikTok, Amazon Prime Video & Music, Spotify, Deezer etc.
 - Jogos/Games: Xbox, Playstation, Nintendo, Google Stadia, Amazon Luna, Nvidia GForce, Tencent, Baidu, NetEase entre outros.
 - Reuniões: Google Meet, Zoom, Teams, Webex, Skype, Trueconf, etc.
 - Trânsito e geolocalização: Waze, Google Traffic & Maps, MapQuest, Tom Tom, Uber Movement, Mapbox etc.
- ▶ Portais de compras *online*: Amazon, Alibaba, eBay, OLX, Mercado Livre, Facebook Marketplace, Shopee etc.
- ▶ Redes sociais: Instagram, Facebook, LinkedIn, Twitter, Clubhouse, Snapchat etc.
- ▶ Assistentes digitais: Amazon Alexa, Apple Siri, Google Assistant, Bixby, Cortana etc.
- ▶ Ferramentas de inteligência artificial: OpenAI ChatGPT, IBM Watson, Google Bard, Google Gemini⁸⁰, Jasper, Chatsonic, Socratic entre outros.

⁸⁰ Os recentes aplicativos baseados em conceitos de Inteligência Artificial Generativa (IAG), como ChatGPT, Google Bard e Google Gemini, requerem processamento massivo de dados com baixa latência de respostas. Isso implica em nuvens de dados, que são a força-motriz da IAG, especialmente dedicadas à essas ferramentas e hospedadas em data centers focados em atender tecnologias de IAG (GEORGE *et al.*,2023). A disseminação do uso destes aplicativos tem provocado aumento significativo na demanda de serviços de data centers. O Google Gemini têm uma versão específica e mais potente, denominada de Ultra, que é voltada para operação de DCs.

Além destas, uma infinidade de outras atividades são realizadas por meio do uso de aplicativos de produtividade, relacionamento, educação, saúde, esportes, tempo e clima, medicina, rastreamento e incontáveis outros que captam, processam e transmitem dados alojados em data centers. A relevância deste mercado de dados pode ser medida pela magnitude dos indicadores relacionados aos diversos serviços, sistemas e aplicativos consumidos.

O segmento de aplicativos móveis é um dos que apresentam maior crescimento na Economia Digital. No contexto específico de dispositivos móveis, no ano de 2022, foram registrados (APPLE, 2023; DATA.AI, 2023):

- ▶ 255 bilhões de novos *downloads* de aplicativos (11% de aumento em relação a 2021)
- ▶ US\$ 167 bilhões gastos em lojas online de aplicativos (2% de redução em relação a 2021)
- ▶ US\$ 336 bilhões gastos em anúncios (14% de crescimento em relação a 2021)
- ▶ US\$ 1,1 trilhão em vendas totais de aplicativos criados por desenvolvedores e vendidos na loja online Apple Store (27% de crescimento em relação a 2021)
- ▶ 5 horas diárias gastas em aplicativos por usuário (3% de aumento em relação a 2021)
- ▶ 4,1 trilhões de horas totais gastas em aplicativos (9% de aumento em relação a 2021)

O funcionamento deste mercado extraordinariamente vasto e complexo é dependente das atividades realizadas continuamente nos data centers. Os serviços disponibilizados por meio de softwares/aplicativos demandam funcionamento ininterrupto e ubíquo de infraestruturas de computação em nuvem, que são interligadas por redes telemáticas que conectam data centers em inúmeros lugares para sua operacionalização⁸¹.

Esta posição de domínio obtida pelos data centers atraiu interesses de investidores de todos os tipos mundialmente, em especial, dos setores de infraestrutura e imobiliário. Os data centers têm sido foco de investidores por conta dos fluxos de caixa estáveis e rendimentos crescentes, com níveis de risco compatíveis aos respectivos retornos (BANGALORE *et al.*, 2023).

⁸¹ O setor de serviços de data centers está inserido no setor Quaternário da economia. O geógrafo Jean Gottmann foi pioneiro ao reconhecer a importância econômica dos dados, incluindo no setor Quaternário, serviços que requerem pesquisa, análise e tomada de decisão ([1961]/1973, p.576). Gottmann aprofundou sua pesquisa sobre o tema no livro *The Coming of Transactional City*, de 1983. Modernamente, este setor se relaciona à produção, tratamento, armazenamento e transmissão de dados e informações (PORAT, 1977).

II. Estratégias Utilizadas pelo Capital Financeiro para Controle do Mercado de Data Centers

Os investimentos de capital financeiro no mercado de data centers tem sido majoritariamente realizados por meio de transações em empresas Concorrentes⁸² das Big Tech. Essas empresas, que em sua maioria têm menor porte, se comparadas às Big Tech, conduzem majoritariamente suas atividades em data centers não hiperescaláveis, sendo, em geral, instalações menores.

Do ponto de vista mercadológico, as Big Tech detêm a maioria das instalações hiperescaláveis em funcionamento no mundo. Estas firmas concentram mais de 40% dessas instalações de alto custo e capacidade, projetadas especificamente para processar volumes massivos de informações (PGIM, 2022). Como resultado, uma parcela expressiva dos serviços executados nestas centros de dados difere dos oferecidos pelos fornecedores Concorrentes. Esta distinção impulsiona a viabilidade das alianças entre estes dois tipos de empresas.

Dois aspectos intrínsecos ao modelo comercial e operacional das empresas Concorrentes destacam-se como atrativos para o capital financeiro. O primeiro é diversificação de sua base de clientes, que resulta em uma demanda variada de tipos de serviços e, por consequência, a mitigação dos riscos associados à possível perda de clientes.

O segundo aspecto decorre do fato de que algumas dessas empresas Concorrentes, geralmente as de maior porte, contam entre seus clientes com as Big Tech. Esta situação ocorre em virtude de que, mesmo que as Big Tech operem por meio de seus imensos e dispendiosos data centers hiperescaláveis, nos casos em que precisam atender a demandas de menor escala e/ou em regiões onde não possuem data centers hiperescaláveis para proporcionar serviços de baixa latência ou por razões de ordem econômica, entre outras, elas optam pela terceirização dos serviços com organizações Concorrentes.

Na prática, para o cliente final das Big Tech, essa terceirização dos serviços, é técnica e qualitativamente imperceptível, uma vez que é imperativo para as Concorrentes garantir os mesmos níveis de serviços acordados entre as Big Tech e seus próprios clientes. Comumente, as Concorrentes reservam uma área separada de suas instalações para a operação dos serviços destinados às Big Tech (sendo diretamente aos clientes destas),

⁸² Para fins de simplificação, designamos como "Concorrentes" o conjunto de empresas que rivalizam com as Big Tech no mercado de data centers e seus respectivos serviços.

ou em alguns casos, destinam integralmente determinadas unidades para atender a demanda destas gigantescas corporações.

Por outro lado, as alianças com as Big Tech beneficiam as firmas Concorrentes, à medida em que proporcionam fontes adicionais de receita, além de possibilitar a expansão da base de clientes e atração de novos negócios, em conjunto com o fortalecimento da reputação destas empresas no mercado.

O setor de data centers é amplamente considerado atrativo para investimentos financeiros, seu expressivo crescimento está estreitamente associado à expansão da economia digital e das práticas de uma sociedade que demanda continuamente infraestruturas de computação em nuvens de dados (SIMÕES,2019).

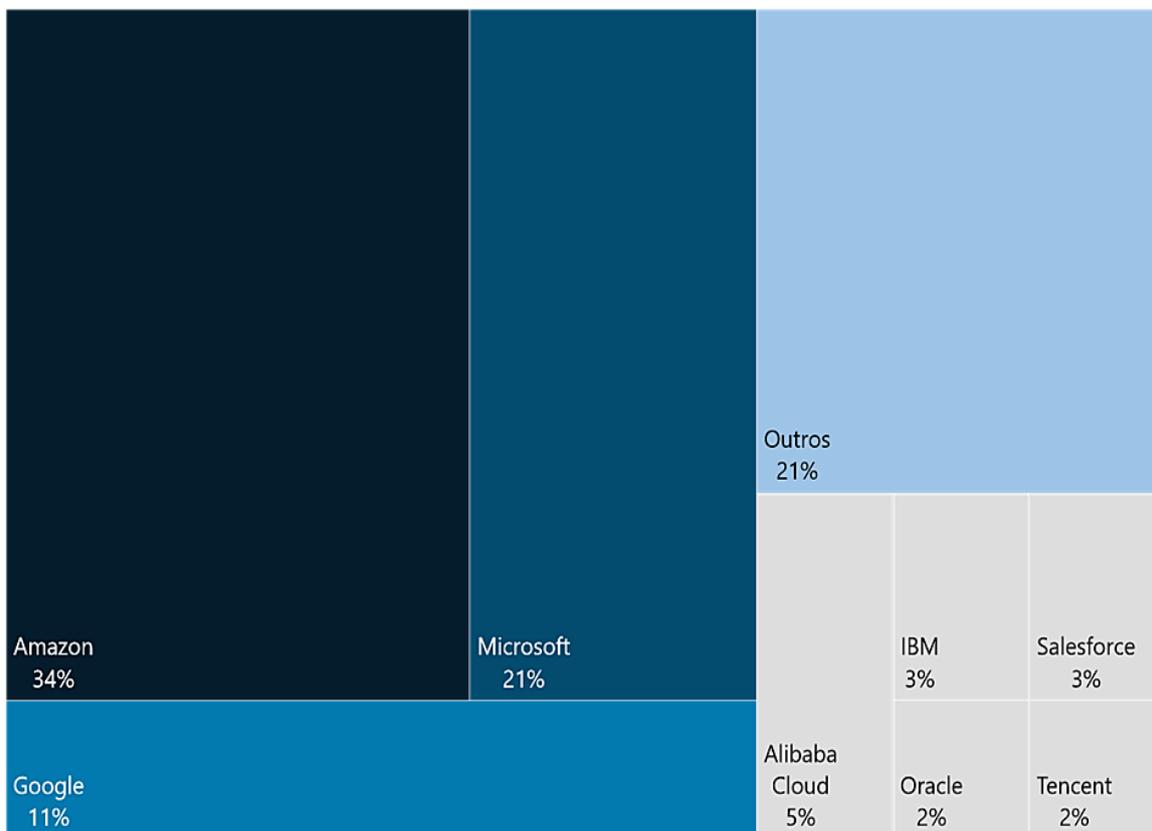
Subjacente ao setor de data centers, está o próspero mercado global de serviços de computação em nuvem. Este mercado pode ser categorizado em três segmentos quanto à concorrência. O primeiro, representa cerca de 71% do valor total deste mercado e é caracterizado por um domínio exercido por quatro corporações, três delas do grupo das Big Tech⁸³. A empresa líder desse segmento é a Amazon Inc., com os serviços de nuvem AWS (Amazon Web Services), seguida pela Microsoft Inc., que fornece o Microsoft Azure e ainda pela Google LLC que oferece o Google Cloud. A empresa chinesa de comércio eletrônico Alibaba (Alibaba Group Holding Limited) expandiu sua atuação para o mercado de serviços de computação em nuvem e oferece o Alibaba Cloud⁸⁴.

O segundo segmento abrange empresas que não se incluem entre as categorizadas como Big Tech. Trata-se de um conjunto de grandes corporações de tecnologia de informação que oferecem serviços de nuvem para seus clientes, como opção de base operacional e/ou complemento de suas ofertas de software e serviços. Neste grupo, incluem-se a IBM Co., que possui uma vasta gama de soluções tecnológicas; a Salesforce Inc., focada em sistemas para gestão de vendas, a Oracle Co., conhecida por seus bancos de dados e a Tencent Holdings Ltd., empresa chinesa de jogos online que expandiu suas operações para serviços de nuvens de dados. Esta distribuição é mostrada no Gráfico 4.

⁸³ O termo "Big Tech" foi cunhado no início dos anos 2000 para descrever o crescente poder e influência de cinco grandes empresas mundiais de tecnologia: Apple, Amazon, Microsoft, Alphabet (Google) e Meta.

⁸⁴ A empresa Meta Platforms Inc., proprietária das redes sociais Facebook, Instagram e do aplicativo de comunicação Whatsapp, apesar de ser considerada uma Big Tech, não comercializa serviços de nuvens de dados. A Meta utiliza data centers somente para suas operações.

Gráfico 4 Mundo. Maiores Empresas Fornecedoras de Serviços de Nuvens Computacionais em Participação de Mercado (2022).



Fonte: Gartner (2022). Elaboração própria.

Não menos importante, o terceiro segmento é composto por um amplo grupo de empresas especializadas e focadas predominantemente no fornecimento de serviços de data centers, sendo comercialmente conhecidas como provedores Concorrentes, por atenderem a múltiplos clientes. Este grupo engloba cerca de 21% do mercado mundial destes serviços (GARTNER,2022).

Embora apresente uma expressiva segmentação, este mercado⁸⁵ é caracterizado por sua elevada concentração e domínio por parte das Big Tech estadunidenses. Estas empresas utilizam majoritariamente data centers hiperescaláveis em suas operações.

⁸⁵ A estimativa de valor do mercado mundial de data centers é de alcançar a cifra de US\$ 600 bilhões até 2030, com uma taxa anual de crescimento projetada de 9,6% durante o período de 2023 a 2030. De acordo com dados da USITC (Comissão de Comércio Internacional dos Estados Unidos), a partir do ano de 2022, estimou-se que cerca de 10.000 data centers comerciais estão em funcionamento no mundo (USITC, 2021).

Este tipo de data center é o maior, mais potente e custoso tipo destes objetos técnicos e predominantemente utilizado pelas Big Tech em suas operações.

A preferência por esse tipo de DC é fundamentada por razões financeiras e tecnológicas. Notadamente, pela obtenção de economias de escala, pela capacidade de oferecer latências reduzidas, escalabilidade técnica e, sobretudo, pela singular capacidade deste tipo de data center de processar massivos volumes de dados.

As grandes empresas de dados dos Estados Unidos e da China possuem o maior número de instalações de data centers hiperescaláveis do planeta e por isso a maior capacidade instalada em megawatt⁸⁶. Essa concentração é evidenciada tanto na capacidade já instalada, quanto em investimentos em projetos para construção de novas instalações.

As corporações Google, Microsoft e Amazon estão atualmente em uma competição acirrada para ampliar sua presença mundial, oferecendo uma maior cobertura geográfica, disponibilidade aprimorada e uma ampla variedade de serviços de baixa latência.

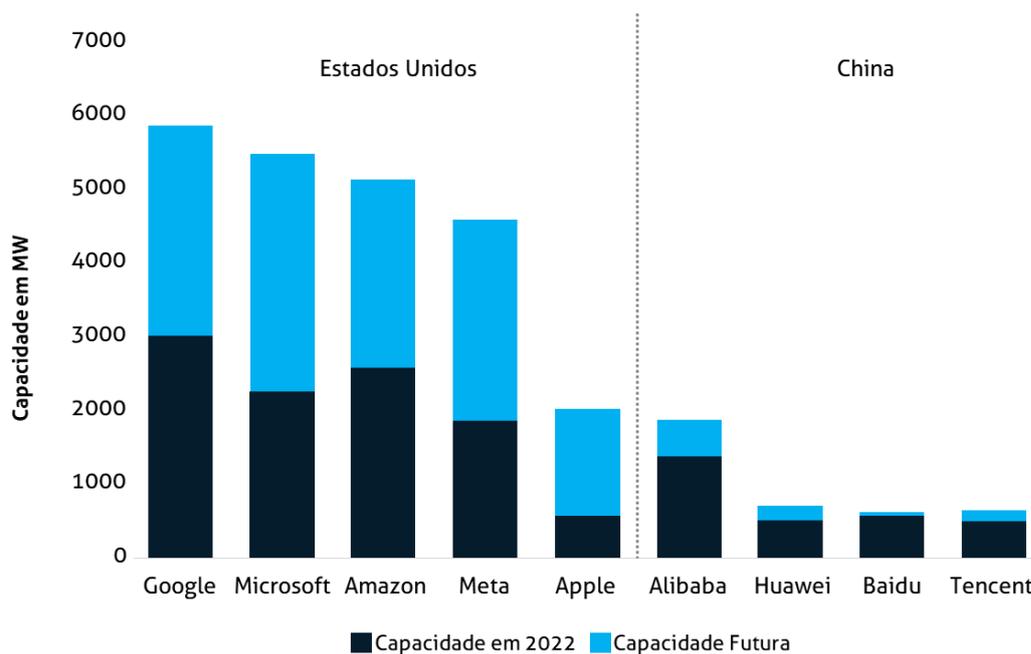
A fim de sustentar seus movimentos de expansão, essas empresas têm investido massivamente na construção de novos data centers e ampliando suas infraestruturas de redes de transmissão de dados, estendendo dessa forma sua presença para novas regiões em inúmeros territórios. O Gráfico 5 mostra as tendências de concentração e ampliação mencionadas.

Os conglomerados chineses líderes no setor estão direcionando investimentos para a construção de DCs hiperescaláveis, visando atender à demanda crescente por serviços de computação em nuvem. Esta demanda é impulsionada pela rápida adoção de tecnologias 5G e IoT no continente asiático.

Tais iniciativas têm catalisado o crescimento das corporações chinesas, que têm investido na implantação destes data centers de alta capacidade. O governo chinês tem oficialmente enfatizado a necessidade de acelerar a construção e instalação de data centers hiperescaláveis no país.

⁸⁶ O megawatt (MW) é a principal e mais precisa métrica para avaliar a capacidade dos data centers, representando a capacidade de geração, consumo e transferência de energia elétrica em grande escala. O consumo de energia de um data center está diretamente relacionado à sua capacidade de processamento e à carga de trabalho que suporta. O número de servidores, por si só, não reflete com precisão a capacidade, pois eles têm eficiências energéticas variadas (JLL RESEARCH,2023).

Gráfico 5 EUA e China. Capacidade Instalada e Prevista em Data Centers Hiperescaláveis em Megawatt (2022 e estimativa até 2028).



Fonte: JLL Research (2023). Elaboração própria.

O documento “Desenvolvimento da Economia Digital na China”, publicado pela Academia Chinesa de Tecnologia da Informação e Comunicação em 2020, informou que o valor agregado da economia digital chinesa atingiu uma participação de 36,2% do seu PIB (RPC,2020).

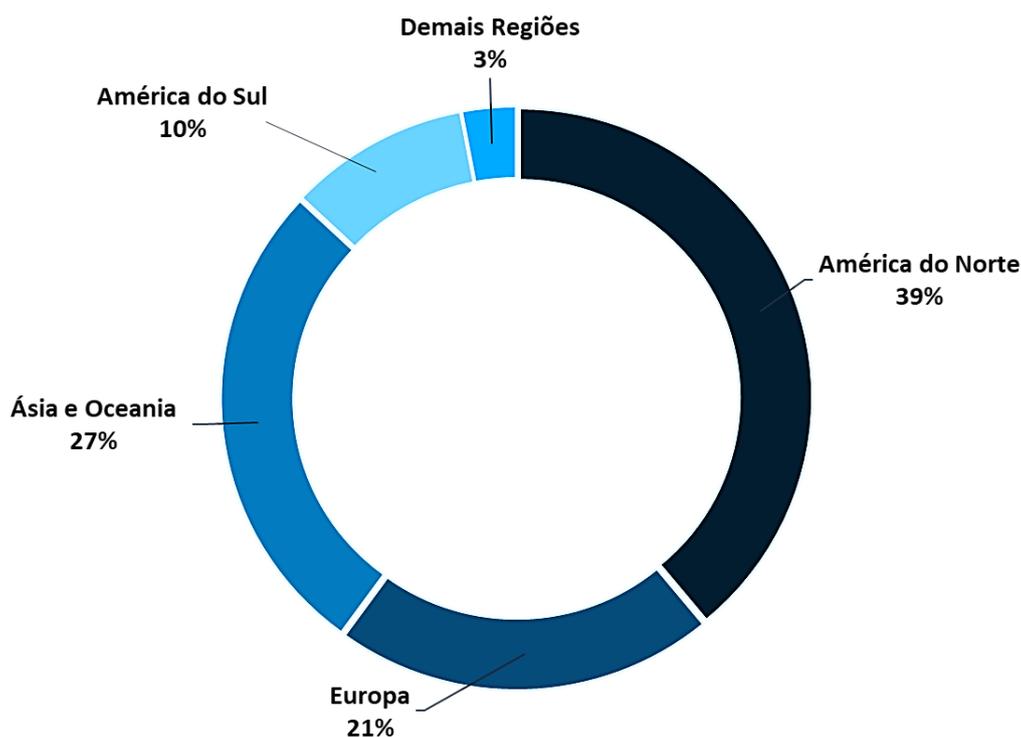
O estudo destacou que os data centers são parte crucial de uma infraestrutura indispensável para a expansão da economia da China, uma vez que o avanço de novas tecnologias fundadas em nuvens computacionais e no padrão 5G, incluindo inteligência artificial e internet empregada no âmbito industrial, dependem dos serviços fornecidos por data centers (HULD,2022).

As recentes regulamentações governamentais referentes ao armazenamento de dados, segurança e soberania digital têm promovido transformações significativas no mercado chinês. A implementação da Lei de Segurança de Dados da China, que se tornou efetiva em 1º de setembro de 2022, tem impulsionado empresas chinesas do setor de tecnologia e financeiro a direcionarem investimentos para o mercado de data centers, com foco na construção de DCs, visando armazenar localmente todos os dados gerados naquele mercado.

Além de grandes corporações chinesas como, Alibaba, Huawei, Baidu e Tencent, dezenas de data centers⁸⁷ de enormes dimensões estão sendo construídos no território chinês pelas empresas China Unicom, GDS e VNET, as quais têm suas ações negociadas em bolsas de valores. O investimento, construção e operacionalização de data centers emerge como estratégia crucial para garantir a conformidade legal.

Sob uma perspectiva geográfica, as empresas da América do Norte detêm quase 40% das receitas do mercado mundial de serviços associados às atividades de data centers, seguidas pela Ásia e Oceania, e Europa (PGIM,2022) O destino geográfico da maior parcela da mais-valia extraída dos serviços de dados são os países do centro do sistema mundo, como mostrado no Gráfico 6.

Gráfico 6 Mundo. Participação por Continente no Mercado de Serviços de Data Centers.



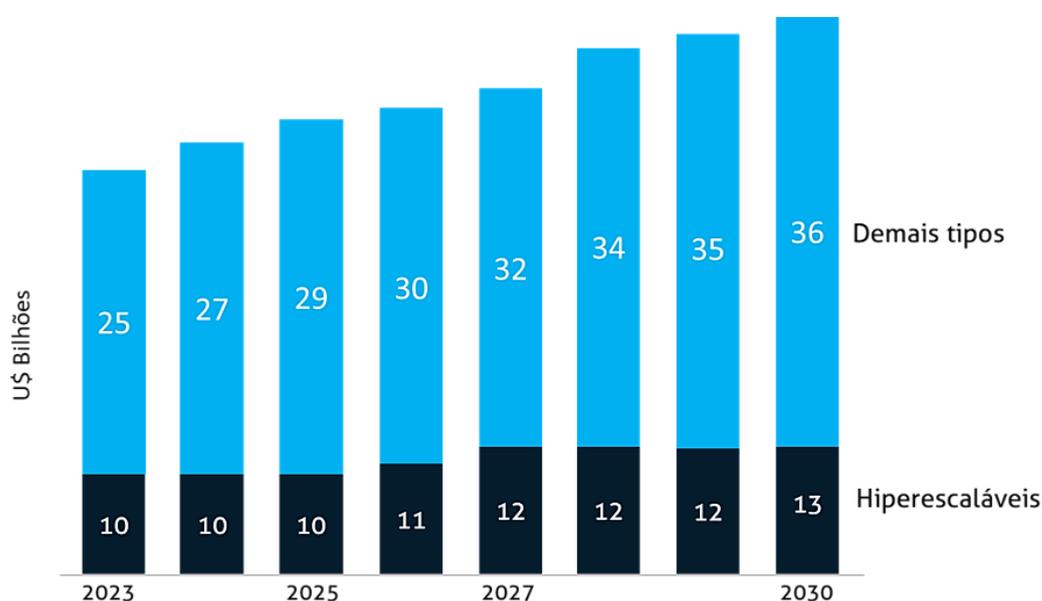
Fonte: Synergy Research Group (2023). Elaboração própria.

⁸⁷ No Capítulo 4 deste trabalho apresentamos uma proposta de tipologia de data centers.

Os modelos destes investimentos⁸⁸ são diversos e incluem a compra total ou parcial (participação acionária) de empresas em conjunto com operações de fusões e aquisições, realização de investimentos em fundos imobiliários específicos lastreados por empresas de data centers e investimentos em empresas e startups da extensa cadeia produtiva destes objetos técnicos. Neste último grupo, ganham destaque aquelas que desenvolvem soluções com ênfase na redução dos altos gastos com energia por meio da utilização de fontes renováveis, do aumento da eficiência técnica de equipamentos críticos, como geradores, e redução da emissão total de carbono.

Um dos indicadores que medem o nível de atividade do mercado de data centers é o índice de construção de novas instalações. O histórico e as projeções ascendentes desse índice indicam uma contínua expansão deste mercado. O Gráfico 7 ilustra os investimentos específicos direcionados aos projetos de construção e implementação de data centers.

Gráfico 7 Mundo. Previsão de Investimentos em Construção de Data Centers em U\$ Bilhões (2023-2030).



Fonte: Bangalore *et al.*(2022). Elaboração própria.

⁸⁸ No mercado financeiro dos Estados Unidos, as empresas de data centers são categorizadas como REITs (Real Estate Investment Trusts) e não como fundos de TICs, que, via de regra, são vinculados ao índice NASDAQ. Essa estratégia visa reduzir a carga tributária, aproveitando taxas mais baixas aplicadas a REITs em comparação ao setor de tecnologia. Na prática, um REIT opera como uma empresa de capital aberto, assumindo todas as despesas operacionais e distribuindo 90% de seus ganhos aos investidores a cada trimestre (GARCÍA-LAMARCA, 2021).

No segmento dos data centers hiperescaláveis, os elevados custos associados à sua construção constituem uma barreira significativa para a entrada de novos competidores. Como resultado, observa-se a concentração predominante de tais empreendimentos entre empresas do grupo das Big Tech (BANGALORE *et al.*, 2022).

Nas empresas Concorrentes predominam projetos de investimento para construção de data centers de menor porte que exigem aportes menos volumosos e são capazes de oferecer diferentes tipos de serviços de dados. Essas características contribuem para que esteja concentrada nessas empresas a maior parte dos investimentos, estimados em cerca de US\$ 49 bilhões, voltados para a construção de novos data centers até o ano de 2030 (BANGALORE *et al.*, 2022).

Outro modelo de investimento frequentemente adotado em colaboração entre as principais empresas Concorrentes e seus clientes, é denominado "projeto fechado." Nessa modalidade, um projeto de data center é concebido, construído, instalado e operado por uma empresa Concorrente de acordo com requisitos específicos de negócios de uma organização cliente.

Em geral, esse modelo se baseia em contratos de longo prazo entre as duas partes, com duração variando de 5 a 15 anos. Em contrapartida, os contratos para serviços não dedicados possuem uma duração mais curta, geralmente de 1 a 3 anos (ANDREWS *et al.*, 2021). As principais vantagens desse tipo de projeto incluem o atendimento às necessidades específicas da empresa cliente, os custos de longo prazo escalonáveis e a conformidade regulatória para atender a requisitos específicos de setores como saúde, finanças e governamentais.

No contexto brasileiro, as mesmas estratégias têm sido empregadas pelo capital financeiro para domínio do mercado de serviços de data centers. O mercado nacional tem valor e tamanho significativos, uma vez que engloba aproximadamente 50% do mercado de serviços de data center na América Latina, que, por sua vez, ocupa a posição de quarto maior mercado global nesse setor (GARTNER,2022; JLL RESEARCH,2023).

Em razão de sua proeminência, nos últimos cinco anos, os investimentos do capital financeiro no mercado de data centers brasileiro têm se realizado majoritariamente em duas frentes: i) construção de novos data centers; e ii) aquisição de empresas brasileiras.

Na atualidade, o território brasileiro abriga operações de data centers de vários tipos e fornecedores: instalações de grande porte de todas as Big Tech, data centers das empresas Concorrentes líderes do mercado mundial e, ainda, DCs de firmas brasileiras. Estas últimas, têm apresentado crescimento contínuo e acelerado, a fim de suprir a demanda do mercado interno.

Neste mercado, destaca-se a empresa brasileira Ascenty Data Centers, com sede e base operacional em Campinas/SP, que possui mais de 30 data centers em operação no Brasil e América Latina. Em virtude deste número significativo de instalações, a Ascenty está posicionada entre as 20 maiores empresas Concorrentes de data centers do mundo em número de instalações. A empresa é a maior corporação desse segmento na América Latina (MUNROE,2021), como mostra a Tabela 1.

Único país periférico nesta lista, o Brasil possui atributos que o tornam atrativo para investimentos do capital financeiro em data centers. Entre os vários aspectos favoráveis destaca-se o fato de o Brasil ser o país mais populoso da América Latina, além de figurar entre as principais economias do mundo. Outro ponto relevante é a natureza geográfica e geológica do país, que apresenta baixo risco de desastres naturais em comparação com outros países latino-americanos.

Com a disseminação da tecnologia de telecomunicação 5G no país, os investimentos em mais espaços de armazenamento de dados tenderão a crescer consideravelmente, pois haverá um aumento no tráfego de dados gerados pela Internet das Coisas (IoT), além da adoção de muitas outras tecnologias intensivas em dados (DEAK,2022). Do ponto de vista regulatório, a instituição da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) constitui um fundamento legal importante que regula as atividades de armazenamento e utilização de dados, proporcionando maior segurança jurídica.

Adicionalmente, o Brasil possui um sólida infraestrutura de conexão de cabos submarinos, interligando-se com outros países da região, América do Norte, Europa e África (DEAK,2022). As redes de cabos submarinos são elementos críticos para a operacionalização de datacenters, uma vez que possibilitam a conexão de data centers abrigados no território brasileiro com datacenters localizados em outros países. Essa interligação é crucial em situações de máxima capacidade de armazenamento de uma instalação ou em caso de contingência.

Tabela 1 Mundo. Maiores Empresas em Número de Data Centers (2023).

	Empresa	País Sede	Número de Data Centers	Número de Localidades
1	Digital Realty	Estados Unidos	291	57
2	Equinix	Estados Unidos	240	65
3	DataBank	Japão	63	32
4	CyrusOne	Estados Unidos	53	24
5	Cogent	Estados Unidos	52	50
6	NTT	Japão	47	28
7	Cyxtera	Estados Unidos	42	23
8	EdgeConneX	Estados Unidos	42	34
9	Flexential	Estados Unidos	39	19
10	Cologix	Estados Unidos	38	11
11	Tier Point	Estados Unidos	38	26
12	Ascenty	Brasil	34	11
13	STT GDC	Singapura	33	12
14	Keppel	Singapura	26	15
15	Evoque	Estados Unidos	25	20
16	OTS	Estados Unidos	23	19
17	Telehouse	Japão	23	14
18	Colocation America	Estados Unidos	22	9
19	CoreSite	Estados Unidos	22	9
20	Iron Mountain	Estados Unidos	18	16

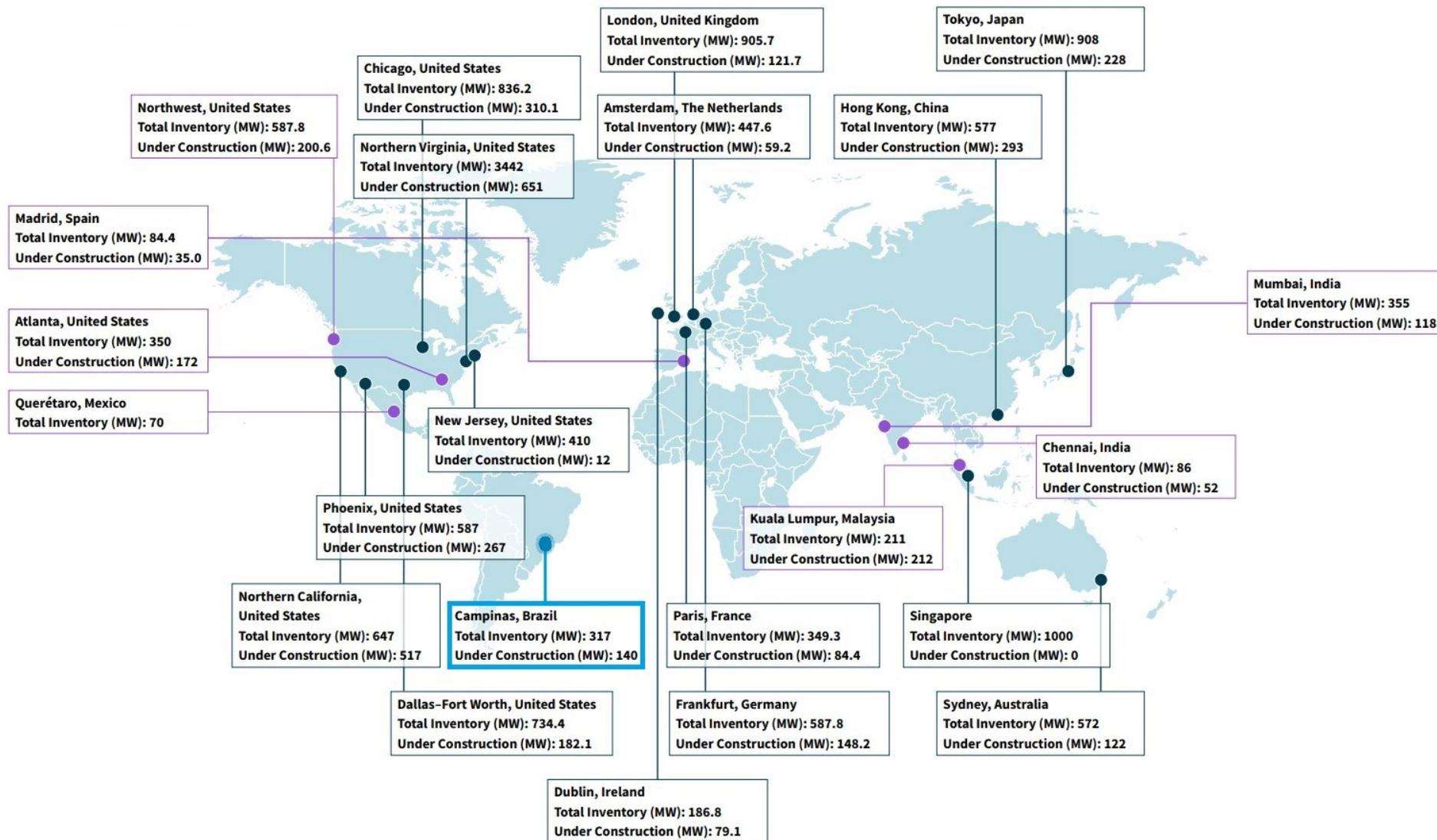
Fonte: ITU(2023a). Elaboração própria.

Não coincidentemente, a cidade de Fortaleza/CE é uma das mais conectadas do mundo por cabos submarinos, em virtude de sua localização geográfica estratégica no continente sul-americano (WOOD,2023). Por essas razões, discordamos da afirmação de Silva (2022) de que o Brasil não está incluído entre os principais países que comportam data centers. As evidências empíricas comprovam uma perspectiva divergente.

Entre os exemplos empíricos, destaca-se a cidade de Campinas, sede da região metropolitana de mesmo nome, no estado de São Paulo, que é um dos lugares priorizados globalmente para o aporte de investimentos que visam implementação de novos data centers de empresas de variadas categorias. Essa cidade apresenta uma capacidade instalada e projetada de data centers que supera a de diversas cidades europeias e norte-americanas, como evidenciado na Figura 14.

Movimentos de fusão e aquisição, *modus operandi* característico do capital financeiro, têm sido comuns no mercado nacional nos últimos anos. Destacam-se o aporte de U\$1,8 bilhão do grupo Digital Realty/EUA na Ascenty em 2018, a aquisição de parte das instalações da Algar Tech pela Scala Data Center em 2021, ambas empresas brasileiras, com valor de R\$1,5 bilhão e a compra da Odata (Pátria Investimentos) pela Aligned Data Centers/EUA por U\$ 1,85 bilhão em 2022.

Figura 14 Mundo. Cidades Priorizadas para Investimentos em Data Centers (2023-2026).



Fonte: JLL Research (2023). Edição própria.

Operando globalmente, as maiores corporações Concorrentes são, em sua maioria, controladas por fundos de investimento de grande porte, que por sua vez, têm participação acionária de fundos ainda maiores, posicionados entre os maiores e mais influentes do mundo, como mostra o Quadro 2.

A análise desse quadro revela o domínio exercido por nações situadas no núcleo do sistema-mundo sobre as principais corporações globais que atuam no setor de data centers. Destacam-se os fundos com origem nos Estados Unidos, Japão e França. Dentre esses, sobressaem-se notadamente os fundos BlackRock/EUA, The Vanguard Group/França e os fundos administrados pelas entidades governamentais do Japão.

A atração do mercado financeiro pelo setor de data centers ocorre sobretudo pelas ótimas perspectivas de retorno financeiro. As taxas de retorno sobre os investimentos têm sido historicamente crescentes e positivas, sendo em média de 11,3% ao ano, para os investimentos realizados nas empresas Concorrentes, que utilizam data centers de porte pequeno e médio, e de 20% para os investimentos em empresas que utilizam data centers de grande porte, como os hiperescaláveis (BEETS, DUCAN; THORPE, 2023).

Um outro fator de atratividade importante do setor é a composição específica dos investimentos em fundos de data centers. Além da instalação física/imobiliária, engloba também os equipamentos elétricos, mecânicos, hidráulicos, além de todo o conjunto de hardware, software e dispositivos digitais essenciais para a operacionalização dos serviços, especialmente de nuvens de dados. Por serem executadas em regime de redundância, as operações demandam a duplicação de muitos destes dispositivos para minimizar possíveis falhas de inúmeros tipos (BANGALORE *et al.*, 2022).

Sob uma perspectiva financeira, por possuírem um componente imobiliário importante na estrutura de seus investimentos, os fundos de data centers são considerados de risco moderado, na medida em que ativos imobilizados são garantia real dos investimentos realizados e possibilitam uma mudança de atividade fim em suas instalações, caso ocorra oscilação negativa e longa dos preços de serviços de dados ou ruptura inesperada de mercados subjacentes.

Em virtude dos ganhos significativos desse setor, resultante da demanda incremental contínua por dados na escala mundo, são exageradamente considerados em algumas análises como investimentos com retornos assegurados ou “à prova de futuro” (NASDAQ,2017).

Quadro 2 Mundo. Fundos Controladores das Maiores Empresas Concorrentes de Data Centers (2021).

Empresa	Fundo Controlador/País
1 Equinix Inc.	. The Vanguard Group Inc./França . SSgA Funds Management Inc./EUA . BlackRock Fund Advisors Inc./EUA
2 Digital Realty Trust Inc	. The Vanguard Group Inc./França . Wafra Inc./ Kuwait . Capital Research & Management Co./EUA
3 NTT Global Data Centers	. Governo Federal do Japão . NTT Group Co. /Japão
4 CyrusOne	. Kohlberg Kravis Roberts & Co. Inc. (KKR)/ EUA . Global Infrastructure Partners LLC (GIP)/ EUA
5 KDDI / Telehouse	. Nomura Asset Management ETF /Japão . Fundo Federal de Pensão do Governo do Japão . Daiwa Asset Management IFREEETF / Japão
6 Digital Bridge	. The Vanguard Group, Inc. /França . Wafra Inc. / Kuwait . BlackRock Fund Advisors Inc./ EUA
7 Flexential	. Global Infrastructure Partners LLC (GIP)/EUA
8 CoreSite (American Tower)	. The Vanguard Group, Inc. /França . BlackRock Fund Advisors / EUA . SSgA Funds Management, Inc./ EUA
9 QTS Data Centers	. Blackstone Inc. /EUA
10 Iron Mountain	. The Vanguard Group, Inc./EUA . Capital Research & Management Co./EUA . BlackRock Fund Advisors Inc. /EUA . SSgA Funds Management, Inc. /EUA

Esta classificação considerou variáveis mensuráveis quantitativas e qualitativas como: participação de mercado, presença em pelo menos dois continentes, capacidade de execução técnica, nível de satisfação de clientes, estabilidade financeira, capacidade de inovação, nível de qualidade dos serviços, capacidade de execução de vendas, número de instalações, capacidade de energia planejada em MW, tamanho total em metros quadrados operacionais e receita proveniente de serviços de nuvem de dados e de alocação mensurada em dólares americanos.

Fonte: MUNROE (2021); GARTNER(2022), NYSE(2023). Elaboração própria.

Para além das diversas modalidades de investimento do mercado financeiro no setor de data centers mencionadas, observa-se a adoção de uma estratégia capitalista característica visando a obtenção de lucro por parte dos agentes da financeirização. Especificamente, nos últimos três anos, um notável volume de operações de fusões e aquisições tem desempenhado um papel significativo nas dinâmicas do capital financeiro relacionadas ao setor de data centers.

Analisados por Milton Santos (2000), os movimentos de fusão e aquisição são comandados pela esfera das finanças. Esse controle, provoca o entrelaçamento e ampliação das atividades dos grupos capitalistas, engendra a formação de monopólios e altera múltiplas dinâmicas socioespaciais, como advertem Harvey (2014), Contel e Wójcik (2019) e Mazzucato (2020).

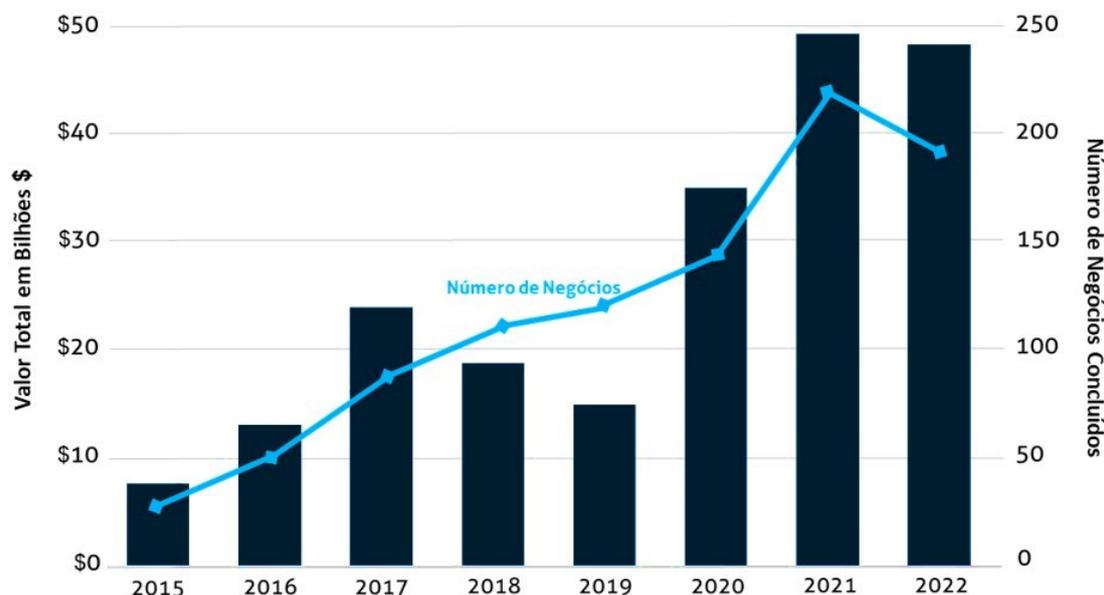
O elevado volume de operações de fusão e aquisição tem se configurado como um mecanismo que potencializa a já existente concentração e centralização de capital observada no mercado de data centers. Este *modus operandi* tem acelerado a entrada de novos conglomerados financeiros no mercado global destes serviços, uma vez que esse processo se revela mais rápido do que estabelecer e desenvolver novas empresas.

Em 2021, foram registradas 209 fusões e aquisições no setor de data centers no mundo, com um valor total agregado superior a US\$ 48 bilhões, evidenciando um aumento de aproximadamente 40% em comparação a 2020, quando os negócios totalizaram US\$ 34 bilhões (SYNERGY RESEARCH GROUP,2023). No primeiro semestre de 2022, foram contabilizados 87 negócios, com um valor agregado de US\$ 24 bilhões (SYNERGY RESEARCH GROUP,2023).

Entre os anos de 2015 e 2018, os compradores de *private equity* representaram 42% do valor total dos negócios⁸⁹. Sua participação aumentou para 65% no período de 2019 a 2021 e alcançou mais de 90% no primeiro semestre do ano de 2022 (SYNERGY RESEARCH GROUP,2023). Detalhamos no Gráfico 8, estas transações.

⁸⁹ *Private equity*, em tradução literal para o português, significa "capital privado". É uma forma de investimento em que um fundo adquire participação acionária em empresas que não possuem capital aberto, ou seja, não estão listadas em bolsas de valores. Em sua essência, esse tipo de investimento oferece menor nível de risco em comparação às transações realizadas no mercado de ações. Em geral, o capital investido tem como principal objetivo impulsionar projetos de crescimento, expansão ou reestruturação, sendo esperado retornos dentro de um prazo de 5 a 10 anos (DEMARIA; SASSO, 2015).

Gráfico 8 Mundo. Transações de Fusão e Aquisição no Mercado de Data Centers (2015-2022).



Fonte: Synergy Research Group (2023). Elaboração própria.

Entre os anos de 2016 e 2022, o valor total acumulado das transações de fusões e aquisições ultrapassou a marca de US\$ 200 bilhões, com quase metade deste montante sendo gerado nos últimos dois anos deste período. Desde 2018, o tamanho médio dos negócios quase triplicou, passando de US\$ 80 milhões para US\$ 235 milhões (SYNERGY RESEARCH GROUP, 2023).

Além do ritmo acelerado dos investimentos e do volume geral de operações de fusões e aquisições envolvendo data centers, uma característica notável, observada nestas transações, foi a expansão significativa de investimentos de capital privado nesse mercado. No ano de 2020, os fundos de *private equity* representaram 55% do valor total das transações concluídas, aumentando para 66% em 2021 e subindo notavelmente para 91% em 2022⁹⁰.

⁹⁰ O acordo de US\$ 15 bilhões entre a KKR Inc. e a Global Infrastructure Partners LLC. (GIP), realizado em 2021, para a aquisição da empresa norte-americana CyrusOne é classificado como a maior transação de fusões e aquisições realizada no setor de data centers (SWINHOE, 2022). A GIP, por meio de uma de suas subsidiárias, é operadora da infraestrutura do Canal de Suez.

III. Métodos Operacionais Empregados pelos Fundos Soberanos

No conjunto das grandes transações mundiais envolvendo fusão e aquisição de empresas de data centers, é notável a influência dos Fundos Soberanos (FS). As pesquisas de Megginson, Malik e Zhou (2023) têm identificado uma tendência crescente dos fundos soberanos em investimentos em infraestrutura de tecnologia, da qual os data centers são parte relevante. Os autores apontam que 42% de todas as transações de negócio envolvendo infraestrutura realizadas por fundos soberanos, antes de 2020, foram direcionadas a países, classificados pelos autores, como desenvolvidos, enquanto o restante foi destinado a economias em desenvolvimento e em transição.

No entanto, durante e após 2020, apenas 28% dos negócios de infraestrutura foram realizados em países do centro do sistema (MEGGINSON, MALIK; ZHOU, 2023). Embora seja de difícil determinação, os resultados obtidos fornecem indicações de que os fundos soberanos podem estar usando investimentos em infraestrutura digital para diversificar e reforçar suas posições, especialmente em países periféricos. Tais dados parecem fazer sentido, em razão das massas de capital investidas por Fundos Soberanos no mercado de data centers em diversas regiões do mundo nos últimos três anos.

No âmbito deste trabalho, realizamos um levantamento com o propósito de analisar o nível de penetração e influência dos fundos soberanos no mercado mundial de data centers. Buscamos compreender mais detalhadamente, se os data centers estariam incluídos no escopo de expansão global dos fundos soberanos, especificamente na verificada tendência de direcionamento de investimentos em infraestruturas de tecnologia. Em particular, identificamos duas estratégias distintas que resultam em movimentos expressivos de Fundos Soberanos associados ao mercado de data centers: i) realização de investimentos em fundos lastreados por data centers ou aquisição de participação acionária em empresas do setor, e ii) estabelecimento de parcerias para construção de data centers em diferentes territórios⁹¹.

Verificamos que, na primeira estratégia, os fundos soberanos têm direcionado volumes substanciais de capital para fundos lastreados por data centers. Esses fundos se expandem por conta da sólida e crescente demanda global por serviços de armazenamento

⁹¹ Os dados compilados e informações sobre Fundos Soberanos para esse levantamento foram obtidos nos relatórios das entidades Global Sovereign Wealth Funds (GSWF) e Sovereign Wealth Fund Institute.

e processamento e dados, particularmente nuvens computacionais. Esses investimentos buscam capturar a valorização contínua desse setor e proporcionar retornos estáveis aos fundos soberanos.

No contexto dessa expansão, destaca-se a iniciativa de investimento conjunta do Fundo Soberano dos Emirados Árabes Unidos, Abu Dhabi Investment Authority (ADIA) e a empresa de Singapura, a SC Capital Partners, concluído em 2022, no valor de US\$ 2 bilhões. O investimento prevê a construção, instalação e operação de, inicialmente, onze data centers na região da Ásia e Oceania, com foco na Coreia do Sul, Austrália, Cingapura e Japão, que serão parte da já existente rede de DCs da SC Capital Partners.

Adicionalmente, duas outras volumosas transações do fundo Mubadala Investment Company, também vinculado ao Fundo Soberano dos Emirados Árabes Unidos, enfocaram o mercado de data centers. Este fundo emirático realizou um investimento de US\$ 500 milhões na empresa norte-americana de data center Cologix em 2019, com propósito de expandir entre 10 e 20 datacenters a rede da Cologix que opera nos Estados Unidos e Canadá.

Em uma outra transação, o fundo Mubadala investiu US\$ 500 milhões na Princeton Digital Group (PDG), uma empresa asiática de data centers com sede em Singapura. Esse aporte teve como coinvestidor o Fundo de Pensão dos Professores de Ontário no Canadá, Ontario Teachers' Pension Plan. Firmada em 2022, esta injeção de capital teve como objetivo consolidar a posição da PDG como operadora líder de data centers na Ásia, por meio da ampliação de sua presença no Japão, Índia, Cingapura, China e Indonésia e acelerar sua expansão para outros mercados.

A Ásia é atualmente uma das regiões de data centers de crescimento mais rápido no mundo, impulsionada por fortes fundamentos de mercado, como uma grande base de usuários de Internet, altos níveis de uso de dados e uma população jovem cada vez mais experiente em tecnologia (GARTNER, 2022).

Os fundos soberanos têm adquirido participações acionárias em empresas de data centers também por meio de veículos de investimento em *private equity*. Este tipo de investimento permite a estes fundos controlarem e influenciarem as decisões de investimentos e estratégias dessas empresas, ao mesmo tempo em que diversificam suas carteiras e aumentam seu poder de negociação e capilaridade em múltiplos territórios, constituindo assim uma rede de empresas (COSTA, 2012).

No segundo tipo de movimento, os fundos soberanos têm estabelecido parcerias estratégicas com empresas especializadas na construção, implementação e operação de data centers. Tais parcerias visam aproveitar o conhecimento e a experiência destas empresas para expandir a infraestrutura de data centers em mercados-chave na escala mundo.

Esta abordagem viabiliza o aumento dos ganhos e a diversificação dos portfólios dos fundos soberanos, enquanto beneficiam-se do conhecimento técnico das empresas especialistas. Ademais, em casos específicos, permite desenvolverem e formatarem uma rede de data centers em seus territórios de origem ou em região geográfica importante aos interesses dos países proprietários dos fundos.

Entre os exemplos dessa estratégia está o aporte do Fundo Soberano do Governo da Índia, National Investment and Infrastructure Fund (NIIF), no valor de U\$ 2 bilhões em parceira com a empresa de data centers Digital Edge de Singapura, fechado em janeiro de 2023. A construção e instalação serão financiadas pelo fundo indiano e a operação será realizada pela Digital Edge.

Outra parceria semelhante foi realizada pelo Fundo Soberano do Governo de Singapura, Government of Singapore Investment Corporation (GIC) que, em 2021, fechou um investimento de US 3,9 bilhões com a empresa estadunidense Equinix Data Centers Inc. para construir e operar 32 novos centros de dados em três anos.

A expansão da rede da Equinix começará pela construção de dois novos data centers em Madri, na Espanha. O investimento tem como objetivo atender, entre outros clientes corporativos, os maiores provedores de serviços em nuvem do mundo, como: Amazon Web Services (AWS), Google Cloud, IBM Cloud, Microsoft Azure, Alibaba Cloud, IBM Cloud e Oracle Cloud⁹².

Nesta mesma linha estratégica e com foco na construção de uma rede de data centers no Oriente Médio, o acordo de parceria entre o Fundo Soberano da Arábia Saudita, Public Investment Fund (PIF) e a empresa estadunidense especialista em data centers Digital Bridge, firmado em maio de 2023, prioriza inicialmente investimentos

⁹² A distribuição geográfica planejada dos novos data centers será, i) Europa: Dublin (3), Frankfurt (5), Helsinque (1), Londres (2), Madri (2), Milão (1), Paris (4) e Varsóvia (1); ii) Região da Ásia-Pacífico: Osaka (3) e Tóquio (3); iii) Américas: Cidade do México (1), São Paulo (2), Campinas (1). Três outras localidades de instalação ainda serão definidas.

para construção e instalação de doze data centers na Arábia Saudita e região do Conselho de Cooperação dos Estados Árabes do Golfo (CCG)⁹³. O acordo prevê também a instalação de redes de torres de comunicação 5G e cabeamento de redes de fibra óptica.

Três outras transações realizadas no mercado de data centers nos últimos anos merecem destaque, ainda que não sejam de fundos soberanos. O aporte de US\$ 500 milhões do Fundo de Aposentadoria dos Funcionários Públicos da Califórnia (CalPERS), na empresa de data centers norte-americana Digital Bridge em 2022, e os investimentos do Fundo de Pensão dos Professores dos Estados Unidos (TIAA). Também em 2022, o TIAA investiu capital na Vantage Data Centers para construção de 26 novos centros de dados e na expansão da rede de data centers da DataBank, ambas empresas estadunidenses, cujo aporte nesta última, foi feito em conjunto com a estatal francesa de energia elétrica Electricité de France (EDF).

Os nexos que unem financeirização e capitalismo contemporâneos os tornam indissociáveis, sendo evidenciados e materializados pela centralização sincronizada e combinada de capitais, como observa Chesnais (2016), que se fazem amplamente presentes nos data centers.

Estes objetos técnicos têm sido indispensáveis no processo de digitalização das finanças que tem promovido o aumento da aceleração, especulação, valorização e concentração de capitais em escala planetária. Os dois vínculos que associam mercado financeiro e data centers, apontados neste trabalho, reforçam e perpetuam o modo desigual da produção capitalista.

Como centros vitais de operação tecnológica do setor financeiro, os data centers se tornaram uma força propulsora e indutiva da dominância financeira na economia, constituindo-se em desdobramentos tangíveis da financeirização.

Nossa pesquisa aponta que os data centers, têm tido papel central em três aspectos relacionados ao processo de financeirização em curso: I) na aceleração dos fluxos de capitais financeiros do motor único (SANTOS, 2000) e aumento do volume de transações efetuadas, II) no aumento da complexidade de uma normatização efetiva sobre

⁹³ Criado em 1981, o Conselho de Cooperação dos Estados Árabes do Golfo (CCG) é uma organização de integração econômica que congrega seis estados do Golfo Pérsico: Omã, Emirados Árabes Unidos, Arábia Saudita, Qatar, Bahrein e Kuwait. Porém, nem todos os países do Golfo Pérsico são membros do CCG, tais como Iraque e Irã.

dados para regular relações sociais de poder entre distintos agentes sociais e os Estados, e, III) na desigual distribuição espacial das condições de acumulação de mercados financeiros na escala mundo, derivadas ou não de atividades vinculadas ao armazenamento, processamento e análise de dados, interna e externamente aos territórios.

As tecnologias e atividades realizadas em data centers, associadas com as redes telemáticas, têm fortalecido o processo de financeirização da esfera econômica. Adicionalmente, conforme os três aspectos mencionados, estes objetos técnicos também têm sido preponderantes para a operacionalização da captura da riqueza financeira e, sobretudo, instrumentos eficazes e funcionais às ações especulativas do capital que têm resultado no crescimento dos seus extraordinários lucros e gerado como efeito colateral a concentração de novos investimentos em lugares específicos, o que resulta na desigual distribuição geográfica das condições de acumulação e diferenciação espacial (SMITH, 1988; MASSEY, 2002).

Tecnicamente, os data centers são objetos técnicos que qualificam eficazmente o atual período, podendo ser compreendidos, na mesma perspectiva proposta por Bruno Latour, como “núcleos lucrativos e de cálculo do capitalismo contemporâneo” (2019, p. 165).

Configurados em sistemas e com estruturas em rede, estes centros de dados são operacionais aos sistemas de ações vigente. Estrategicamente implantados no espaço geográfico com seus fluxos, transformam as dinâmicas e alteram a fluidez territorial, que se torna subordinada aos propósitos dos conglomerados do sistema financeiro que regem a globalização da economia na atual fase do capitalismo. Nos circuitos digitais que funcionam nas entranhas dos data centers parece correr o espírito animal capitalista apontado por Keynes ([1936]/2012).

Na próxima parte, analisamos as estratégias e movimentos dos agentes hegemônicos da globalização sobre o mercado mundial de cabos submarinos.

3.3 Concentração e Centralização de Capital nas Redes de Data Centers

As redes telemáticas são imprescindíveis para a operação dos data centers. Destacadamente, as múltiplas redes que interligam os data centers de cada Big Tech, em razão de operarem de modo interconectado, configuram uma infraestrutura complexa, vasta e altamente distribuída, projetada especificamente para fornecer serviços de computação em nuvem de alto desempenho em escala mundial. A implantação e manutenção destas redes demandam altos investimentos.

Essas redes entrelaçam a maioria dos cerca de 730 data centers hiperescaláveis registrados em atividade até 2022, presentes em mais de cem países e abrangendo um número crescente de regiões geográficas estrategicamente selecionadas. O objetivo dessa ampla distribuição é reduzir a latência dos serviços digitais fornecidos, por meio da redução da proximidade física com os usuários, como aponta pesquisa do Synergy Research Group (2023).

Conforme Taylor (2023), no ano de 2022, cerca de metade do número total de data centers hiperescaláveis em operação globalmente estava concentrada no continente norte-americano, enquanto aproximadamente 300 data centers desse tipo encontravam-se em fase de construção em diversas regiões do mundo. De acordo com o mesmo autor, desde o ano de 2015, o número total de data centers deste tipo mais que duplicou.

No continente asiático, a China abriga alguns dos maiores data centers hiperescaláveis do planeta pelo critério de área ocupada. Um exemplo é o Inner Mongolia Information Hub, operado pela China Telecom, com cerca de 950 mil metros quadrados de área. A maioria significativa dos data centers localizados na China é caracterizada pela integração das redes que promovem sua interconexão, além de estarem atravessando uma fase de construção e expansão de novas instalações (ARITZON, 2022).

O cerne do negócio de nuvem de dados é, em realidade, a armazenagem de dados, em conjunto com a acessibilidade de dados, assinala Bakis (2013). Imprescindíveis, as redes são componentes críticos para obtenção da economia de escala que confere vantagem competitiva para as Big Tech nos serviços de nuvens. Em razão da elevada eficiência na transmissão de dados em longas distâncias, as Big Tech empregam cabos

submarinos compostos por fibras ópticas para interligar diversos pontos de suas redes distribuídos pelo planeta.

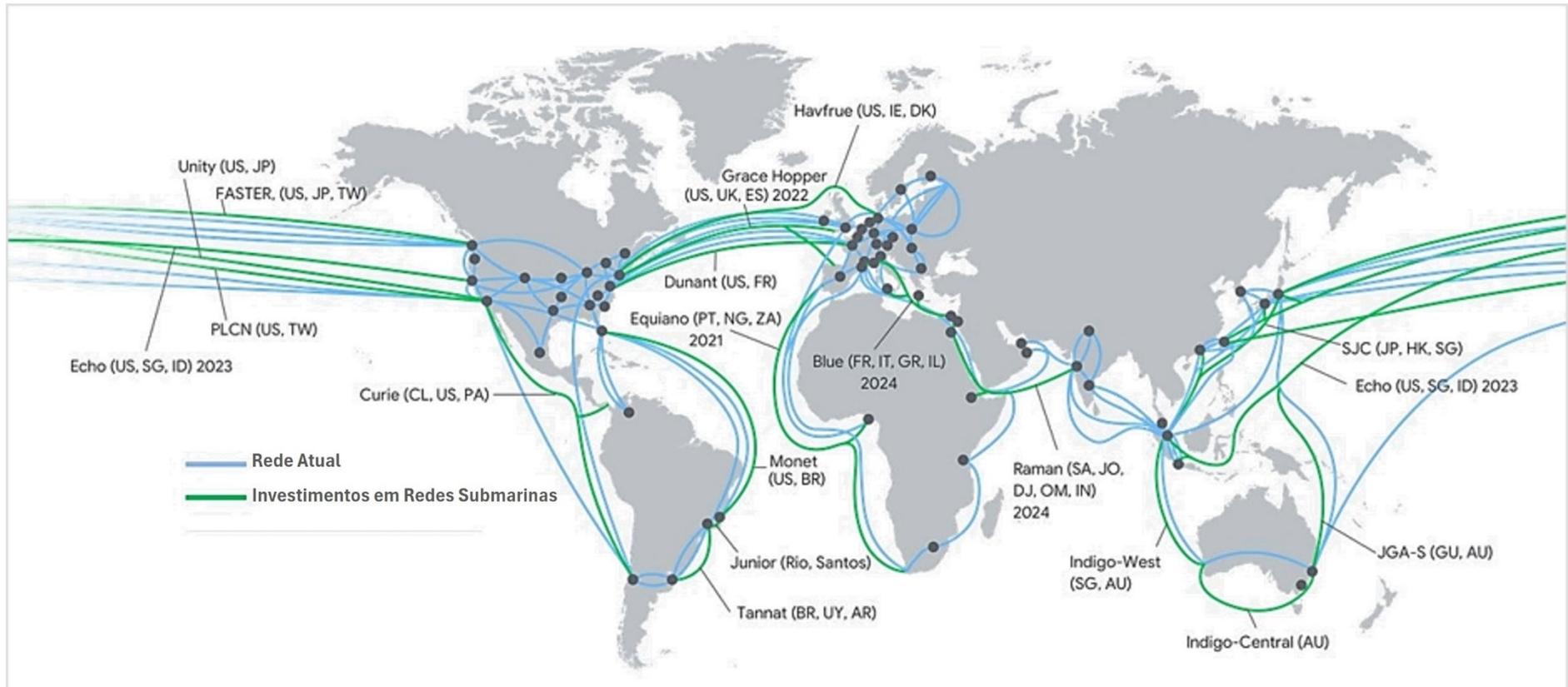
Por meio de investimentos e utilização de cabos submarinos próprios, estas corporações conseguem criar conectividade direta e exclusiva entre data centers localizados em diversas regiões do mundo, minimizando a dependência de intermediários ou provedores terceirizados.

Esta estratégia resulta em transmissões mais rápidas e num controle aprimorado sobre a qualidade da conexão. Ademais, os cabos submarinos conferem maior segurança e apresentam menor vulnerabilidade a interferências externas, tais como condições climáticas adversas ou ataques cibernéticos. Como exemplo destas redes, mostramos na Figura 15, a topologia da rede de cabos submarinos que conecta os DCs da Google LLC.

Assim como as Big Tech, as maiores empresas Concorrentes também operam em escala mundial por meio de redes telemáticas terrestres e subaquáticas que interconectam seus data centers em múltiplos lugares e países. Por conta dos custos elevados, as redes de cabos submarinos são compartilhadas com outras organizações e, portanto, sem uso exclusivo de cada empresa do grupo das Concorrentes.

Também de maneira análoga às Big Tech, as empresas do grupo das Concorrentes que ocupam posição de liderança no mercado mundial em seu segmento, possibilitam que seus clientes acessem ubiquamente, por meio de suas múltiplas redes, os serviços de nuvens computacionais em inúmeras regiões do planeta. No casos em que as Big Tech terceirizam os serviços das Concorrentes, frequentemente é necessário habilitar a conexão entre redes telemáticas terrestres e submarinas.

Figura 15 Mundo. Topologia da Rede de Cabos Submarinos para Interconexão de Data Centers da Empresa Google LLC (2023).



Fonte: Google LLC (2023). Edição própria.

Do ponto de vista técnico, essa ação de terceirização de serviços é efetivada através da conexão da rede do fornecedor Concorrente, com a rede de uma empresa Big Tech, sem prejuízo operacional para o cliente final. No âmbito mercadológico, estabelece-se como métrica padrão o tempo médio de 0,1 segundo para a transferência de 1 gigabyte de dados nas infraestruturas de rede das Big Tech, enquanto a taxa de latência oscila de acordo com a região geográfica e lugar, variando entre 100 e 300 milissegundos, é possível a contratação de serviços com tempos menores de latência (GOOGLE LLC,2023)⁹⁴.

Tais parâmetros técnicos são definidos contratualmente por meio de acordos de níveis de serviço, que definem os tempos e custos de cada serviço contratado. Assim, os diferentes serviços de nuvem podem ter diferentes níveis de desempenho estabelecidos para diferentes tipos de tarefas e cargas de trabalho.

Usualmente, a definição do serviço mais adequado ao perfil da empresa cliente é determinada por análises, do tipo custo-benefício, que consideram a relação de proporcionalidade direta entre tempo de latência e custo de serviço. Por essa razão, torna-se fundamental, em inúmeros casos, a redução da proximidade física entre o data center e os clientes, o que é obtido nos casos mais extremos por meio da implantação de data centers do tipo Edge, que são menores e operam mais próximos aos clientes⁹⁵.

A Figura 16 detalha a rede que interliga os 240 data centers da empresa Equinix Inc., localizados em 26 países e seis continentes. A empresa, que é Concorrente, tem sede operacional nos Estados Unidos e é controlada por capital francês. A rede da Equinix é conectada às redes da Amazon e do Google, para provisão de serviços de nuvens de dados em diferentes lugares do mundo.

A interconexão entre as duas redes amplia acentuadamente a abrangência geográfica e a capilaridade da oferta de serviços, além de viabilizar operações de transferência de cargas de dados entre as redes em razão da alta demanda. Um exemplo rotineiro desta transferência acontece quando um data center de uma Big Tech está

⁹⁴ A maioria das Big Tech fornece como ferramenta, um Painel de Controle (Dashboard) que permite mensurar a latência média das conexões entre seus data centers localizados em diferentes regiões do mundo com aplicação de cargas de dados, sobretudo para serviços de nuvem. Assim, é possível para uma empresa cliente simular a latência média de transmissão de dados considerando seus sistemas e tipo de negócio específicos.

⁹⁵ Elaboramos uma tipologia de data centers que é apresentada no quarto capítulo deste trabalho.

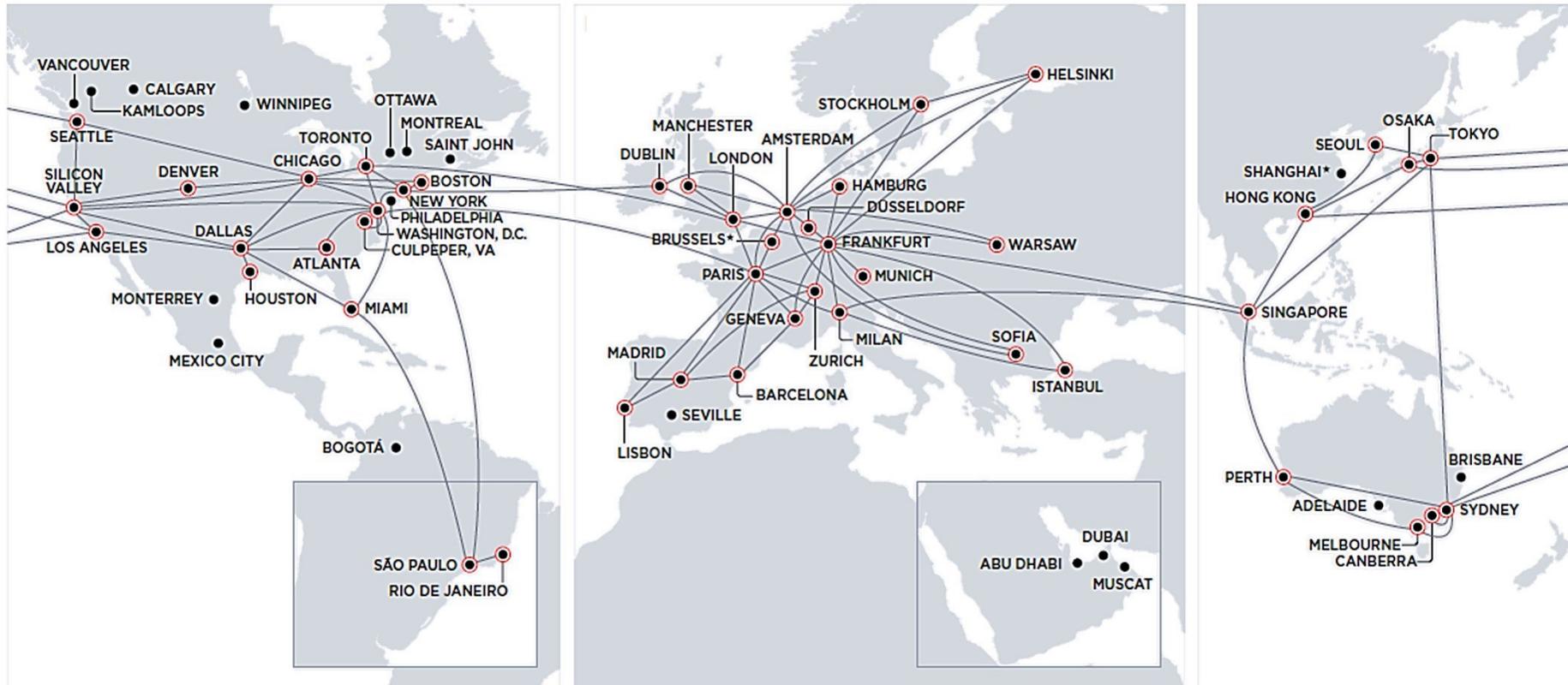
próximo de atingir sua capacidade operacional máxima e transfere volumes de dados para um datacenter de um provedor Concorrente contratado, evitando gargalos ou falhas no atendimento aos seus clientes.

Este procedimento é denominado de realocação ou migração de dados e pode ser realizado entre data centers localizados no mesmo país, entre países do mesmo continente ou localizados em continentes diferentes, por meio de cabos submarinos. Estas operações conjuntas em rede fazem ampliar a abrangência e a segurança operacional das Big Tech⁹⁶.

Para as empresas Concorrentes, a vantagem reside em poderem atender mais de uma Big Tech, assim como as Big Tech podem escolher mais de uma empresa Concorrentes para provisão dos serviços que necessita. As possibilidades advindas destas relações de correspondência múltipla, são exponenciais, o que faz aumentar ainda mais o poder, penetração e lucros desta estrutura que tem nas redes de cabos submarinos seu principal pilar de conexão. Essa dinâmica amplia o potencial de retorno sobre os investimentos financeiros nas empresas Concorrentes.

⁹⁶ Do ponto de vista técnico, uma operação de realocação de dados implica na interconexão de redes pertencentes a diferentes organizações e é denominada de *Cross Connect* ou *Virtual Cross Connect* (VCX). Essa operação envolve a criação de uma conexão direta e segura entre as redes envolvidas, para transferir dados e compartilhar recursos. O *Cross Connect* é estabelecido fisicamente, por meio da interligação direta de cabos ou fibras ópticas, enquanto o VCX é configurado virtualmente, empregando protocolos e *softwares* de rede para estabelecer uma conexão lógica segura.

Figura 16 Mundo. Redes Terrestres e Submarinas da Empresa Equinix Inc. (2023).



Fonte: Equinix Inc.(2023). Edição própria.

A prolífica e ubíqua produção e demanda de dados da sociedade contemporânea, além das alianças com as Concorrentes, fez a maioria das Big Tech direcionarem suas ações para o setor de cabos submarinos e impulsionarem a implantação de novas redes subaquáticas por todo o planeta⁹⁷.

Usualmente, até a primeira década dos anos 2000, as grandes empresas de tecnologia eram clientes de serviços de transmissão de dados via cabos submarinos (STAROSIELSKI,2015). No entanto, suas enormes demandas levaram estas corporações a investirem, construírem e dominarem estas infraestruturas. Na atualidade, a maioria absoluta dos 530 cabos submarinos que se estendem por mais de 1,5 milhão de quilômetros pelo fundo dos oceanos do planeta pertencem às Big Tech (ITU,2023a).

Durante décadas, os cabos transoceânicos foram instalados por consórcios de operadoras de telecomunicações. À medida que a computação em nuvem e os data centers se espalharam pelo mundo, Google, Amazon, Facebook e Microsoft começaram a se juntar a consórcios de cabos submarinos. As primeiras iniciativas nesse sentido foram iniciadas em 2010. No entanto, as empresas de tecnologia enfrentavam obstáculos relacionados à capacidade instalada reduzida e à execução lenta de projetos por parte das empresas tradicionais deste setor.

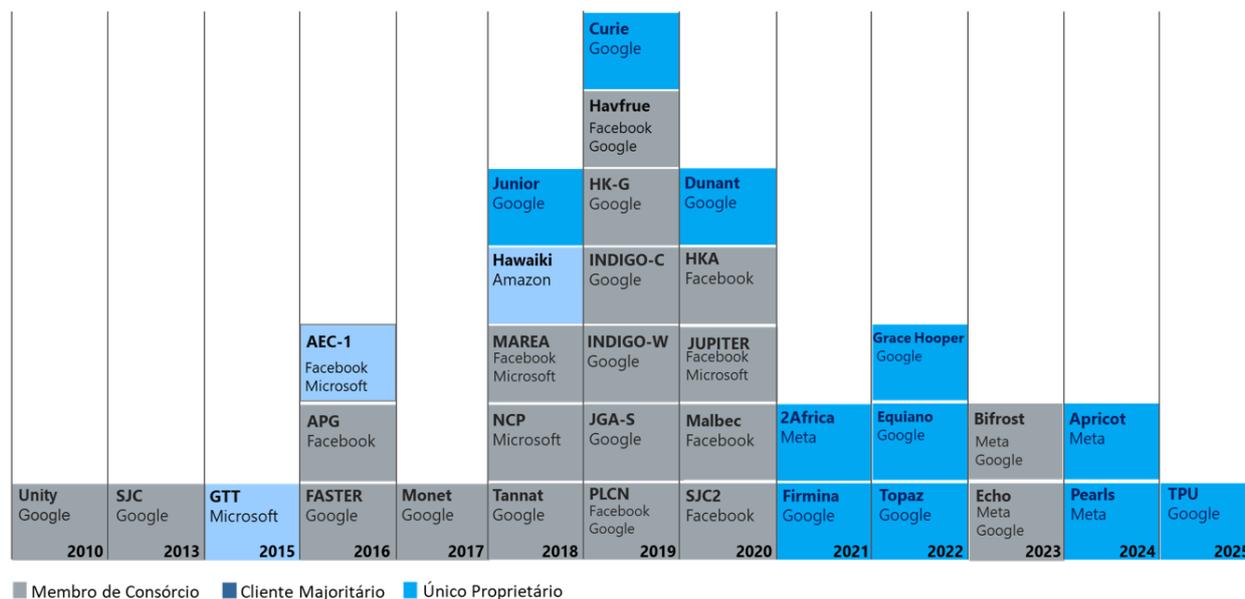
Assim, a partir de 2015, as quatro maiores empresas de tecnologia iniciaram investimentos massivos e implementações de cabos submarinos próprios para a interconexão de seus data centers. Em um período inferior a 10 anos, elas assumiram o controle e capturaram um setor bilionário que anteriormente era dominado por grandes operadoras internacionais de telecomunicações⁹⁸. Em 2021, as corporações Google, Amazon, Facebook e Microsoft detinham 70% do mercado mundial de cabos transoceânicos (WINROW, 2021).

Mostramos no Diagrama 13, o domínio destas empresas no setor de cabos submarinos, por meio do cabos implantados cronologicamente e os projetos futuros.

⁹⁷ Exceção entre as Big Tech, a Apple Inc. não possui cabos submarinos próprios e opta por contar com operadoras especializadas para interconectar seus data centers através destes cabos (ITU,2022).

⁹⁸ O mercado mundial de sistemas de cabos submarinos alcançou um valor aproximado de US\$ 15,6 bilhões em 2022, com projeção de crescimento para atingir cerca de US\$ 41 bilhões até o ano de 2027 (PRECEDENCE RESEARCH,2023).

Diagrama 13 Mundo. Projetos de Implantação de Cabos Submarinos das Empresas Big Tech (2010-2022 e estimativa 2023-2025).



Fontes: ITU (2022); TeleGeography(2022). Elaboração própria.

Da mesma forma, desde o ano de 2015, os maiores projetos de implantação de cabos submarinos estão sob domínio destas empresas para conexão de seus data centers em múltiplos lugares em todos os continentes. Entre estes, destacam-se: I) o cabo 2Africa, com 45.000 km de extensão, propriedade da Meta Platforms Inc., que conecta 33 países em 3 continentes; África, Europa e Ásia, e II) o Firmina da Google LLC, lançado em 2021, que conecta a costa leste dos Estados Unidos a Las Toninas, Argentina, com ponto de atracamento em Praia Grande, Brasil, sendo este cabo o 19º subaquático da empresa (ITU, 2022; PINAUD, 2023).

Os cabos submarinos de fibra óptica desempenham um papel fundamental como infraestrutura de comunicação global, constituindo a espinha dorsal da rede global de telecomunicações contemporânea. A mudança de propriedade desses cabos reflete de maneira inequívoca o vertiginoso crescimento dos data centers com foco em serviços de computação em nuvem.

Como consequência do controle da infraestrutura de redes de cabos submarinos, as Big Tech obtiveram controle de 30% do tráfego mundial de dados de internet. Essa hegemonia temerária tende a aumentar, já que a implementação da tecnologia 5G está

intensificando a necessidade de novos cabos, à medida que um número crescente de dispositivos conectados à Internet das Coisas (IoT) é integrado às redes (HECHT, 2021).

Parte da ação de incursão de Google, Amazon, Facebook e Microsoft no setor de cabos submarinos incluiu a formação de equipes técnicas internas compostas por especialistas em projetos de implantação, tecnologias e gestão das extensas infraestruturas de cabos distribuídas mundialmente. Estas equipes são responsáveis por todo o ciclo de vida dos projetos, desde o plano de ação inicial e a identificação de rotas viáveis até a aquisição dos cabos e equipamentos necessários, instalação no leito marinho e execução dos testes de conectividade. Elas também realizam a manutenção e monitoramento contínuos dos cabos após a implantação (PINAUD, 2023).

Em seus esforços para conectar seus data centers Hiperescaláveis e nuvens de dados em rede, estas empresas mudaram as estruturas tradicionais de investimento e propriedade de cabos submarinos ultrapassando os provedores de *backbone* da Internet para se tornarem os principais proprietários da capacidade de cabo submarino do planeta (KAVANAGH, 2023)⁹⁹.

A entrada das maiores empresas de tecnologia no setor de cabos submarinos permitiu-lhes alcançar independência dos fornecedores tradicionais de serviços desse mercado, operar com custos de comunicação mais reduzidos e obter maior autonomia no gerenciamento de suas redes de comunicação (GALLAGHER, 2022).

A análise deste contexto revela uma estratégia aguda e planejada destas corporações de intensificar o domínio sobre o mercado de serviços de data centers. Por meio do processo de expansão direcionado à captura dos sistemas de cabos submarinos, infraestrutura crucial que interliga data centers em escala global, torna-se evidente o aumento expressivo e centralizado do poder digital de armazenamento e comunicação de dados obtido pela Google, Amazon, Facebook e Microsoft.

Em conjunto, verifica-se que a competição pelo mercado mundial de data centers se estabelece e se fundamenta a partir das redes telemáticas, sobretudo subaquáticas,

⁹⁹ A maioria das normas do direito internacional que regula a instalação de cabos submarinos tem origem na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, que ficou conhecida como Convenção de Montego Bay, realizada em 10 de dezembro de 1982, na cidade de mesmo nome na Jamaica. A Convenção de Montego Bay estabelece uma divisão legal do mar em vários espaços marítimos, o regime jurídico internacional pertinente diferencia e regula cada um desses espaços (GUILFOYLE, PAIGE; MCLAUGHLIN, 2022; STERLING, 2022).

que interconectam estes objetos técnicos. Dessa forma, a propalada vantagem competitiva perseguida incessantemente nos infinitos mercados, se realiza pela melhor gestão das redes dos principais agentes do mercado de cabos transoceânicos, o que as faz serem ainda mais imprescindíveis.

Por sua vez, o outro segmento que integra o mercado de serviços de data centers, composto por empresas Concorrentes, diante da insaciável necessidade mundial por dados, também buscou nas redes de cabos submarinos a solução para conectividade de seus data centers. No entanto, esse segmento opera com um modelo distinto do adotado pelas maiores corporações de tecnologia.

A maior parte das firmas Concorrentes utiliza o modelo de consórcio para viabilizar suas operações de comunicação por cabos transoceânicos, sobretudo em virtude dos altos custos dos projetos de implantação. O valor total pode variar entre US\$ 2,0 a 8,8 milhões por quilômetro de cabo instalado (GALLAGHER.2022; KAVANAGH, 2023). Estes números indicam que um projeto para implantação de um cabo de extensão média pode atingir centenas de milhões de dólares.

Os altos valores destas iniciativas criam uma barreira de entrada para novos competidores pelo alto custo e tempo, já que a duração destes projetos varia entre 3 e 4 anos. As licitações recentes de cabos transoceânicos atingiram entre US\$ 300 e US\$ 350 milhões para a rota transatlântica e de US\$ 350 e US\$ 400 milhões para a rota transpacífico (PINAUD,2023).

Embora os cabos de comunicação e as estações de atracamento sejam custosos, uma parte significativa dos custos dos projetos, cerca de 25%, corresponde à instalação marítima que é desembolsada pelo consórcio de investidores que compartilham os custos e os riscos de cada projeto (GALLAGHER.2022). A execução de projetos desta natureza é realizada somente por algumas empresas especialistas que atuam em escala mundial.

Operando por meio do modelo de consórcio, as empresas Concorrentes conseguem otimizar a capitalização de seus projetos de interconexão. De igual modo, também são convocadas a participar de iniciativas consorciadas. Caberia perguntar quais empresas participam destes consórcios juntamente com as Concorrentes?

Com objetivo de compreender quais são essas empresas de implantação de cabos submarinos e suas estruturas societárias, realizamos um levantamento que buscou identificar, entre as dez principais empresas do mundo nesse setor, os seus principais acionistas ou controladores.

Fundamentados em dados provenientes da ITU (International Telecommunication Union), identificamos as empresas mais proeminentes no setor de cabos transoceânicos, e a partir destas informações, realizamos pesquisas para determinar o controle acionário destas corporações¹⁰⁰. As informações financeiras foram obtidas e compiladas por meio de pesquisas efetuadas nos websites das bolsas de valores de Nova Iorque e das principais bolsas europeias¹⁰¹.

Os resultados alcançados nos permitem constatar que as principais empresas do mundo que fornecem serviços de implantação de cabos subaquáticos são majoritariamente controladas pelos maiores grupos mundiais de capital financeiro e especulativo, como fundos de investimentos, fundos específicos e com lastro em infraestrutura de múltiplos tipos, e fundos soberanos. No Quadro 3, detalhamos os grupos financeiros que controlam as principais empresas de cabos subaquáticos do mundo¹⁰².

¹⁰⁰ A ITU (International Telecommunication Union) é uma agência intergovernamental das Nações Unidas, estabelecida em 1865, encarregada de abordar questões relacionadas às tecnologias de informação e comunicação. A ITU desempenha um papel proeminente como uma instituição de referência em âmbito global nestes assuntos (ITU,2023a).

¹⁰¹ As informações pesquisadas nas bolsas europeias foram obtidas por meio de consultas ao website do índice oficial STOXX600 que concentra 90% das maiores empresas listadas em bolsas do continente europeu.

¹⁰² O relatório elaborado considerou os seguintes critérios para a classificação efetuada: o número de projetos executados e a extensão total dos cabos implementados. Dado o equilíbrio entre as empresas do setor em relação a essas métricas, a lista resultante não segue uma ordem hierárquica ou de classificação baseada em tamanho (TBRC,2023).

Quadro 3 Mundo. Grupos Controladores das Maiores Empresas de Implantação de Cabos Submarinos (2023).

Empresa	Grupo Controlador/País
Aqua Commns	. Digital9 Infrastructure Inc. / Inglaterra . Triple Point Investment Management Inc. / Inglaterra . Schroders PLC / Inglaterra . Rathbones Investment Management Ltd. /Inglaterra
TE Connectivity (SubCom)	. Capital Research & Management Co./ EUA . The Vanguard Group, Inc. /França . SSgA Funds Management, Inc. / EUA
Prysmian Group	. BlackRock Inc. / EUA . UBS AG / Suíça . Rowe Price Group. Inc. / EUA . Crédit Agricole S.A /França
NKT A/S	. Arbejdsmarkedets Tillægspension (ATP) / Dinamarca (Fundo de Previdência Social do Governo da Dinamarca) . Greenvale Capital LLP / Inglaterra . The Vanguard Group, Inc. /França
Nexans S.A	. Invexans SA / Inglaterra . Baillie Gifford & Co. / Escócia . Bpifrance Participations SA / Governo Federal da França
JDR Cable Systems	. Vision Capital LLP/ Inglaterra . The Goldman Sachs Group, Inc. / EUA
NEC Corporation	. Nippon Telegraph and Telephone Co. /Governo Federal do Japão . Nomura Asset Management Co. / Japão . Sumitomo Mitsui Trust Asset Management Co./ Japão . BlackRock Fund Advisors Inc. /EUA
HMN Technologies	. Hengtong Group Co. Ltd. /China . New Saxon 2019 Ltd. / Inglaterra
Hexatronic Cables & Interconnect Systems	. The Vanguard Group, Inc. /França . Wafra Inc. / Governo do Estado do Kuwait . BlackRock Fund Advisors Inc. /EUA

Fontes: ITU(2023a); TBRC(2023); NYSE(2023);STOXX600(2023). Elaboração própria.

Efetivamente, os agentes da financeirização estenderam suas ações para além do mercado de data centers. Inicialmente, enfocaram suas estratégias nas empresas Concorrentes, e posteriormente, direcionaram seus movimentos para capturar mais-valor das redes submarinas que interligam centros de dados distribuídos.

Por consequência, uma parcela significativa da infraestrutura de comunicação de dados e internet global encontra-se concentrada e sob o comando destes grandes conglomerados financeiros internacionais, uma vez que praticamente a totalidade do fluxo mundial de internet trafega por esses meios destes cabos, conforme mencionado anteriormente. Não por coincidência, os países que são sede destes grupos financeiros, portanto recebedores dos lucros destas corporações, pertencem ao centro do sistema mundo, notadamente os Estados Unidos e as maiores nações europeias¹⁰³.

As análises de Malecki e Wu (2009) demonstram que os cabos submarinos para telecomunicações foram um dos primeiros catalisadores da globalização e das redes corporativas transnacionais. Na atualidade, além de funcionais aos interesses do capital financeiro global, estas infraestruturas se tornaram alvos do seu domínio. A solidariedade entre empresas de cabos submarinos e capital financeiro parece se consumir e se reforçar pelos inúmeros processos de fusão e aquisição que vêm ocorrendo neste setor.

Conforme Belluzzo (2019), entre os requisitos cruciais para a dinâmica atual do capitalismo, estão a presença cada vez mais intensa das grandes corporações e a intensificação das fusões e aquisições, sobretudo entre si. Esses dois fenômenos são resultantes dos extraordinários níveis de concentração e centralização do capital.

Foster (2000, p.9) esclarece que esta dinâmica ocorre porque, em vez de ser direcionado para investimentos, o excedente auferido é realocado para transações de aquisição e venda de empresas, que visa a obtenção de um aumento significativo no poder monopolista por meio das estratégias de concentração e centralização de capital, caracterizando o que Samir Amin (2019, p.1) denominou com precisão de “capitalismo de monopólios generalizados”.

¹⁰³ Em razão de sua importância estratégica e geopolítica, as redes de cabos submarinos possuem legislação específica que regula, entre outros aspectos a jurisdição e responsabilidade dos países em eventos relacionados a danos causados por atos maliciosos, acidentes ou fenômenos naturais (GUILFOYLE, PAIGE; MCLAUGHLIN, 2022).

Ao investigar a fase atual do capitalismo, Milton Santos (2011) adverte que os movimentos de fusão e aquisição efetuados pelo capital financeiro são evidências da necessidade crescente de acumulação e concentração de capital, mas que se somam à imperativa necessidade de circulação do capital em nível mundial. No período contemporâneo, denominado por Rifkin (2016) de “A Era do Acesso”, esta circulação se realiza, sobretudo, por intermédio das operações que geram massivos volumes de dados que trafegam nas redes de cabos submarinos que conectam o planeta.

Entre os anos de 2018 e 2022, foram realizadas cerca de 25 operações de fusões e aquisições no setor de serviços de cabos submarinos (D.A. DAVIDSON, 2022). Estes processos acumularam um valor superior a US\$ 37 bilhões e envolveram empresas de todas as regiões do mundo, especialmente aquelas que operam no mercado asiático (PRECEDENCE RESEARCH, 2023). A centralização e concentração de capital, particularmente evidentes no mercado de data centers, também se manifestam no setor de cabos subaquáticos.

Essa dinâmica se estabelece como resultado da operacionalização seletiva e hierárquica do capitalismo no espaço geográfico, por meio de movimentos orquestrados pelos agentes hegemônicos da economia global, os quais determinam, segundo seus interesses e projetos de poder, a alocação e distribuição de infraestruturas e objetos técnicos no território. Estes agentes centralizam e concentram capital e distintas capacidades para satisfazer os requisitos de fluidez exigidos pelo mercado, em detrimento de regiões mais pobres e com menor densidade técnica.

No setor de data centers e cabos transoceânicos, essas estratégias de centralização e concentração de capital se juntam à participação de fundos soberanos e conduzem a consequências socioespaciais agudas. A primeira extremidade destas implicações é representada pelo aumento do poder de mercado, que leva à hegemonia das empresas dominantes, uma vez que centralização e competição são negativamente relacionadas.

Na outra extremidade, está a capacidade destes fundos soberanos de interferir em setores estratégicos, políticas territoriais e econômicas, e planos de desenvolvimento dos países hospedeiros. Esta possibilidade de interferência pode comprometer a autonomia e soberania econômica dessas nações, além de eventual aumento de riscos financeiros e econômicos, uma vez que os interesses e objetivos dos fundos soberanos podem não estar alinhados com os interesses desses países.

De fato, as redes extravertidas de cabos submarinos se tornaram vitais para o capital financeiro, pois constituem a infraestrutura material e tecnológica para as infindáveis transações imateriais que viabilizam, entre outros aspectos, a alta velocidade funcional demandada pelo sistema financeiro mundial.

Ao mesmo tempo, por serem igualmente imprescindíveis a diversos setores econômicos, na medida em que estabelecem interconexão entre data centers e possibilitam o acesso a computação em nuvem em escala global, os cabos submarinos se tornaram ativos atrativos aos fundos de investimento, afirma Schiller (2017). Os sistemas mundiais de cabos transoceânicos são infraestruturas inseridas nos portfólios de investimentos e lucros sob domínio do capital financeiro internacional.

Como identificado por Kornberger *et al.* (2019), os fundos controladores determinam a viabilidade e modo de execução das ações. Assim, esses fundos decidem a escolha dos lugares que serão interligados pelos projetos de implantação de cabos submarinos que reconfiguram as relações socioespaciais em diferentes pontos do planeta, pois nem todos os lugares são atrativos aos interesses do capital financeiro. É dessa maneira, segundo Milton Santos (2012), que a lógica financeira global instaura disparidades socioespaciais e econômicas, pela acentuada concentração de recursos e investimentos nas áreas mais ricas e nos centros financeiros, em detrimento das regiões periféricas.

Essa condição de desigualdade socioespacial se evidencia nos sistemas de cabos submarinos, resultado do acesso seletivo da infraestrutura de comunicação global controlada majoritariamente pelo capital financeiro, que prioriza investimentos em regiões de maior renda e núcleos financeiros em detrimento de regiões periféricas (MASSEY, 1995; SANTOS, 2013; MAZZUCATO, 2020).

Considerando as profusas redes de cabos submarinos das Big Tech, em conjunto com as redes das empresas Concorrentes, ambas interconectadas com inúmeros data centers de múltiplos tipos em escala mundial, torna-se evidente o extraordinário poder que esta grande rede detém e possibilita.

Esta infraestrutura corporativa densa, integrada e ampliada de interconexão em rede, permite uma capacidade sem precedentes de intervenção em inúmeros territórios de modo articulado, e sob o comando de uma lógica territorial “distinta daquela do

Estado-nação, embora ela não prescindia dos elementos constitutivos da formação socioespacial e de sua inerente contiguidade”, observa Antas Jr. (2005, p.145).

Sob uma perspectiva da economia política do território, Milton Santos (2001, p.35) destaca que conforme o território adquire fluidez, observa-se a difusão das atividades econômicas modernas e emerge a necessidade de interação entre as empresas, possibilitada pelos sistemas de engenharia. Estes relacionamentos corporativos, fazem gerar uma configuração de topologias empresariais de geometria variável, que abrangem amplas extensões do território, conectando pontos distantes sob uma lógica particular e definida por cada empresa.

O modelo de estratégia operacional interligada empregado pelas empresas de data centers se alinha com o conceito de empresa-rede abordado por Pierre Veltz (1995) e Mónica Arroyo (2006b), já que as estruturas se sobrepõem, parecendo haver uma topologia única.

Essa realidade e seus atributos de instantaneidade e simultaneidade, intrínsecos às redes, constitui o que Leila Dias (2000, p.150) denomina de “um novo jogo de interações”. Nesses movimentos, as redes, que “são vetores de modernidade, também são de entropia”, como adverte Santos, (2008, p.36). Nos territórios, isso significa abrigar diversificadas dinâmicas estimuladas por uma combinação ou confrontação de racionalidades econômicas e estratégias de agentes com inúmeros interesses, sublinha Jean-Marc Offner (2000, p. 166).

Nesse sentido, a noção de *spatial fix* elaborada por David Harvey (2001) é novamente operacional em nossa análise, pois além de se realizar como investidor nos mercados de data centers e cabos transoceânicos, influenciando diretamente a implantação destes fixos e suas infraestruturas tecnológicas imobilizadas no espaço geográfico.

Os agentes do capital financeiro, como usuário intensivo de serviços de data centers e redes de cabos submarinos, se valem destas mesmas infraestruturas de serviços digitais de dados para acelerar transações e obter vantagens competitivas, gerando um ciclo de causa e efeito que tem sua retroalimentação e auto reforço enfocados na acumulação contínua de capital.

De acordo com Harvey, o verbo "*to fix*" no idioma inglês é multifacetado em sua semântica, denotando tanto a ação de fixar, estabelecer de maneira estática no solo ou de imobilizar, quanto a de reparar ou solucionar algo. O autor esclarece que essa ambiguidade foi intencional e cuidadosamente incorporada em seu conceito.

Harvey detalha que, na contemporaneidade, o capital fixado no solo, como infraestrutura que suporta a aceleração do capital, permite que as forças capitalistas temporariamente resolvam seu impulso insaciável de solucionar, consertar sua tendência de crise interna por meio de expansão geográfica dos investimentos (2001, p.24).

Como suporte territorial do capital, a estrutura imensa e complexa composta por inúmeros data centers e as múltiplas redes terrestres e de cabos submarinos que os interconectam mundialmente, em constante ampliação, parecem se encaixar neste conceito de *spatial fix*.

A pretendida mobilidade e expansão do capital é conseguida atualmente com o apoio de tecnologias e infraestruturas digitais que operam em data centers implantados e fixos no espaço geográfico. Essas parecem ser uma das novas fronteiras do capital para a “fixação espacial” ou acumulação em novos territórios. Na acepção de Harvey (2001, p.24-25), o capitalismo “é viciado em expansão geográfica tanto quanto é viciado em mudanças tecnológicas e expansão sem fim”¹⁰⁴.

Embora os data centers e suas infraestruturas conectivas submarinas permaneçam, em grande parte, invisíveis para os bilhões de usuários que os utilizam diariamente, conforme se intensifica o fetichismo por dados da sociedade contemporânea, altamente consumidora e produtora de *bits*, estaremos cada vez mais vinculados à materialidade constituída por átomos que os sustenta e impulsiona no espaço geográfico.

Paradoxalmente, à medida que os agentes hegemônicos promovem a distribuição desigual destas infraestruturas no território, geram, como resultado, uma modernização seletiva destes sistemas técnicos, o que faz materializar e acelerar a geração de pobreza que reside no cerne do sistema capitalista. Como bem definido por Dowbor, um sistema que produz, mas não sabe distribuir é tão funcional quanto a metade de uma roda (2015,p.9).

¹⁰⁴ Do original: “*Capitalism, we might say, is addicted to geographical expansion much as it is addicted to technological change and endless expansion through economic growth*”.

O enfrentamento dessa realidade perversa e desigual demanda, necessariamente, o desenvolvimento de ações e políticas efetivas para estender essa vasta infraestrutura tecnológica, servil ao modo de produção dominante, às formações socioeconômicas locais e suas carências específicas. A combinação de possibilidades econômicas e políticas determinará o nível de êxito das iniciativas (SANTOS,2012).

4

Tipologia e Topologia de Data Centers e a Integração Digital do Território

4. Tipologia e Topologia de Data Centers e a Integração Digital do Território	162
4.1 Proposta de Tipologia de Data Centers	162
4.2 Topologia de Data Centers no Território Brasileiro.....	179
4.3 Integração Digital do Território e a Multirrede de Data Centers.....	190

4. Tipologia e Topologia de Data Centers e a Integração Digital do Território

Nesta parte do trabalho, apresentamos uma proposição de tipologia de data centers, juntamente com a topologia elaborada desses objetos técnicos no território brasileiro e as características distintivas do processo de integração digital do território que revelamos, analisamos e propomos conceitualmente.

4.1 Proposta de Tipologia de Data Centers

As nuvens de dados têm paredes. Nos últimos quatro anos, o número de data centers tem experimentado um exponencial crescimento na escala mundial. Esse fato tem sido impulsionado pela crescente demanda por serviços em nuvem, digitalização de negócios e aumento do trabalho remoto e híbrido gerado pela pandemia de Covid-19 (SARS-CoV-2). Vários outros fatores têm contribuído para esse crescimento, incluindo a necessidade crescente de armazenamento e processamento de dados e a digitalização acelerada de vários setores da economia (BANGALORE *et al.*, 2023.)

Nesse contexto, a proposta de tipologia elaborada teve como propósito apreender as intencionalidades, lógicas e racionalidades subjacentes ao uso dos data centers no período contemporâneo.

Para Milton Santos (2012, p.49), a relevância de uma classificação reside na sua capacidade de oferecer um arcabouço analítico, ao mesmo tempo em que mantém um nível mínimo de coerência. De fato, como destacado por David Harvey (2012), a tipologia tem sido um recurso analítico valioso para a geografia, em especial, para a compreensão das diferentes características de elementos que compõem o espaço geográfico.

Partimos do princípio de que o território pode ser compreendido como a articulação de elementos materiais e processos sociais (SANTOS, 2012). Hoje, há em curso um processo de transformação digital na economia-mundo, como descrevem Dardot e Laval (2016), Brynjolfsson e McAfee (2018) e Fernandes (2021). A massiva difusão espacial tecnológica daí decorrente, intensa e sem precedentes, fundamenta as perspectivas de Floridi (2016), Hilbert (2020) e Sebbah e Nancy (2022), ao apontarem

que as TICs constituem parte das infraestruturas socioespaciais do atual período técnico-científico e informacional.

Com esse enfoque, assumimos como pressuposto teórico que os data centers, e as redes telemáticas que os conectam e interconectam, são componentes integrantes da estrutura material digital e normativa dos lugares em que são implantados, atribuindo a tais lugares uma condição estratégica proeminente em relação a outros pontos do território.

Considerando a complexidade dos DCs e a diversidade de suas funções, propomos uma tipologia desses objetos técnicos. A proposta de uma tipologia de data centers que apresentamos visa alcançar três objetivos fundamentais. O primeiro é detalhar e categorizar os atributos técnicos distintivos dos serviços que fornecem, além das operações de armazenamento e tratamento de dados, as quais são comuns a todos os tipos de data centers. O segundo objetivo, está associado à ação de apreender as relações entre os data centers e os agentes, normas e dinâmicas que se estabelecem no espaço geográfico a partir desses objetos técnicos.

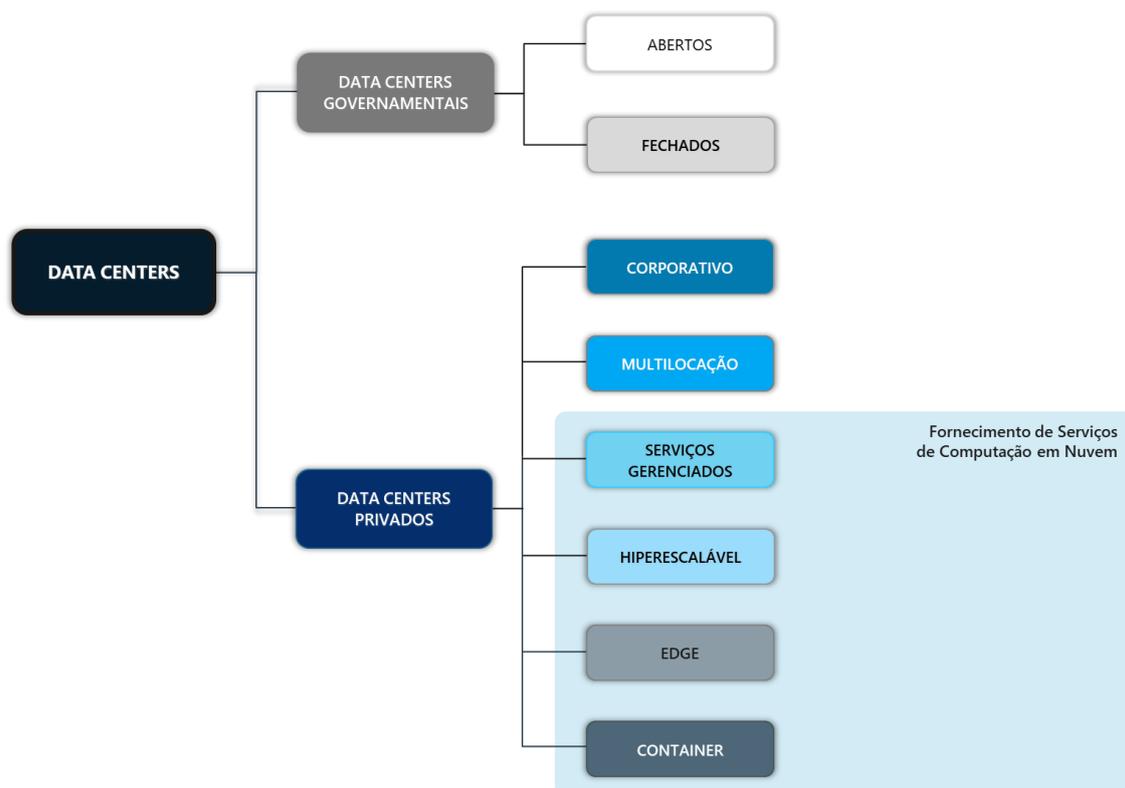
O terceiro é ampliar a compreensão das estratégias que direcionam a escolha criteriosa de determinados pontos do território para a instalação de tipos específicos de data centers.

Os data centers podem ser categorizados com base nas esferas que os controlam e nos tipos de serviços que disponibilizam, em razão das diferentes necessidades e públicos-alvo a que seus serviços são destinados, os quais são subordinados ao sistema de ações Santos (2012) vigente. Dessa forma, as seguintes variáveis foram consideradas na tipologia concebida : tipo de acesso (aberto ou fechado) tipos de serviços prestados pelo data center e âmbito de controle (privado ou público).

Longe de ser uma sistematização estática e imutável, entendemos que a tipologia deve ser compreendida como parte de um processo dinâmico sujeito a constante refinamento, à medida que o entendimento do objeto estudado se aprofunda. Além das distinções entre os elementos categorizados, os estudos tipológicos devem considerar também vínculos e conexões, os quais possuem grande relevância analítica.

A formulação da proposta de tipologia de data centers desenvolvida neste estudo tem como referência o esquema teórico de tipologia presente no trabalho de Braga e Castillo (2013). A partir desta base, foi conduzida uma análise dos múltiplos aspectos associados aos DCs e posterior determinação e seleção das variáveis mais significativas dentro do escopo pesquisado. Apresentamos no Diagrama 14, a tipologia elaborada¹⁰⁵.

Diagrama 14 Esquema de Tipologia de Data Centers.



Fonte: Elaboração própria.

Os data centers privados permitem acesso via redes telemáticas somente a seus clientes e usuários. Esse razão disso, não se enquadram nos critérios definidos para os data centers públicos, sejam eles abertos ou fechados. Os diferentes tipos de data centers possibilitam fornecimento de inúmeros e diferentes tipos de serviços. Detalhamos a seguir a tipologia apresentada.

¹⁰⁵ Em nossa tipologia, parte da nomenclatura que empregamos para identificar os data centers privados, segue o padrão comumente utilizado tanto pelo mercado, como em pesquisas acadêmicas e entidades técnicas internacionais. Traduzimos para a língua portuguesa esta nomenclatura, ainda que seja padrão disseminado mundialmente a utilização destes termos na língua inglesa. Por se tratarem de termos, em sua maioria técnicos, efetuamos algumas adaptações.

4.1.1 Data Centers Governamentais

Os data centers governamentais são objetos técnicos que funcionam provendo serviços estritamente para atividades de governos em suas várias esferas. Classificamos estes centros de dados em dois grupos: abertos e fechados em razão da acessibilidade de seus dados.

Os data centers governamentais abertos, permitem recebimento externo de dados em formatos e modos específicos, e possibilitam a realização de consultas externas aos dados armazenados. Já os data centers governamentais fechados, não permitem acesso externo aos dados que armazenam, por motivos de ética, sigilo e segurança entre outros¹⁰⁶.

Ambos os tipos operam com a finalidade de prover serviços de armazenagem, processamento e gestão de dados para os governos, os quais englobam informações sensíveis e críticas. Em alguns níveis de governo, por conta do alto volume e sigilo dos dados processados e armazenados nesses data centers, suas instalações devem obedecer rigorosos critérios de segurança, que são assegurados por meio de uma combinação de medidas físicas, tecnológicas e organizacionais.

Adicionalmente, os data centers governamentais de algumas áreas, sobretudo em âmbito federal, precisam ser capazes de suportar altas demandas de tráfego e de processamento de dados¹⁰⁷. Ainda que certas demandas sejam sazonais, devem contar com equipamentos e sistemas de alto desempenho, como servidores, redes de comunicação de alta velocidade, soluções de armazenamento em nuvem e ferramentas eficazes de análise massiva de dados.

Outras atividades de instituições públicas específicas possuem sistemas de infraestrutura e de data centers interconectados, que funcionam de forma colaborativa a fim de fornecerem serviços, dados e assistência para as operações de outras áreas de governo, agências governamentais e a população em geral. Esses data centers são classificados como infraestruturas críticas para a realização das atividades governamentais, cuja importância é proporcionalmente ampliada à medida que as áreas

¹⁰⁶ Um exemplo de data center governamental fechado é o do Serviço Nacional de Informações (SNI).

¹⁰⁷ As agências governamentais, Receita Federal e, no caso brasileiro, o Tribunal Superior Eleitoral são exemplos de áreas de governo federal que demandam data centers de alto desempenho.

e agências de governo se tornam cada vez mais dependentes de dados e tecnologia para a efetivação de suas operações.

Muitos destes data centers, das distintas esferas governamentais, operam sob padrões rígidos e normas reconhecidas internacionalmente, como a ISO 27701, que estabelece os requisitos para a implementação de um sistema de armazenamento e gestão de privacidade de dados e informações¹⁰⁸. Os governos têm ampliado e intensificado a adoção de infraestruturas e tecnologias digitais, especialmente aquelas relacionadas à computação em nuvem, Big Data e IoT, revelam estudos de Stratton e Newkirk (2021).

4.1.2 Data Center Corporativo

Um data center corporativo ou *Corporate* é uma instalação privada que funciona totalmente dedicada a uma única organização. Os serviços executados são exclusivamente para uso interno da empresa proprietária e se realizam dentro de instalações de sua propriedade, como parte integrante das operações da área de TI que a própria corporação controla.

Um data center corporativo é planejado e operado de modo customizado para funcionar e prover serviços específicos e compatíveis com os negócios, sistemas e processos empresariais específicos da organização que o comanda. Em contrapartida, os custos de manutenção de data centers desse tipo são mais elevados em comparação com a aquisição de serviços análogos fornecidos por data centers que atuam em grande escala para atender a múltiplos clientes. A capacidade de escalabilidade também é limitada, assim como a infraestrutura de redundância, segurança cibernética e conexão em operações com esse tipo de data center¹⁰⁹. O risco de obsolescência tecnológica é aumentado, a rápida evolução da tecnologia pode tornar os equipamentos e sistemas de um data center Corporativo obsoletos mais rapidamente, exigindo investimentos frequentes em atualizações e substituições.

¹⁰⁸ A ISO 27700/27701 estabelece diretrizes e requisitos para a implantação de um sistema de gestão de privacidade da informação, com orientações específicas para organizações que desejam aprimorar sua conformidade com regulações de proteção de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) brasileira e o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) da União Europeia (MALATJI,2023).

¹⁰⁹ Algumas empresas têm adotado o modelo de nuvem híbrida, que utiliza data centers corporativos em conjunto com serviços de nuvem contratados. O objetivo é ter uma solução equilibrada com os benefícios dos serviços de nuvem de dados contratados e a necessidade de manter certos dados localmente.

4.1.3 Data Center de Multilocação

Um data center do tipo Multilocação ou *Colocation*¹¹⁰ fornece serviços terceirizados de hospedagem física compartilhada para equipamentos de TICs para múltiplas empresas. Os servidores e dispositivos de rede de propriedade das empresas clientes ficam alojados e funcionam dentro das instalações destes data centers.

Além da hospedagem física, um data center Multilocação fornece suporte e serviços de segurança cibernética e física, conectividade de rede, refrigeração e fornecimento de energia elétrica com redundância. Esse data center possibilita às empresas alugarem a quantidade de espaço necessário para hospedar seus servidores e redimensionar rapidamente seus recursos de acordo com a variação de suas necessidades.

Neste tipo de DC, as empresas clientes mantêm total controle e propriedade sobre seus equipamentos de TI. Elas são responsáveis por adquirir, configurar e gerenciar seus próprios servidores, *hardware* e *software*. A manutenção e o suporte técnico para servidores e aplicativos também são de responsabilidade das empresas que alugam os espaços em um data center Multilocação.

Uma ampla gama de setores, incluindo saúde, finanças e manufatura, faz uso dos serviços de data centers Multilocação. O aumento da demanda por serviços de dados em tempo real exige que esses DCs mantenham alta disponibilidade operacional, conexões de rede ultrarrápidas e acesso contínuo aos dados abrigados.

Os data centers Multilocação são frequentemente escolhidos para fornecerem serviços para empresas que não têm espaço físico suficiente ou recursos financeiros para construir e gerenciarem seus próprios data centers. A alocação de servidores e equipamentos de rede em um ambiente de data center Multilocação pode apresentar vantagens econômicas significativas sobre a implementação e manutenção de instalações proprietárias, uma vez que os custos associados são compartilhados entre múltiplos clientes, configurando economia de escala desses serviços.

¹¹⁰ O termo “*Colocation*” que nomeia esse tipo de data center vem do vocábulo inglês “*colocation*”, é derivado da junção de duas palavras inglesas: “*co-location*” (co-locação, em tradução própria), e refere-se ao aluguel/locação compartilhada de espaço físico específico para o funcionamento de equipamentos de *hardware* e *software*. Este tipo de data center também recebe o nome em língua inglesa de “*Multi tenant*” ou Multilocatário, em tradução própria.

4.1.4 Data Center de Serviços Gerenciados

O data center do tipo Serviços Gerenciados ou *Managed Services* fornece serviços terceirizados de gerenciamento de tecnologia da informação e dados para múltiplas organizações. Estes datacenters são proprietários e responsáveis por toda infraestrutura de *hardware* utilizada pelas empresas clientes.

Desse modo, as empresas clientes terceirizam para esses DCs a gestão da infraestrutura de *hardware* na qual operam seus sistemas. Isso inclui a administração de servidores, sistemas operacionais, redes, segurança física e cibernética entre outros. Também fornecem serviços de suporte aos usuários das empresas clientes, englobando a solução de problemas técnicos e atualizações de hardware entre outros. Serviços adicionais incluem monitoramento de rede e gerenciamento de atividades como: *backup* e recuperação, em situações em que os dados originais foram perdidos ou comprometidos, e segurança cibernética de sistemas corporativos e aplicativos entre outros.

A oferta comercial desses serviços de gestão de TICs é realizada por meio de um acordo de nível de serviço, usualmente denominado de SLA¹¹¹, que estabelece os parâmetros de serviços acordados entre a empresa terceirizada e o cliente, como níveis de desempenho, tempo de atividade e tempo de resposta de uso dos sistemas, além de vários outros que podem ser estabelecidos.

Os data centers de Serviços Gerenciados apresentam características técnicas específicas de escalabilidade, flexibilidade e segurança, que atendem às necessidades das empresas que requerem recursos adicionais de TICs e nuvem de dados. Estes atributos permitem que seus clientes utilizem estes recursos sem investir em infraestrutura própria, evitando a imobilização de capital em equipamentos com altos custos de aquisição e manutenção, além de ciclos de vida útil curtos e a inerente obsolescência programada que atinge equipamentos, *hardware* e *softwares*. Estes data centers podem fornecer serviços customizados para empresas que, por exemplo, precisam de equipes dedicadas exclusivamente ao gerenciamento de suas infraestruturas.

¹¹¹ *Service Level Agreement* (SLA), que pode ser traduzido do inglês como "acordo de nível de serviços", é um contrato formal entre um provedor de serviços e seus clientes, que descreve os níveis de serviço que o provedor se compromete a oferecer. Esses níveis de serviço incluem indicadores de desempenho, tempo de resposta e resolução de problemas, além de especificações sobre disponibilidade do serviço, confiabilidade e suporte ao cliente. O SLA é um documento central para a garantir a qualidade do serviço prestado. Em caso de não cumprimento dos termos acordados, as empresas podem ter que pagar multas ou indenizações aos clientes afetados (HILES, 2016).

4.1.5 Data Center Hiperescalável

O data center do tipo Hiperescalável ou “*Hyperscale*” é uma instalação projetada para fornecer serviços que suportam operações de tecnologia de informação massivas, caracterizadas por demanda operacional global e exigências de computação em nuvem de alto desempenho.

Este tipo de data center é construído com uma infraestrutura redundante especialmente concebida para atender às necessidades específicas de operações de TI complexas que podem requerer escalabilidade alta e imediata. As empresas proprietárias destes data centers são majoritariamente as Big Tech.

O funcionamento destes data centers se realiza predominantemente nas instalações das empresas que os controlam. Embora não exista um consenso sobre os números exatos que definem um data center Hiperescalável, muitos trabalhos apontam que um data center deste tipo possui pelo menos 5.000 servidores, 500 racks e área de 10.000 m², como estimam Kemp (2018), Klemick *et al.* (2019), e Katal *et al.* (2022). Esta métrica é adotada pela maioria das empresas de data centers.

Os serviços realizados por esses DCs podem ser qualificados por terem massiva capacidade de escala, alto nível de segurança cibernética e processamento de alta performance. Desse modo, estes data centers fornecem conjuntos de serviços de computação em nuvem, planejados especialmente para empresas, que são identificados comercialmente¹¹² como:

- ▶ Infraestrutura como Serviço (IaaS): fornecimento de serviços de infraestrutura integral, servidores e dispositivos de armazenamento que permitem utilização e dimensionamento de recursos de computação de acordo com necessidades específicas das empresas clientes.

- ▶ Plataforma como Serviço (PaaS): serviço de computação em nuvem que fornece uma infraestrutura pronta para uso voltada para programação, teste e implantação de softwares – incluindo ferramentas e ambientes de desenvolvimento integrados. Este serviço reduz a necessidade das empresas clientes gerenciarem a complexidade operacional da infraestrutura de tecnologia da informação. Assim, este modelo,

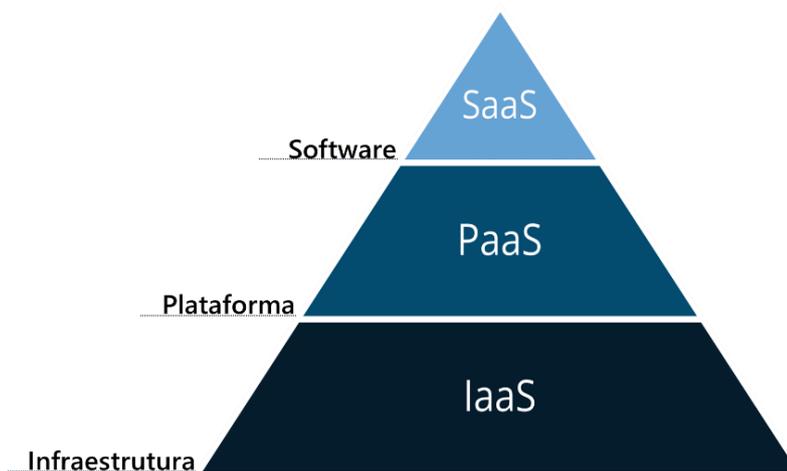
¹¹² As abreviações em inglês, que identificam os serviços de data centers Hiperescaláveis, como IaaS, PaaS e SaaS, são comumente utilizadas como aparecem na língua inglesa.

abrange também servidores, sistemas operacionais e bancos de dados. Os serviços de PaaS são geralmente oferecidos como uma camada intermediária entre a infraestrutura de hardware e os softwares utilizados. Essa camada pode ser acessada via internet, por meio de interfaces especificamente construídas¹¹³.

- **Software como Serviço (SaaS):** serviço que disponibiliza aplicativos e softwares hospedados na nuvem computacional, possibilitando que as empresas clientes acessem esses aplicativos por meio da internet, sem a necessidade de instalação local. Os serviços SaaS abrangem uma ampla gama de sistemas, desde produtividade e colaboração até softwares de gestão integrada empresarial.

O Diagrama 15, ilustra os três principais tipos ou modelos de serviços de computação em nuvem comercializados. Além destes, outros serviços específicos podem ser executados, como processamento em lote para análise retrospectiva, análises em tempo real, e ainda aplicação de ferramentas de *Machine Learning* e inteligência artificial, para descoberta de padrões e tendências em dados.

Diagrama 15 Tipos de Serviços de Computação em Nuvem.

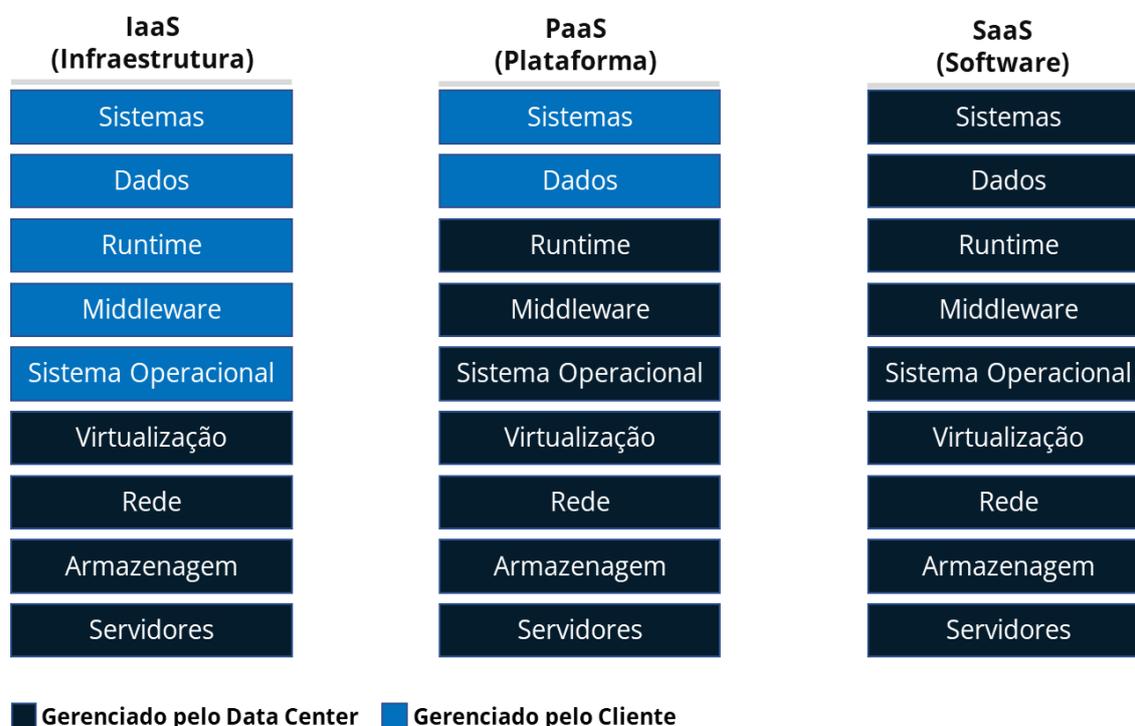


Fonte: Wulf *et al.* (2021).Elaboração própria.

¹¹³ Esse tipo de interface para comunicação é tecnicamente denominada de API, sigla em inglês para *Application Programming Interface*. API é um conjunto de métodos, formatos de dados e regras de comunicação que permitem que dois sistemas troquem dados de maneira padronizada.

Para realizar operações com diferentes sistemas operacionais e aplicativos, servidores de diversos tipos, múltiplos níveis de acesso, segurança e rede, além de outros requisitos técnicos específicos de seus clientes, os data centers utilizam sistemas e técnicas para aumentar a eficácia da gestão e precisão de toda a operação, de acordo com o tipo de serviço de nuvem contratado. Neste conjunto, estão incluídas a técnica de virtualização e sistemas do tipo *Runtime* e *Middleware*¹¹⁴. Alguns desses sistemas podem ser gerenciados pelos clientes. No Diagrama 16, mostramos a composição detalhada de cada tipo de serviço de nuvem de dados.

Diagrama 16 Composição dos Três Tipos de Serviço de Nuvens Computacionais.



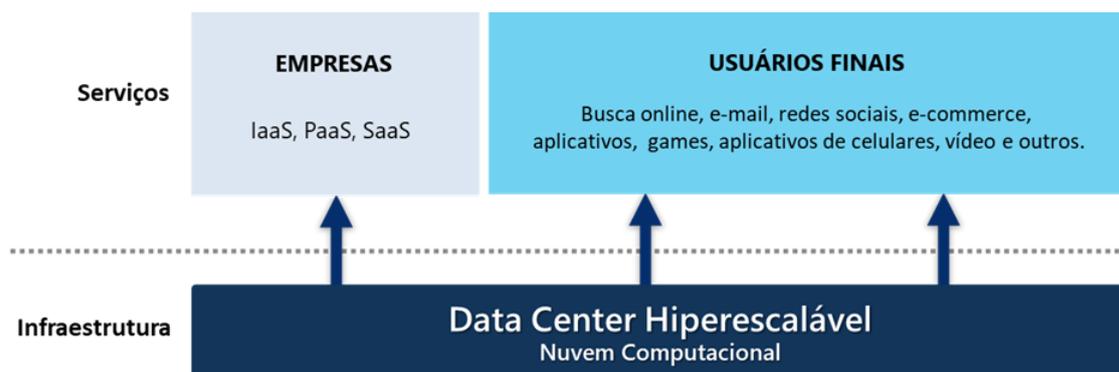
Fonte: Geng (2021). Elaboração: própria.

¹¹⁴ Virtualização é o processo de criar uma versão virtual ou simulada de um sistema operacional, servidor, sistema de armazenamento, rede ou recurso de *hardware*. Essa técnica permite que um único servidor físico execute várias instâncias ou ambientes virtuais independentes, conhecidos como máquinas virtuais, o que leva a maximização dos recursos de *hardware*. Como exemplo, um servidor físico pode ter como sistema operacional Linux e simular um sistema Android ou iOS por meio da virtualização. Um sistema *Runtime* gerencia recursos do sistema operacional para facilitar a interação entre o *software* e o *hardware* subjacente. Este sistema interpreta o código-fonte de outros *softwares*, gerencia a memória, coordena as operações de entrada e saída de dados, além de oferecer suporte a recursos como processos simultâneos, segurança e gestão de exceções. Por sua vez, um sistema *Middleware* atua como uma ponte entre aplicativos e alguns recursos de *hardware*, permitindo que eles interajam de forma eficiente e transparente, não importando diferenças de plataforma, protocolos de comunicação ou modelo de programação (VENKATASUBRAMANIAN, 2023).

Os data centers Hiperescaláveis têm desempenhado um papel crucial como parte da infraestrutura digital para serviços amplamente empregados no cotidiano da sociedade contemporânea. Em virtude, de sua altíssima capacidade de processar e transmitir massivos volumes de dados em tempo reduzido, estas instalações suportam inúmeros serviços digitais intensivamente utilizados por empresas e usuários finais.

Os principais serviços voltados para empresa são associados à infraestrutura e nuvens computacionais. Para usuários finais esses data centers são a base operacional de uma vasta gama de aplicativos e serviços online como o comércio eletrônico, serviços de e-mail, comunicação instantânea, redes sociais, jogos, filmes, músicas, sistemas, sistemas de pagamento, e aplicativos de incontáveis tipos e finalidades que estão imbricados no cotidiano da sociedade contemporânea, como ilustramos no Diagrama 17.

Diagrama 17 Serviços Fornecidos por Data Centers Hiperescaláveis.



Fonte: Elaboração própria.

A vantagem evidente dos data centers Hiperescaláveis é a economia de escala. Com uma grande capacidade computacional à disposição, estes data centers podem estabelecer acordos de preços e serviços (SLA) que seriam inalcançáveis para data centers de menor porte. Por ser os maiores e mais potentes, entre os tipos de data center, requerem localização privilegiada pelo alto consumo de energia e enormes áreas que ocupam. Estima-se que, hoje, há em operação pouco mais de 700 destes data centers em operação no mundo (DERRICK, 2021).

4.1.6 Data Center Edge

Data centers do tipo Edge¹¹⁵ são infraestruturas distribuídas geograficamente para fornecer serviços de computação e armazenamento de forma descentralizada. Seu principal objetivo é prover serviços com baixa latência¹¹⁶, reduzindo o tempo das operações das empresas clientes e melhorar o desempenho de seus processos de negócio e aplicativos.

Para diminuir a latência esses DCs são instalados e operados em pontos geograficamente próximos dos lugares onde estão as fontes de geração e consumo de dados. Esta estratégia de proximidade espacial visando obtenção de baixa latência faz com que esses data centers tenham um tamanho reduzido.

Os data centers Edge são capazes de processar grandes volumes de dados localmente, sem a necessidade de enviar dados para data centers centrais e de maior porte, reduzindo a latência e melhorando a velocidade de resposta de seus serviços. Este atributo direciona os data centers Edge para serviços de processamento de dados em tempo real, permitindo que as organizações tomem decisões rápidas com base em informações atualizadas. O fornecimento de serviços de baixa latência para processamento de dados em tempo real enfoca também a comunicação com dispositivos de IoT e nuvens de dados.

Outra característica deste tipo de data center é a possibilidade de operar em rede, chamadas de redes Edge, que fornecem serviços de conectividade de alta velocidade e possibilitam tráfego acelerado de dados e eficácia operacional entre diferentes pontos de acesso. Tal configuração facilita a comunicação entre dispositivos IoT, promove a transferência de dados em tempo real e o suporte a aplicativos sensíveis à latência, como telemedicina e jogos online.

Por essa razão, os data centers Edge são essenciais para suprir a crescente demanda por ampla largura de banda e baixa latência, requisitos cruciais para sistemas que dependem de máxima instantaneidade, como rastreamento e monitoramento

¹¹⁵ Outros nomes são empregados para designar esse tipo de data center, como "data center de borda", de "pequeno porte" e "data center de ponta". O último é utilizado como uma tradução literal do termo inglês "Edge". Além destes, são utilizados os termos "data centers de proximidade", por serem implantados de forma estratégica próximos a instalações comerciais e filiais de empresas.

¹¹⁶ A latência pode ser definida como o tempo que leva para uma determinada quantidade de dados ser transmitida de um ponto a outro (TANENBAUM; FEAMSTER,2019). Este conceito é detalhado adiante neste trabalho.

de veículos e cargas, aplicativos voltados ao mercado financeiro, experiências de realidade aumentada e operações de veículos autônomos.

Outro atributo importante reside na capacidade dos DCs do tipo Edge de disponibilizarem serviços de armazenamento cache¹¹⁷. Estes serviços consistem em armazenar temporariamente os dados frequentemente acessados em servidores situados próximos aos usuários finais. Os servidores de cache otimizam e aceleram o acesso a conteúdos de alta demanda ou mais acessados, minimizando assim a carga nos servidores centrais. Essa estratégia promove aumento de desempenho e melhoria na experiência de uso dos sistemas. Os serviços de cache são amplamente empregados para aumentar a velocidade de entrega de conteúdos, como vídeos, imagens e páginas da internet.

4.1.7 Data Center Container

Um data center Container é uma infraestrutura modular e móvel que funciona em um container de transporte padrão e que fornece uma ampla gama de serviços computacionais em um formato compacto e altamente escalável.

Esses contêineres de transporte são equipados com todos os recursos necessários para abrigar operações de tecnologia da informação, tais como servidores, sistemas de armazenamento, equipamentos de rede, sistemas de refrigeração, segurança e monitoramento e geradores de energia.

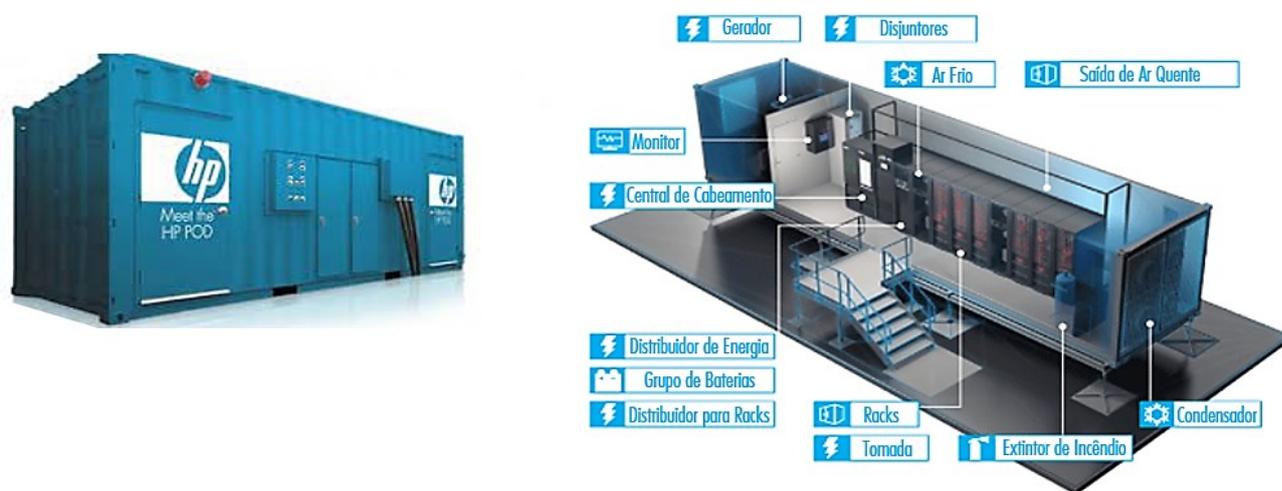
A concepção desse tipo de DC foi desenvolvida há pouco mais de quinze anos para suportar operações em locais de construção civil ou em áreas de desastres (GENG,2021). Estes DCs compactos têm sido especialmente utilizados em operações tecnológicas de eventos de grande repercussão que demandam armazenamento e transmissão massiva e dinâmica de dados, como reuniões de líderes de países, jogos olímpicos e copas do mundo entre outros.

Em algumas situações são implantados temporariamente para liberar espaço em instalações corporativas ou permitir que organizações expandam rapidamente sua infraestrutura de TICs para acomodar novas tecnologias.

¹¹⁷ O termo cache refere-se a um tipo de memória que serve para armazenamento temporário de dados.

Usualmente, os serviços fornecidos por um data center Container são de caráter temporário e incluem análise de dados em tempo real, hospedagem de servidores, eventos de grande porte, operação de aplicativos em nuvem, gerenciamento de dados e serviços de rede, além de permitir a escalabilidade dos recursos computacionais. Mostramos na Figura 17, um exemplo de data center Container.

Figura 17 Corte Esquemático de Data Center do Tipo Container.



Fonte: HP Inc (2023); Delta Power Solutions (2023). Adaptação: o autor.

Por utilizarem sistemas de resfriamento avançados e de energia renovável para redução do consumo de energia elétrica, seus serviços são considerados ambientalmente adequados. Os custos operacionais deste data centers são reduzidos, quando comparados a outros tipos.

No Quadro 4, sintetizamos as características dos serviços fornecidos e o âmbito de controle para cada data center da tipológica concebida.

Quadro 4 Síntese da Tipologia Proposta de Data Centers.

Tipo	Âmbito de Controle	Características dos Serviços
Governamental Fechado	Público	Realiza somente serviços internos.
Governamental Aberto	Público	Consulta e recebimento eletrônico externos de dados vinculados a atividades governamentais nos diferentes níveis de governo.
Corporativo	Privado	Serviços executados exclusivamente para uso interno da empresa proprietária e dentro de instalações de sua propriedade, como parte integrante das operações da área de tecnologia da informação.
Multilocação	Privado	Fornecimento de serviços terceirizados de hospedagem física compartilhada de equipamentos de TI para múltiplas empresas. Os servidores e dispositivos de rede de propriedade das empresas clientes ficam alojados e funcionam dentro das instalações destes data centers. Serviços de segurança física e cibernética, refrigeração e energia elétrica, regulares e redundantes, são fornecidos como parte da hospedagem de equipamentos.
Serviços Gerenciados	Privado	Serviços terceirizados de gerenciamento de TI para várias organizações, incluindo operação personalizada e manutenção de sistemas e equipamentos de propriedade do provedor de serviços de data center. Serviços adicionais, como suporte técnico, backup, recuperação de dados, computação em nuvem e segurança cibernética, podem ser fornecidos.
Hiperescalável	Privado	Serviços projetados para dar suporte a operações de grande porte em tecnologia da informação, exigindo uma infraestrutura de computação e armazenamento em nuvem de alcance global e alto desempenho. Todos os sistemas e equipamentos são de propriedade do data center. Os serviços são fornecidos tanto para diversas organizações clientes quanto para as corporações que são proprietárias desses data centers, que são, em sua maioria, Big Techs.
Edge	Privado	Fornecimento de serviços de baixa latência para processamento de dados em tempo real, com foco na comunicação com dispositivos IoT e nuvem de dados. Para garantir latência mínima em seus serviços, esses data centers têm tamanho reduzido e se localizam estrategicamente nas proximidades das empresas clientes.
Container	Privado	Serviços, geralmente temporários, que incluem análise de dados em tempo real, hospedagem de aplicativos, nuvem de dados e suporte operacional, sendo altamente escaláveis. Devido ao uso de sistemas avançados de resfriamento e energia renovável, são considerados adequados às normas ambientais.

Fonte: Elaboração própria.

Como integrantes do meio técnico-científico-informacional que se expande algumas tecnologias emergentes, como IoT e inteligência artificial, têm sido rapidamente adotadas socialmente. Essas tecnologias geram grandes quantidades de dados que requerem armazenamento, processamento e análise, impulsionando ainda mais a demanda por serviços de data centers (BRYNJOLFSSON; BRIAN,2022; KITCHIN,2023;WADHWANI, 2023).

Simultaneamente, muitas empresas de médio porte estão expandindo suas operações de data center para atender à crescente demanda por serviços em nuvem. A capacidade das empresas de *software*, em especial a de aplicativos, de atender às demandas de comunicação digital depende da capacidade dos data centers. Em virtude desses fatores, é esperado que o setor de data centers continue a crescer nos próximos anos, aumentando ainda mais a quantidade desses objetos técnicos no espaço geográfico (BANGALORE *et al.*, 2023.)

Essa tendência é reforçada por iniciativas governamentais de regulação como a Diretiva NIS2 da União Europeia , que reconhece os data centers como elementos críticos de infraestruturas para o funcionamento daquela sociedade, o que tende a fortalecer ainda mais os investimentos no setor (EU, 2023).

Neste contexto, é notável o poder financeiro das "Big Tech", que lhes permite estabelecer um monopólio sobre os data centers hiperescaláveis e suas vastas infraestruturas de grande capacidade e potência. O poder tecnológico que possuem, configurado no conjunto extraordinário e abrangente de infraestruturas tecnológicas que operam seus data centers , serve como uma base fundamental que sustenta o monopólio que essas empresas exercem sobre os serviços de dados em escala global.

Em razão dos data centers hiperescaláveis demandam terrenos especialmente amplos e lugares com atributos específicos para sua operação, o domínio das Big Tech também se estende sobre os lugares onde instalam esses enormes objetos.

No Brasil, o segmento de data centers tem acompanhado a tendência global de crescimento e é impulsionado pela iniciativa de empresas de variados tamanhos em transferir suas operações para ambientes de computação em nuvem. Isso resulta em uma crescente demanda por serviços oferecidos por uma ampla variedade de data centers (BRAUN,2022).

A regulação brasileira tem flexibilizado a instalação de todos os tipos de data centers no país, como forma de atender à contínua demanda por serviços digitais, já que a infraestrutura de data centers é fundamental para suportar estes serviços (GILL *et al.*,2019; HOEFFNAGEL, 2022; GLOVER 2023).

Tais iniciativas normativas são uma resposta às dinâmicas de incorporação de modernos objetos técnicos no território, com ênfase na otimização da eficiência produtiva. Essa incorporação ocorre simultaneamente a um processo de ajuste normativo, que desempenha um papel fundamental ao habilitar o funcionamento dos novos objetos. Uma vez que os objetos presentes no espaço geográfico não operam de forma independente, há uma intensificação da necessidade de normas (SANTOS, 2012).

Os esforço de propor uma tipologia de data centers está em seu estágio preliminar. Esta tarefa teve como finalidade a discriminação e classificação destes objetos técnicos e suas funções de armazenamento, processamento e transmissão de dados. Entendemos que à medida que novas pesquisas sobre o tema forem aprofundadas, mais precisa se tornará a categorização elaborada.

Com o disseminação acelerada desses objetos técnicos nos territórios torna-se imperativo analisar as interações políticas, econômicas e sociais que coordenam e estratificam esses objetos, com o intuito de planejá-los de forma estratégica em pontos específicos dos territórios.

Nessa perspectiva, o estudo de atributos tipológicos dos data centers, em conjunto com as pesquisas sobre as normas e regulações aplicadas à sua instalação e funcionamento, detalhadas no Capítulo 2 deste trabalho, expandiram o entendimento sobre suas funções. Assim, a tipologia possibilitou, também, o entendimento de algumas das diferentes estratégias de uso corporativo do território (SANTOS,2012) efetivadas para o funcionamento otimizado dos variados tipos destes complexos objetos técnicos.

Complementarmente à proposição de tipologia desenvolvida, elaboramos na próxima parte deste trabalho, uma topologia de data centers no território brasileiro com propósito de compreender a distribuição espacial destes objetos técnicos e analisar os nexos que os associam e os distribuem no território nacional.

4.2 Topologia de Data Centers no Território Brasileiro

Sob a perspectiva da economia política do território (SANTOS; SILVEIRA, 2014), a análise topológica é determinante para os estudos que buscam compreender as condições técnicas e políticas que têm configurado um território.

O padrão de distribuição espacial dos data centers no território brasileiro é resultante da articulação de variáveis geográficas, demográficas, técnicas, políticas, normativas e econômicas. A topologia dos data centers que daí decorre é indispensável para a compreensão de aspectos associados ao uso do território nacional.

Entendemos, com Santos e Silveira (2014), que cada empresa, cada atividade econômica produz, simultaneamente aos seus produtos e serviços, uma lógica territorial que é perceptível por meio do que se pode considerar uma topologia, isto é, a distribuição no “território dos pontos de interesse para a operação dessa empresa. Esses pontos de interesse ultrapassam o âmbito da própria firma para se projetar sobre as empresas fornecedoras, compradoras, ou distribuidoras” (SANTOS;SILVEIRA,2014, p.292).

A escolha dos melhores pontos para o funcionamento das empresas é efetivada através de análises e seleção de pontos no território mais funcionais e economicamente eficazes às estratégias e operações corporativas.

Nessa perspectiva, a concentração de data centers em determinadas áreas do território nacional, em contraste com a baixa presença destes objetos técnicos em outras regiões, evidencia sua distribuição espacial desigual no país. Heterogênea e irregular, esta distribuição revela áreas de densidade e áreas de rarefação no território (SANTOS;SILVEIRA, 2014).

A intensificação do processo de concentração observado no período contemporâneo se manifesta tanto em termos geográficos quanto econômicos. Como explica Santos (2001), a concentração econômica é uma das manifestações derivadas dos avanços tecnológicos, que engendram e impõem economias de escala, indivisibilidades e inflexibilidades, em conjunto com modos específicos de organização da produção que conduzem a novas formas e concentração. Os monopólios e oligopólios são implicações desse processo.

A concentração geográfica está intrinsecamente vinculada à concentração econômica, uma vez que as atividades modernas buscam se localizar de acordo com uma hierarquia, na qual se almeja incessantemente a maximização da produção (SANTOS, 1982).

Este fenômeno é frequentemente observado em aglomerações onde outras atividades econômicas modernas já estão consolidadas e em lugares que oferecem perspectivas de investimentos governamentais volumosos, infraestruturas já existentes ou planejadas, bem como a presença de um mercado favorável (SANTOS, 2001; SILVEIRA, 2014).

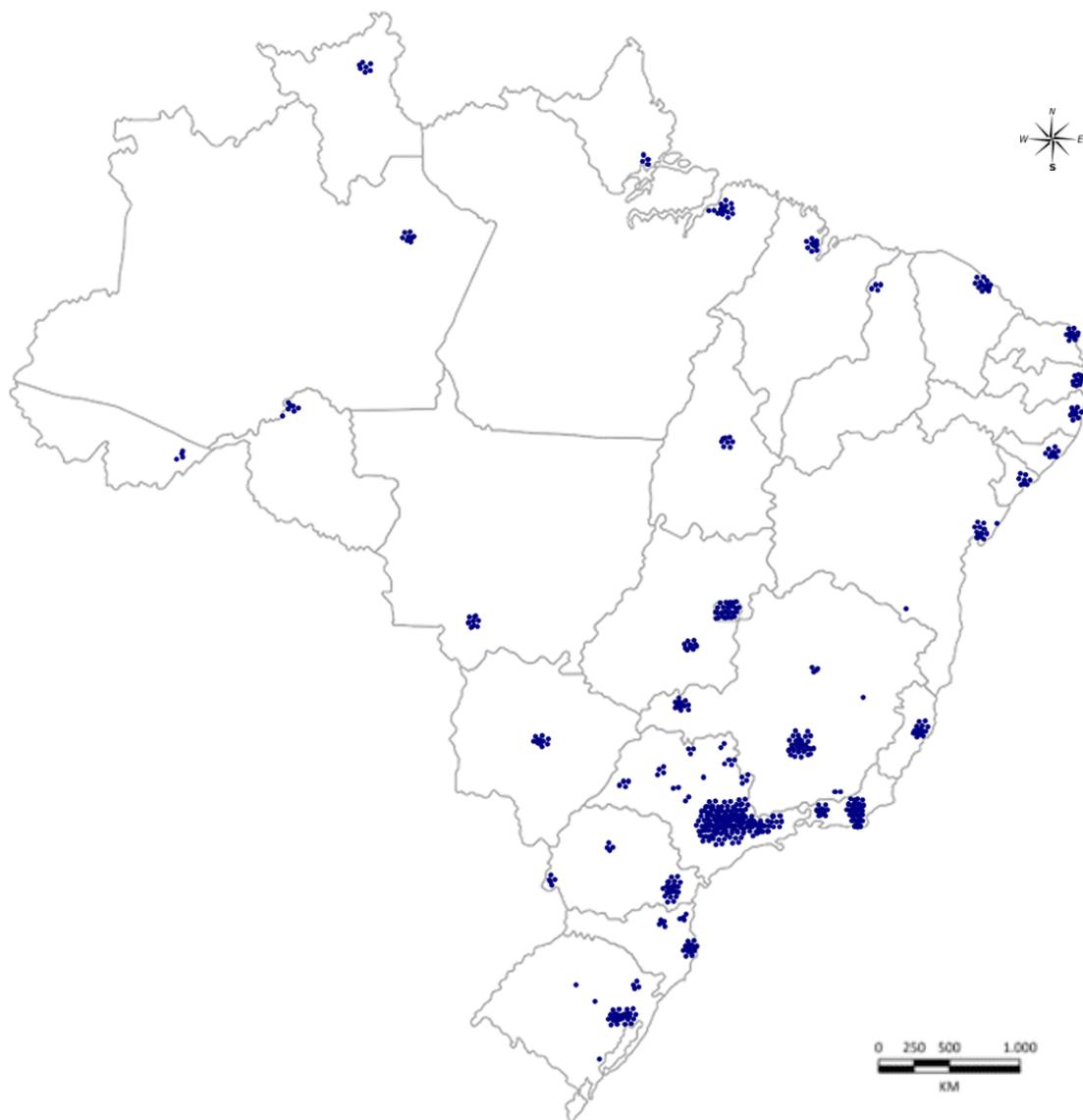
Da mesma maneira, o efeito da ação de novas variáveis também se realiza de modo localizado e seletivo, fazendo gerar novas formas de especialização geográfica que igualmente alicerçam a formação de uma estrutura hierárquica dos lugares, muitas vezes caracterizada por uma tendência à concentração e polarização em torno de pontos privilegiados do território, como observa Santos (2008,p.93).

As topologias elaboradas da distribuição e concentração de data centers públicos e privados no país, mostradas respectivamente nos Mapas 1 e 2 , em conjunto com os números de data centers de cada unidade da federação, mostrados na Tabela 2, revelam esta realidade hierarquizada e uma notável sobreposição geográfica entre lugares de alta concentração de data centers com lugares de concentração econômica e de densidade técnica.

As redes que interconectam os data centers são elementos estruturantes da base material do espaço geográfico. A combinação deste dois elementos, data centers e sistemas de redes telemáticas, revela na topologia os centros de gestão e comando do território. R. L. Corrêa (1996) observa que um dos elementos distintivos dos centros de gestão do território é a presença de economias de aglomeração desenvolvidas pelos serviços do setor quaternário da economia, no qual os serviços de data centers estão inseridos.

Notadamente, a análise da topologia de data centers no território brasileiro evidencia as lógicas que comandam os fluxos imateriais que, por sua vez, demandam fixos especializados para suportar a crescente fluidez. Os pontos de maior concentração de data centers identificados estão situados, respectivamente, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

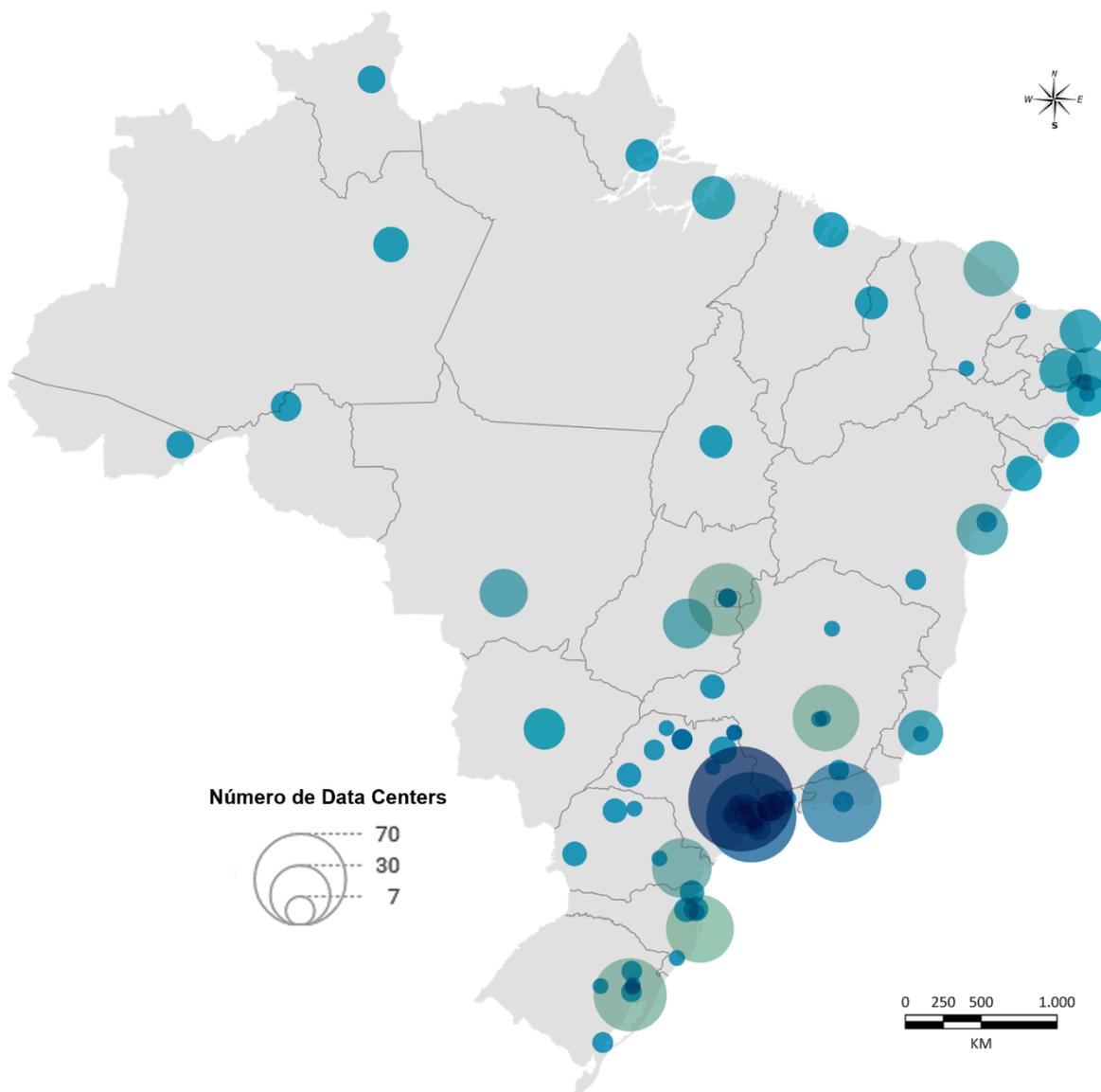
Mapa 1 Brasil. Topologia de Data Centers (Março, 2023).



Fonte: MTE(2022), IBGE(2023c), AbraCloud(2023). Elaboração própria.

Datum SIRGAS 2000 (EPSG 4674).

Mapa 2 Brasil. Concentração de Data Centers (Março, 2023).



Fonte: MTE(2022), IBGE(2023c), AbraCloud(2023). Elaboração própria.

Datum SIRGAS 2000 (EPSG 4674).

Tabela 2 Brasil. Número de Data Centers Públicos e Privado (Março,2023).

Unidade Federativa	Número de Data Centers
Acre	4
Alagoas	7
Amapá	4
Amazonas	7
Bahia	18
Ceará	19
Distrito Federal	34
Espírito Santo	12
Goiás	15
Maranhão	7
Mato Grosso	13
Mato Grosso do Sul	10
Minas Gerais	36
Pará	12
Paraíba	11
Paraná	35
Pernambuco	14
Piauí	5
Rio de Janeiro	41
Rio Grande do Norte	11
Rio Grande do Sul	33
Rondônia	6
Roraima	4
Santa Catarina	31
São Paulo	119
Sergipe	7
Tocantins	7
Total	522

Fonte: Elaboração própria.

Não coincidentemente, estes pontos localizam-se na Região Concentrada, caracterizada por ser um núcleo de comando do território brasileiro e por possibilitar a disseminação mais generalizada e mais acelerada dos objetos técnicos modernos (SANTOS; SILVEIRA, 2014).

Intencionalmente instalados nesta região, estes objetos técnicos têm como propósito máximo viabilizar a fluidez imaterial territorial necessária para que as empresas fornecedoras de serviços de data centers possam prover serviços alinhados aos parâmetros globais de eficiência operacional, qualidade e custo, além de acessíveis de forma ubíqua a partir do território brasileiro ou de qualquer outro ponto no planeta.

Cobiçada incessantemente, a fluidez territorial, como definida por Mónica Arroyo é a qualidade que os territórios nacionais possuem, por meio de seus agentes, de permitir “uma aceleração cada vez maior dos fluxos que os estruturam, a partir da existência de uma base material formada por um conjunto de objetos concebidos, construídos e/ou acondicionados para garantir a realização dos fluxos” (ARROYO, 2015, p.43-44).

O ideário da competitividade, que direciona as estratégias e práticas de governos e corporações, só se viabiliza por meio da fluidez territorial e dos avanços tecnológicos (SANTOS, 1994). Com efeito, o conjunto de data centers e os sistemas de redes telemáticas, com lógicas intravertidas e extravertidas, que os interconectam globalmente, destacam-se como participantes proeminentes do subsistema de objetos e ações que contribuem para a fluidez territorial, em sincronia com a globalização econômica.

No paradigma produtivo vigente, conforme a fluidez territorial adquire uma importância crescente para sustentar o ritmo de acumulação, as corporações inserem dinamicamente os conteúdos globalizantes nas formações socioespaciais (SANTOS, 2014). A fluidez, nesse contexto, manifesta-se como uma condição imprescindível para a execução das atividades mais poderosas, assinalam Santos e Silveira (2014). Em razão da imposição de estratégias que delimitam o poder do Estado, as grandes empresas passam a exercer controle sobre os sistemas de engenharia e dessa forma, viabilizam a fluidez pretendida e promovem a ampliação de múltiplas relações espaciais no território. Este uso corporativo do território se efetiva por meio do controle dos fixos e fluxos (SANTOS; SILVEIRA, 2014).

De fato, as gigantes firmas mundiais de tecnologia, as Big Tech, e as grandes corporações mundiais de serviços de data center - que têm por trás de suas estratégias os interesses dos fundos de investimentos globais que as controlam - ao dominarem o mercado mundial de data centers e as infraestruturas conectivas que sustentam os fluxos imateriais de suas atividades, passaram a comandar também parte significativa das dinâmicas socioespaciais mundiais. No contexto territorial do Brasil, essa supremacia se consolidou ao longo da última década e se iniciou a partir da Região Sudeste.

Historicamente, os principais fixos convergiram para a Região Sudeste do território (CORRÊA,1996). Em razão desta convergência, os fluxos são mais adensados e acelerados na maioria dos estados desta região, o que faz atrair as maiores empresas mundiais de serviços data centers para os estados do Sudeste.

O padrão topológico evidencia essa preponderância por meio da expressiva concentração de data centers no estado de São Paulo. O estado paulista abriga a maioria expressiva dos data centers localizados no país com 119 instalações, aproximadamente 23% do total dos 522 data centers levantados pela nossa pesquisa. Os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais seguem este padrão, embora com quantidades notavelmente menores, contando com respectivamente 41 e 36 unidades.

Por meio da topologia, verifica-se também que os estados da Região Sul do Brasil, juntamente com o Distrito Federal, possuem alta concentração de data, em comparação com os demais estados brasileiros. Tendo em conta a média de aproximadamente 19 instalações por unidade federativa, estas unidades federativas abrigam mais de 30 data centers em seus respectivos territórios, ultrapassando consideravelmente a média nacional observada.

Nossa pesquisa apontou que no estado do Paraná estão localizados 35 data centers. Esse número pode ser explicado pela maior proximidade com a maior fonte de energia elétrica do país, a Usina Hidrelétrica de Itaipu. Esta proximidade possibilita o fornecimento abundante e estável de energia, com um custo menor, já que o estado possui uma das tarifas mais baixas de energia elétrica do país, ainda que o sistema de energia nacional seja interligado (BRASIL,2022).

Os data centers situados no Rio Grande do Sul e Santa Catarina suportam o ritmo das economias deste estados, posicionadas respectivamente com o quarto e sexto maior PIB estadual do país. O estado catarinense se destaca, por seus programas de redução de melhores alíquotas tributárias de ICMS, ISS e IPTU, especialmente nas cidades de Florianópolis e Joinville.

A realidade expressa pela topologia nas duas macrorregiões geográficas analisadas é resultante das dinâmicas que impõem novos conteúdos em razão das amplas alternativas de realização, produção e circulação de bens tangíveis e intangíveis. Como descrito por Santos e Silveira (2014, p.53), trata-se da “irradiação do meio técnico-científico-informacional que se instala sobre o território, em áreas contínuas no Sudeste e no Sul ou constituindo manchas e pontos no resto do país”.

Por sua vez, o Distrito Federal, que abriga 34 data centers, que representam a expressiva maioria dos data centers governamentais de âmbito federal. Estas instalações armazenam e processam dados relacionados à administração pública do país em suas inúmeras atribuições, daí se concentrarem em Brasília. Destacam-se os data centers do SERPRO, considerada como a maior empresa pública de TI do mundo (SERPRO,2023) e do Tribunal Superior Eleitoral que se conecta outros data centers desse órgão localizados em todos os estados da federação.

Ao direcionarmos nosso enfoque analítico para a topologia dos estados que compõem a Região Nordeste, constatamos que Ceará e Bahia possuem um número próximo à média nacional de data centers. Esses números são fundamentados pela presença de parques eólicos nestes estados. Dotados de significativa capacidade de geração de eletricidade com custos inferiores em relação a outras fontes energéticas, a proximidade a estes parques possibilita a aquisição energia limpa e uma considerável diminuição das despesas operacionais dos data centers, uma vez que o custo energético corresponde a cerca de 25% do total dos custos de funcionamento destas instalações.

Além desses fatores, é importante destacar que os estados da macrorregião Nordeste estão geograficamente localizados na porção mais à leste, tanto no território brasileiro como no continente sul-americano, o que favorece as conexões de cabos submarinos que interligam o Brasil com outras regiões do mundo. Na atualidade, dos 16 cabos submarinos que se conectam ao território brasileiro, 10 deles são direcionados para de Fortaleza, no Ceará¹¹⁸.

¹¹⁸A cidade de Fortaleza é uma mais conectadas por cabos submarinos no mundo (BRAGION *et al.*, 2023).

As empresas de cabos submarinos e também de data centers aproveitam esta vantagem geográfica e estrategicamente instalam estes centros de dados próximos aos pontos de atracação dos cabos em terra, visando redução de latência.

Este é o caso da empresa angolana Angola Cables, proprietária do cabo submarino SACS (South Atlantic Cable System), que liga o Brasil a Angola, unindo as cidades de Fortaleza, no Ceará e Luanda, no continente africano.¹¹⁹ A empresa possui um data center anexo ao ponto que conecta o cabo SACS à praia do Futuro, em Fortaleza.

O estado de Pernambuco destaca-se na região em virtude da presença de um importante parque tecnológico em Recife, o Porto Digital, que conta com empresas de ponta que atuam na produção de software e fornecimento de serviços de TICs, IoT e automação para clientes de todo o mundo. Neste estado também estão localizados três polos industriais na cidade de Goiana.

A cidade costeira de Goiana está situada próxima a portos e aeroportos da região, fator que lhe confere vantagens locacionais por conta da facilidade para realização de operações logísticas nacionais e internacionais (exportação)¹²⁰. Seu Polo Automotivo concentra espacialmente uma cadeia produtiva automobilística nas proximidades da empresa transnacional automotiva Stellantis N.V., que concentra naquela unidade grande parte de suas operações no Brasil¹²¹. O Polo Vidreiro tem como foco na produção de vidros planos, aproveitando a presença de sílica de alta qualidade na região. Já o Polo Farmoquímico está focado na fabricação de produtos hemoderivados e fitoterápicos. As empresas localizadas nestes polos e suas cadeias produtivas demandam múltiplos serviços fornecidos por data centers.

O crescimento econômico do estado também é um aspecto relevante neste contexto. O PIB da região metropolitana de Recife é o sétimo maior do Brasil entre as regiões metropolitanas, enquanto o PIB do estado de Pernambuco é o décimo maior do país (IBGE, 2023b).

¹¹⁹ O SACS foi o primeiro cabo submarino do Hemisfério Sul a conectar a África à América do Sul.

¹²⁰ A cidade de Goiana, situada no litoral norte do Estado de Pernambuco, dista cerca de 60 km de Recife-PE e de João Pessoa-PB. Em um raio médio de 100 km de Goiana estão localizados três portos marítimos e dois aeroportos: Porto de Suape-PE, Porto do Recife-PE, Porto de Cabedelo-PB, Aeroporto Internacional de Recife e Aeroporto Internacional de João Pessoa-PB.

¹²¹ Stellantis N.V. é um grupo automotivo franco-italo-estadunidense multinacional formado a partir da fusão da montadora italo-estadunidense Fiat Chrysler Automobiles com a empresa francesa PSA Group, detentora das marcas Peugeot e Citroën.

Nas Regiões Centro-Oeste e Norte, observa-se uma prevalência de data centers governamentais abrangendo todas as esferas do setor público. Ressalta-se se a presença de data centers em instituições de ensino superior federais e estaduais, muitas das quais estão interconectadas por meio de redes. Ademais, nos estados de Mato Grosso e Rondônia, foram implementados programas direcionados à redução das alíquotas tributárias de impostos como o ICMS, ISS e IPTU, em especial em suas capitais.

Particularmente na Região Norte, ainda que próxima a grandes usinas hidrelétricas, o que garantiria a oferta abundante de energia, a instabilidade da energia elétrica fornecida se constitui como óbice para a implantação de data centers em diversos pontos daquela região do país.

Ao relacionarmos a concentração de data centers com os estados brasileiros, destaca-se uma concentração extraordinária destes objetos técnicos no estado de São Paulo, como já mencionado. A aglomeração observada é decorrente, dentre outros fatores, da disparidade na distribuição de densidades materiais e normativas no território. Como resultado, apenas certas regiões tornam-se apropriadas para atender aos requisitos de competitividade (CASTILLO, 2011; BERNARDES; CASTILLO, 2019) que os grandes *players* do mercado de serviços de data centers demandam. Esse aspecto desde já parece se constituir em um elemento explicativo para a distribuição espacial desses centros de dados no território brasileiro.

Este tipo de seletividade é tanto setorial quanto geográfica, com tendência de se acentuar progressivamente ao longo do tempo, alcançando sua expressão máxima durante o período tecnológico contemporâneo (2005).

As áreas de maior concentração de data centers no país coincidem com as áreas de maior densidade técnica e capital. Esta maior densidade é decorrente, em muitos casos, de estratégias conduzidas por governos estaduais e municipais para atração de empresas. Na prática, estas ações têm se efetivado, majoritariamente, por meio da concessão de incentivos fiscais, legais, isenções e benefícios de variadas formas, incluindo ainda a doação de terrenos, instalação de infraestruturas, e a flexibilização de regulações. Entretanto, estas estratégias localizadas desconsideram as implicações negativas na totalidade do território brasileiro.

Sob uma perspectiva regional, a Região Concentrada, como definido por Santos e Silveira (2014), que é caracterizada por manchas de alta densidade técnica e infraestruturas de redes que favorecem a fluidez e a eficiência, apresenta a maior concentração de data centers do país,

contrastando com a maior parte do território que apresenta espaços com menor fluidez e produtividade, e por sequência menor concentração destes objetos técnicos.

Os espaços de alta fluidez se tornam mais propícios às atividades econômicas modernas e aos fluxos de capital de empresas e governos. Assim, os lugares são mais “‘exitosos’ quanto maior a sua carga de modernidade. Suas virtualidades decorrem, então, da sua densidade técnica, “o conjunto de objetos modernos que abriga”, enfatiza Silveira (2002, p.45).

Notadamente, a topologia representa a lógica espacial das empresas de serviços de data centers e suas estratégias de uso dos territórios em que operam. Estas ações são efetivadas por meio de análises matematizadas complexas e seleção de pontos no território mais funcionais e economicamente eficazes às operações corporativas. Por serem práticas altamente seletivas, consideram minuciosamente as características de infraestruturas e redes de distintos tipos, sistemas de engenharia, além da presença e perfil de consumidores, fornecedores e distribuidores (SANTOS; SILVEIRA, 2014), além de outros fatores que complementam o funcionamento da empresa e sua cadeia produtiva.

Dessa maneira, as grandes empresas formatam uma topologia própria no território, fundamentada em uma lógica de mercado que é efetivada espacialmente com a colaboração dos governos. De fato, o padrão concentrador, ressaltado na topologia, reproduz o padrão de desigualdades socioespaciais historicamente existentes no território brasileiro.

A Macrorregião Sudeste continua sendo privilegiada com a maior proximidade e acesso a conjuntos de data centers, em detrimento, especialmente, da Região Norte, que continua sendo preterida pelos agentes hegemônicos tributários dos discursos da globalização que controlam as empresas de tecnologia. Tal realidade socioespacial instável configura múltiplas diferenciações territoriais, um processo complexo e distinto que cria novas hierarquias e disparidades em diferentes escalas geográficas (VELTZ,1999)

Evidente e insidiosa, esta ambivalência manifesta uma desigualdade que se intensifica continuamente à medida que a divisão territorial do trabalho igualmente se acentua, aprofundando e acelerando as assimetrias socioespaciais existentes. O reconhecimento dessa realidade excludente torna imprescindível a inclusão, nos estudos sobre data centers, de análises sobre as diversas implicações sociais de diversas ordens e escalas que provocam.

4.3 Integração Digital do Território e a Multirrede de Data Centers

O funcionamento de data centers exige operarem em conjunto com redes interconectadas e distribuídas espacialmente que habilitam uma integração de funções, que por sua vez, impulsiona a integração digital do território. Nessa estrutura técnica, cada rede geográfica direciona “seus fluxos internos e externos, [que] articulam lugares concretos com papéis definidos” (Corrêa, 1999,p.65).

Hoje, estamos diante de uma integração digital que cobre o território nacional, em razão da difusão espacial de data centers e das redes telemáticas terrestres e aquáticas, de alcance intravertido e extravertido, que os interliga em escala nacional e mundial.

Assim, as redes de data centers se conectam a outras redes desses objetos técnicos e também às redes de seus clientes, configurando assim uma vasta e ramificada multirrede digital que perpassa o planeta. Esta multirrede de dados é suportada por uma complexa estrutura tecnológica também distribuída globalmente, sendo deliberadamente planejada para operar de modo incessante, convergente e sincronizado.

Este conjunto de sistemas, especificamente programados para captar, armazenar, analisar e transmitir dados, é controlado pelas grandes empresas de tecnologia e pelo capital financeiro, e se constitui em uma nova força produtiva. Seu dinamismo abrange um espectro que compreende desde a coleta e armazenamento de dados em data centers para objetivos comerciais, destinados aos bilhões de usuários de dispositivos fixos e móveis conectados à internet, até a extração, processamento e transmissão de trilhões de dados transacionais provenientes de empresas operando em inúmeros setores e distribuídas em distintas regiões do planeta.

A localização dos data centers e a configuração e abrangência das redes de fibra óptica¹²² no território evidenciam uma integração digital corporativa de lugares precisamente selecionados. Esses subespaços tornam-se continuamente integrados à geração de uma mais-valia global (SANTOS, 2012).

Evidência emblemática do atual período da globalização, a integração digital territorial é também uma integração de mercados nacionais e internacionais. O estabelecimento ou não de conexão com lugares, transformados em mercados pelas grandes empresas de tecnologia,

¹²² Abordamos no Capítulo 5, aspectos das redes de fibra óptica no Brasil.

à multirrede digital de data centers, evidencia o grau de interesse das maiores empresas de serviços de data centers por esses lugares.

Inseridas em um contexto de acirrada competição, tanto no âmbito nacional como internacional, as corporações de data centers precisam implementar eficazmente suas estratégias empresariais no território para serem competitivas, provocando, assim, uma intensificação do uso corporativo do território e por consequência desigualdade. Como facilitadores desse processo, os governos, em suas variadas escalas, operam em conjunção com as grandes empresas, contribuindo para a mercantilização dos lugares e ampliação das assimetrias socioespaciais.

Compreendemos que as grandes empresas de serviços de data centers podem ser conceituadas como redes que se ramificam sobre os territórios. Com efeito, o processo de integração digital é funcional às estratégias de formação de um mercado único e segmentado; “único e diferenciado; um mercado hierarquizado e articulado pelas firmas hegemônicas, nacionais e estrangeiras que comandam o território com apoio do Estado. Não é demais lembrar que, ainda aqui, mercado e espaço, e, mercado e território, são sinônimos. Um não se entende sem o outro”, adverte Santos (2005, p.89).

De maneira acelerada, a multirrede de data centers e suas conexões, se tornaram estruturas obedientes aos interesses dos agentes hegemônicos do capital financeiro que as controlam, por isso, emergem como elementos propulsores de disparidades territoriais.

Em uma dupla perspectiva, estas estruturas, por um lado, viabilizam a integração digital territorial; contudo, por outro, instauram seletividade ao estabelecerem conexões entre determinados pontos, enquanto negligenciam outros, ou quando efetuam conexão entre todos os pontos, mas de modo heterogêneo. Esse caráter dual intrínseco às redes promove desigualdade, engendrando, assim, processos de diferenciação no território, que fundamenta a concretização de um processo de integração digital caracterizado por severas distorções territoriais, econômicas, sociais e políticas.

5

O Cluster de Data Centers na Região Metropolitana de Campinas/SP

5. O Cluster de Data Centers na Região Metropolitana de Campinas/SP (RMC).....	193
5.1 Concentração de Atividade Econômica e Território	194
5.2 Quociente Locacional de Data Centers (QLDC).....	214
5.3 Cluster de Data Centers e Densidade de Dados na RMC.....	231

5. O Cluster de Data Centers na Região Metropolitana de Campinas/SP (RMC)

As empresas, de qualquer atividade econômica e tamanho, são compelidas a formular suas principais estratégias corporativas. O conceito de estratégia corporativa pode ser compreendido como o processo que inclui a seleção de produtos e serviços, bem como a delimitação dos mercados e lugares onde a empresa pretende competir (ANSOFF, 1988). Portanto, definir uma estratégia empresarial passa por analisar aspectos geográficos visando determinar a estratégia espacial de uma empresa (SCOTT,2003; FLORIDA; ADLER,2022).

Em virtude de cada lugar possuir dinâmicas espaciais vinculadas a processos sociais específicos, é essencial que as firmas as compreendem, dada a inerente interação e indissociabilidade entre as dinâmica sociais e as espaciais. Massey observa, “não há processo espacial sem conteúdo social, o espacial não existe como um reino separado (2008, p.3).”

A atual e disseminada utilização das novas TICs, tem transformado diversas atividades econômicas que se realizam nos lugares, resultando em modificações expressivas na organização socioespacial e na concentração destas atividades.

As estratégias geográficas implementadas pela maioria das empresas de serviços de data centers são fundamentadas por análises complexas e detalhadas que avaliam numerosos critérios locais específicos. Esses critérios são cruciais para a definição do melhor lugar para a instalação destas empresas, considerando, entre outros aspectos, as demandas infra estruturais e as relações espaciais indispensáveis para o funcionamento destas firmas.

A análise do fator relacional tem como objetivo central efetivar, aquilo que André Fischer (1990, p.14) denomina de “imperativo sinérgico” em diversas escalas, especialmente na escala local. Isso visa estabelecer uma base de cooperação com os variados agentes econômicos e institucionais, sejam eles públicos ou privados, e promover parcerias entre firmas para habilitar uma dinâmica coletiva que suporte o completo funcionamento de um data center.

Nessa parte do trabalho, analisamos a preferência das empresas de serviços de data center por localidades específicas nos territórios que podem levar à concentração espacial desta atividade.

Também abordamos e discutimos as diferentes teorias que explicam a concentração de atividades econômicas e investigamos mais de 120 critérios locacionais utilizados pelas empresas de DCs. Por fim, apresentamos o índice de concentração de data centers que formulamos, o QLDC (Quociente Locacional de Data Centers), mensuramos a concentração destes objetos técnicos na Região Metropolitana de Campinas (RMC) e analisamos as características distintivas do cluster de data centers que confere maior densidade de dados àquela região metropolitana paulista .

5.1 Concentração de Atividade Econômica e Território

Assumimos como pressuposto metodológico que cada período histórico pode ser apreendido como uma ordem socioespacial, um recorte temporal da formação socioespacial, que demanda trabalhos analíticos em duas frentes essenciais e complementares (SANTOS; SILVEIRA,2014).

A primeira frente, com enfoque na utilização do território, busca entender como o território é usado no presente, a partir das interações que envolvem as variáveis ascendentes¹²³ do período (SANTOS,2012). Na atualidade, estas variáveis são a tecnologia, a ciência, os dados, as informações e as finanças. A análise dessas variáveis aponta como funcionam os territórios e expõe as forças hegemônicas que nele atuam.

A segunda frente deve focar as dinâmicas, buscando evidenciar como o território está sendo usado e como poderia ser usado, considerando assim, as possibilidades do atual período que podem ou não serem efetivadas (SANTOS; SILVEIRA,2014). Governado pela ciência e tecnologia, o espaço geográfico da atualidade tem suas articulações e movimentos orquestrados pelos agentes hegemônicos que comandam estas variáveis.

Fundamentados nessa abordagem integrada buscamos obter uma visão abrangente e aprofundada das relações entre concentração de atividade econômica e território. A concentração de empresas em determinados lugares pode ser entendida como resultado do uso estratégico do território pelas forças hegemônicas atuais.

¹²³ Hoje, uma destas variáveis proeminentes é a inteligência artificial (IA), que tem como base funcional os dados. A inteligência artificial é “uma variável ascendente dentro de uma variável determinante e dominante, a tecnociência, porque aprofunda e diversifica a divisão social do trabalho e aparece como motor novíssimo da divisão territorial do trabalho”, aponta Silveira(2022). Para Baumgartem (2006), a técnica incorpora a ciência para converter-se em tecnociência, que é transmutada em mercadoria de alto valor e inserida no cotidiano das sociedades contemporâneas.

5.1.1 Estratégias Locacionais Empresariais

Toda empresa e setor de atividade econômica engendra uma lógica territorial que tem como expressão perceptível uma topologia de geometria mutável, constituída por um grupo de lugares conectados, interdependentes, além de áreas funcionais à operação da empresa que excede a ação da própria firma e se delinea na sociedade (SANTOS,2012). Tais lugares são fundamentais para o funcionamento de suas operações. Assim, enquanto a topologia é uma evidência manifesta, a lógica territorial das firmas é quase imperceptível.

Complexa e subjacente, a lógica territorial é constituída por procedimentos e atividades corporativas específicas e estratégicas que configuram o *modus operandi* da empresa no espaço geográfico. O propósito final é obter benefícios em outras escalas espaciais, sobretudo a global (SANTOS,2012). Ao efetivarem suas estratégias locacionais empresariais no espaço geográfico, visando obter vantagem competitiva em escala global, as empresas subordinam e condicionam os lugares à essa lógica global, impondo seletividade ao espaço geográfico.

O espaço geográfico recebe novos conteúdos que são acrescentados a cada novo período histórico (SANTOS, 1991). No período vigente, essas adições são designadas pela técnica, ciência, dados e informações que determinam as dinâmicas de composição, organização e reestruturação dos lugares.

Por seu caráter excludente, a modernidade, entendida como resultado do processo de modernização e que se realiza por meio dos objetos e das ações que os agentes hegemônicos comandam (TOURAINÉ, 2003; BAUMAN, 2016), não atinge de modo uniforme o território, gerando, dessa forma, diferenciação funcional entre os lugares e, por consequência, hierarquização territorial (SANTOS;SILVEIRA, 2014).

Dentre muitos modos, a hierarquização do território se efetiva por ações que visam a inserção do lugar nas dinâmicas globais, como a instalação de sistemas de engenharia e investimentos em infraestruturas (SANTOS,2014) . Como nem todos os lugares possuem as mesmas condições infraestruturais e densidade técnica, somente algumas porções do território tornam-se aptas e preparadas para receberem investimentos e projetos de implantação de empresas.

As localidades que recebem os novos aportes financeiros com seus projetos de novas instalações corporativas se convertem em áreas mais funcionais aos projetos da globalização e, portanto, subordinadas aos interesses de agentes, comumente, externos ao território.

A seletiva e excludente difusão técnica desestabiliza o equilíbrio espacial preexistente devido à modificação dos conteúdos do espaço geográfico, resultando na manifestação combinada de concentração e dispersão nos territórios e gerando, por conseguinte, novos critérios locacionais, nos diz Santos (2001).

Como resultado direto desse processo, a dinâmica entre diferenciação e heterogeneização dos lugares intensifica-se, e a divisão territorial do trabalho, intrínseca a esse processo, é acentuada, gerando uma nova ordem espacial (FISCHER; MALEZIEUX, 1999; SANTOS, 2012).

Conduzido por empresas e governos, esse processo que carrega seletivamente de técnica o território, requalifica e transforma os lugares em fornecedores da produção globalizada¹²⁴. Designados como “espaços nacionais da economia internacional”, os territórios evidenciam o seu uso corporativo e produzem implicações negativas em várias escalas (SANTOS, 1977, 2000; CASTILLO, 2011; SILVEIRA, 2007). As empresas também desenvolvem estratégias corporativas especificamente aplicadas ao território para impedir ou minimizar as ações de firmas concorrentes, visando manterem ou ampliarem suas vantagens competitivas e minimizarem riscos de insucesso operacional e financeiro (PRITCHARD, 2020). Tais ações também provocam desordem territorial.

Entre os efeitos colaterais perversos dessa assimetria espacial estão as disputas locacionais. Esta guerra entre lugares, (SANTOS, 1999b), promovida pelas firmas é estabelecida com suporte de políticas que equipam de maneira desigual os lugares e privilegiam as novas materialidades (AGNEW, 2017). As políticas desse tipo têm reforçado o poder corporativo (TAYLOR, 1996; DOWBOR, 2017) que aliena o território, com o objetivo de direcionar e controlar seu uso (CATAIA, 2003; RIBEIRO, 2004; SANTOS, 2011; ZUBOFF, 2020).

Dentre as decorrências destas forças atuantes no território, estão as reivindicações por expansão e renovação de infraestruturas, assim como por adaptações espaciais (GOTTDIENER, 1997), juntamente com as exigências de novos modos de regulação do uso destes objetos técnicos, como destaca Castillo (2017).

¹²⁴ A aceitação total do efêmero, do fragmentário, do descontínuo e do caótico é, na opinião de David Harvey, o fato mais apavorante do pós-modernismo que nos levaria a considerá-lo como “uma condição histórico-geográfica de uma determinada espécie” (2012, p.49 e 294).

5.1.2 Teorias de Concentração de Atividade Econômica

Partimos da premissa de que existem distintas categorias de aglomeração de empresas de inúmeros setores econômicos. Entendemos que cada uma destas categorias é correspondente a uma lógica própria de localização em cada território.

Sob uma perspectiva epistemológica, as teorias de localização de atividades econômicas foram gradativamente incorporadas ao conhecimento geográfico através dos estudos pioneiros elaborados pelos germânicos Johann Von Thünen (1826), Alfred Weber (1909), Walther Christaller (1936) e August Lösch (1950). O conjunto do trabalho destes autores constitui a chamada teoria “clássica” da localização. Estas teorias não tinham como propósito explicar o mundo real, mas apenas propiciar um ambiente favorável para análise de determinados aspectos dos fenômenos espaciais.

Posteriormente, na década de 1960, o geógrafo sueco Gunnar Törnqvist (1968), aluno de Torsten Hägerstrand, também geógrafo e que se destacou por suas pesquisas sobre difusão espacial das inovações, apontou insuficiências nas teorias clássicas de concentração econômica. Törnqvist (1968) observou que aquelas teorias não possuíam capacidade explicativa para as emergentes realidades econômicas da época, uma vez que, entre outros aspectos, negligenciavam os processos de comunicação e organização entre os agentes produtivos. Esses processos, por sua vez, resultavam na tendência à concentração de atividades no espaço geográfico.

Alan Pred (1978), também discípulo de Hägerstrand, igualmente evidenciou limitações das teorias clássicas de localização, ao destacar, no final dos anos 1970, a importância dos fluxos informacionais como fator explicativo da urbanização.

A partir da década de 1990, algumas teorias sobre aglomeração e proximidade de empresas tiveram destaque pela abrangência teórica e operacionalidade de seus conceitos. Entre estas novas formulações teóricas, destacamos as teorias dos Novos Espaços Industriais (NEI), dos Distritos Industriais e dos Clusters. Por serem funcionais ao tema desta pesquisa e possuírem, em boa medida, poder explicativo de alguns aspectos da realidade geográfica no atual período histórico, analisaremos, a seguir estas três teorias.

► ***Teoria dos Novos Espaços Industriais (NEI)***

A teoria dos Novos Espaços Industriais (NEI) ganhou destaque nas análises de concentração espacial de firmas pela facilidade de aplicação dos seus princípios em variados contextos territoriais. Esta teoria aponta que a aglomeração de empresas possibilita a redução dos custos de transporte e custos de transação. Também chamada de Nova Teoria de Geografia Econômica, destacou-se por meio dos trabalhos de Scott, Storper e Krugman. Com base em um enfoque regulacionista, essa teoria procurava apreender as relações entre indústria e espaço geográfico, tendo como marco a virada tecnológica ocorrida no final da década de 1960 no EUA.

A abordagem dos novos espaços industriais se associava com o panorama de reestruturação produtiva, da crise do fordismo e da emergência da flexibilidade na produção industrial. Contudo, foi a partir das pesquisas realizadas por Allan Scott (2005) que a redução dos custos de transação foi definida como principal fator para formação dos “novos espaços industriais”, usualmente espaços com atividades intensivas em tecnologia¹²⁵.

A premissa principal enfatiza a tendência para a desintegração vertical da produção e decorrente constituição de redes de empresas, em circunstâncias de proximidade espacial, de modo a reprimir aumento dos custos de transporte. Segundo Benko (1993), o processo de desintegração vertical de uma grande empresa ocorre quando as diferentes etapas da produção não se realizam na mesma empresa. Portanto, à medida que o sistema industrial evolui, observa-se uma propensão para um aumento do número de firmas focadas em fases do processo de produção. Simultaneamente, ocorre o aprofundamento da divisão territorial do trabalho que acentua as formas de interdependência no sistema de indústrias.

As relações entre empresas envolvem custos para as corporações, chamados de custos de transação (KRUGMAN,1991), que elas procuram reduzir por meio da formação de redes, nas quais predominam formas de colaboração e de cooperação, incluindo formas de interdependência não mercantil (STORPER, 1995). A organização em rede permite obtenção de maior flexibilidade no sistema industrial, configurando uma vantagem significativa em um período marcado pelo regime de acumulação flexível (HARVEY, 2012).

¹²⁵ O exemplo mais estudado foi o Vale do Silício na Califórnia.

As razões subjacentes à estruturação destes espaços são, no entanto, mais complexas em termos de determinação, em razão de serem considerados fatores acidentais, associados a determinadas circunstâncias espaço-temporais singulares, denominadas por Scott e Storper (1987) de janelas de oportunidade de localização. Em síntese, a constituição de novas atividades surge “naturalmente” em determinados lugares, e logo que se estabiliza o sistema socioprodutivo, a janela de oportunidade de localização se fecha para outros agentes econômicos.

Desse modo, a constituição destas concentrações espaciais contraria a teoria da causalidade cumulativa de Myrdal (1968), que legitima as vantagens das velhas economias de aglomeração, as quais deixam de ser relevantes por conta das constantes mudanças tecnológicas nas atividades das empresas, que permitem que se localizem em outros pontos do espaço geográfico.

A combinação imprecisa e insuficiente dos elementos causais e contingentes na escala local que fundamentam a geração do “novo espaço industrial” limita o poder analítico desta teoria. Adicionalmente, o fator espontaneidade considerado na constituição destes espaços restringe os processos de elaboração de políticas direcionadas ao desenvolvimento exterior a eles. Ainda assim, A.J. Scott e M. Storper (2010) apontaram que, em alguns períodos específicos da história, as economias de aglomeração não designam a qualidade do crescimento econômico.

► ***Teoria dos Distritos Industriais***

A teoria precursora que fundamentou a noção de distritos industriais, elaborada pelo economista inglês Alfred Marshall no início do século XX, tem sido retomada para explicar o sucesso de aglomerações industriais, em especial de Pequenas e Médias Empresas (PME).

Caracterizado como um processo de desconcentração industrial, conforme destacado por Marshall (1920), que tem como premissa a estruturação de uma rede constituída sobretudo por PME, ganhou evidência em lugares densos em interações e iniciativas colaborativas entre empresas e instituições locais.

Os distritos industriais italianos exemplificam este modelo de organização produtiva, sendo notadamente revistos por Giacomo Beccatini (1979), durante o período do declínio do modelo fordista. A crise desse paradigma de produção industrial gerou questionamentos nas pesquisas sobre o tema centro-periferia, configuração espacial adotada pelo paradigma fordista, conforme discutido por Amin e Thrift (1992).

Elemento estrutural do conceito de distrito industrial *marshalliano*, a aglomeração das empresas em distritos possibilita redução dos custos de transação, gerando economias de escala externas às firmas que operam internamente ao distrito.

As trocas contínuas entre as firmas integrantes do tecido industrial local, a presença de força de trabalho qualificada localmente e a prestação de serviços locais focados em aumento de produtividade e eficiência comercial das empresas do distrito, configuram uma eficácia coletiva, que se converte em vantagem competitiva.

Com efeito, o distrito de Marshall é um tipo de sistema produtivo local definido por forte divisão do trabalho na escala local entre empresas especialistas em diferentes fases de um processo produtivo. Este distrito é caracterizado pela intensa concentração de PME em um setor específico e indissociabilidade do sistema industrial da sociedade local (BECATTINI, 1994). As externalidades *marshallianas* decorrem da proximidade entre firmas de um mesmo ramo industrial e da facilidade ampliada de troca de conhecimento sobre novos produtos e novos processos de manufatura (BRESCHI; LISSONI, 2001).

A troca de informação entre os trabalhadores de múltiplas empresas dentro do mesmo setor industrial gera possibilidades de concepção de tecnologias disruptivas no setor, intensificando os níveis de especialização econômica. Essa externalidade se torna uma vantagem que as empresas aproveitam positivamente por estarem localizadas no distrito industrial, já que, estando próximas às fontes de informação e conhecimento, podem introduzir novos produtos, melhorias e tecnologias mais rapidamente que seus concorrentes situados em outras regiões. A criação de relações confiáveis e recíprocas entre firmas e o envolvimento da comunidade local são elementos indispensáveis para o intercâmbio bem-sucedido de conhecimento (BECATTINI, 1994).

A heterogeneidade de aglomerações industriais de PME com atributos similares ao modelo *marshalliano* motivou o economista Gioachino Garofoli (1994), pesquisador dos aspectos relacionais que envolvem interações entre empresas, a formular uma tipologia de aglomerações industriais. Esta tipologia compreende três categorias principais, que variam gradualmente de acordo com intensidade de integração (da mais fraca para a mais forte): áreas de especialização produtiva, sistemas produtivos locais e áreas-sistema. Notavelmente, esta última categoria possuiria um perfil semelhante ao distrito industrial.

Nessa linha de investigação, Garofoli (1994) elaborou, sob uma perspectiva de política econômica territorial, um conjunto de princípios norteadores para distritos industriais que incluem: i) a melhoria das condições da oferta de trabalho (educação, formação profissional e outros); ii) investimento em infraestruturas de transportes e TICs; iii) fortalecimento da esfera institucional (agências de fomento e desenvolvimento, organizações políticas e sociais); e iv) valorização do fator relacional: confiabilidade, cooperação e relações de interdependência entre firmas.

Apesar dos esforços de pesquisa voltados para aprimorar as condições e dinâmicas territoriais em distritos *marshallianos*, as análises críticas dessa teoria destacam alguns pontos cruciais. Primeiramente, abordam o fato de existirem numerosos e distintos tipos de distritos industriais, muitos dos quais entrelaçados por sólidas redes de subcontratação controladas por firmas com grande influência e poder (MARKUSEN, 1996), o que gera implicações significativas no mercado de trabalho e nas dinâmicas sociais, afastando-se consideravelmente do modelo delineado por Marshall.

No entanto, o questionamento mais severo é sobre o discutível êxito deste modelo que, em boa medida, se associa também à sua limitação relacionada aos aspectos de integração com uma economia globalizada (AMIN; THRIFT, 1992).

► **Teoria dos Clusters**

Ainda que seja pouco específico, o conceito de cluster tem ganhado reconhecimento nas últimas décadas. Sua popularidade se justifica pela frequente inclusão em políticas públicas de desenvolvimento territorial de inúmeros países, pelas incontáveis pesquisas acadêmicas sobre o tema e a ampla utilização deste conceito na geografia, economia, estudos regionais e comércio internacional entre outras áreas.

Sinteticamente, este conceito expressa a ideia das externalidades positivas decorrentes de locações industriais especializadas, concebida por Marshall no século XIX, que apontava que a especialização setorial e divisão de trabalho aumentam a eficiência e a competitividade da firma, impelindo à concentração espacial.

Desenvolvida por Michael Porter, professor de administração de empresas da Universidade de Harvard, com enfoque na competitividade de firmas e regiões, a teoria enfoca a importância da localização. Para o autor, “clusters são concentrações geográficas de empresas e instituições interconectadas numa área de atuação particular. Eles incluem um conjunto de empresas e outras

entidades ligadas que são importantes para a competição”, Porter (1998, p. 2). A localização teria implicação sobretudo, no crescimento da produtividade.

Na perspectiva de Porter, um cluster pode ser caracterizado como conjunto de empresas e instituições relacionadas de um setor específico, com atividades econômicas funcionalmente afins e espacialmente concentradas. Nos clusters, as empresas são, em geral, ligadas através de bases verticais ou horizontais. Os clusters verticais gerariam alta qualidade, enquanto os clusters horizontais fomentariam empresas altamente competitivas. O autor defende, ainda, que as nações não conseguem sucesso competitivo através de firmas que operam separadamente no espaço geográfico, mas em concentrações de empresas conectadas por relações verticais e horizontais.

Nessa linha, as análises de Cook e Hugins (2003) sobre clusters de tecnologia destacam que, neste tipo de concentração, as empresas em proximidade geográfica estão ligadas por meio de relações verticais e horizontais, com infraestruturas de apoio e uma visão partilhada do negócio.

Segundo Roelandt e Hertog (1999), os clusters manifestam três aspectos: i) forte interdependência, pois as empresas do cluster dependem umas das outras para fornecer produtos e serviços; ii) especialização, já que cada empresa no cluster se especializa em uma parte da cadeia de produção de valor, iii) formação de alianças, as empresas do cluster colaboram entre si e com outras organizações, como universidades e institutos de pesquisa.

As pesquisas conduzidas por Boschma e Kloosterma (2005), assim como os estudos de Fernandes e Lima (2006), apontam a centralidade do espaço geográfico nas dinâmicas dos clusters.

Ainda que não exista um consenso sobre uma definição e indicadores de clusters (Cotright, 2006), há certa concordância sobre as principais características existentes em um cluster e as condições necessárias e suficientes, para a sua estruturação. A aglomeração e a interação são alguns atributos que devem estar presentes num cluster como apontam Suzigan (2002), Simmie (2004) e Akgungor (2006).

A aglomeração diz respeito à concentração geográfica de uma indústria e atividades. Já a interação, no âmbito conceitual, pode ser compreendida como o vínculo de coexistência entre os agentes locais, resultando em uma dinâmica de competição e cooperação que, em contra partida, estimula a criação de novos postos de trabalho, impulsiona a produtividade e favorece o fluxo de conhecimento (GORDON; MCCANN, 2000). Dessa maneira, o cluster geraria ganhos distintos dos advindos somente por aglomeração.

Ao analisar aglomerações de empresas, Allen Scott (2005) observa que existe uma tendência endêmica no capitalismo em direção à formação de densos clusters, aglomerações produtivas localizadas, constituídas como economias regionais intensivas em transações que, por sua vez, são enlaçadas por estruturas de interdependência que estão dispersas.

Na mesma direção, a análise sistêmica de clusters elaborada por Steinle e Schiele (2002) concluiu que existem fatores específicos para que um cluster se desenvolva. Os pesquisadores apontam que há duas condições necessárias e quatro condições suficientes para formação de um cluster.

As condições *sine qua non* estão associadas à divisibilidade do processo produtivo e à transportabilidade do produto. A capacidade de dividir cada fase dos processos permite especializações, sendo sua efetivação dependente do volume de negócios e da existência de empresas que possibilitem o processo de fragmentação. Assim, é preciso agentes operando em cada etapa da cadeia de valor para gerar competição e conhecimento no cluster.

A segunda condição necessária, a transportabilidade, determina que quando um produto não poder ser transportado, a localização de seus fornecedores deve ser definida pela localização de seus consumidores, com objetivo de limitar as atividades concorrenciais.

Portanto, para ser competitivo um cluster necessita estar aberto às ações de concorrentes. O produto de sua especialização precisa ser transportável para impulsionar processos de melhoria contínua na qualidade aplicada ao produto e, dessa forma, deixá-lo mais preparado para competir com produtos concorrentes de distintas regiões e nações.

Já as condições suficientes referem-se à coordenação flexível de vários agentes distintos do sistema. Estas quatro condições são: a) cadeia de valor com diversos componentes; b) diversidade de competências; c) redes de inovadores que oferecem à demanda uma variedade de novos produtos por contínuas melhorias de processos; e por fim, d) adaptação à volatilidade do mercado. Desse modo, o tipo de indústria é essencial para a existência de um cluster, pois interfere na organização do processo produtivo.

Dado seu caráter genérico, a noção de cluster pode incluir uma série de lógicas conceituais e embasar ações com foco em decompor a economia em distintos agrupamentos geográficos industriais (ROSENFELD, 2005). No Quadro 5, compilamos e sintetizamos definições do conceito de cluster e seus respectivos autores.

Quadro 5 Relação Sintética de Autores e Definições do Conceito de Cluster.

Autor	Definição
Porter (1998)	Concentrações geográficas de empresas de um setor específico de atividade, que englobam fornecedores especializados, clientes e redes de distintas instituições, resultando em cooperação e competição entre empresas, e estímulo à inovação, eficiência e crescimento econômico.
Roelandt e Hertog (1999)	Redes de produção de empresas fortemente interdependentes, incluindo fornecedores especializados, ligados entre si numa cadeia de produção de valor, com existência de alianças entre empresas, universidades, institutos de pesquisa e clientes.
Suzigan et al. (2002)	Sistemas locais de produção, ou seja, aglomerados de agentes econômicos, políticos e sociais, localizados num mesmo território, que apresentam vínculos consistentes de articulação, intenção, cooperação e aprendizagem. Incluem não somente empresas (produtoras de bens e serviços finais, fornecedoras de inputs e equipamentos, prestadoras de serviços, comercializadoras, clientes e as suas várias formas de representação e associação), mas também outras instituições públicas e privadas direcionadas para a formação e especialização de recursos humanos, pesquisa, desenvolvimento e engenharia, promoção e financiamento.
Cooke e Huggins (2003)	Empresas próximas geograficamente colaboram, estabelecendo relacionamentos verticais e horizontais, utilizando uma infraestrutura de suporte local para impulsionar o crescimento conjunto. As relações envolvem competição e cooperação em um nicho de mercado específico.
Boschma e Kloosterman (2005)	Conceito espacial (uma concentração geográfica), no qual os processos espaciais desempenham um papel proeminente nas relações entre as empresas.
Cotright (2006)	Grupo de empresas que estabelecem ligações com os agentes econômicos e instituições, localizadas próximas umas das outras, podendo obter benefícios dessa proximidade.
Ana Cristina Fernandes e J.P. Lima (2006)	Concentrações espaciais de atividades econômicas setorialmente especializadas que realizam intenso comércio entre si, evidenciando a importância da dimensão espacial para o desenvolvimento econômico. Não é meramente uma simples concentração de agentes econômicos independentes, na medida em que é necessário haver uma intensidade das relações entre as empresas que se encontram no interior da aglomeração.

Assim, é coerente afirmar que para a formação de um cluster, os princípios de flexibilidade e descentralização observados por Becattini (1994) nos Distritos Industriais, persistem como atributos fundamentais dos clusters, diversamente das redes *topdown*, nas quais uma grande empresa lidera firmas subcontratadas.

A complexidade intrínseca aos estudos de clusters reside na seleção e delimitação desse tipo de concentração empresarial, uma vez que a ausência de métricas ou análises precisas, fundamentadas na classificação das atividades econômicas, dificulta sua identificação (MARTIN; SUNLEY, 2003). Outros elementos de complexidade são a determinação e escolha dos agentes e organizações, e ainda a detecção ou formação de novas instituições capazes de impulsionar mudanças positivas no cluster, como assinalam Burfitt e McNeill (2008).

As principais críticas à teoria dos clusters abordam a relativa fragilidade teórica na interpretação de dinâmicas espaciais e na ausência de consideração com as relações sociais e a assimetria de poder existente nas relações interempresas. O intenso foco no aspecto de competitividade faz Arroyo (2006b), alertar que há o risco de assimilar região à empresa, de identificar território como mercado, como se fossem a mesma coisa.

Em cada uma das perspectivas de análise apontadas, existem incontáveis possibilidades de pesquisa. Tais temáticas são de particular importância nas dinâmicas socioespaciais do atual período histórico em que o local se projeta na lógica da competição global.

5.1.3 Critérios Locacionais de Data Centers

Em virtude de especificidades técnicas requeridas, somente alguns pontos no território brasileiro respondem aos exigentes critérios locacionais que possibilitariam a instalação de um data center .

A escolha dos pontos mais adequados para a implantação de um data center é resultado de análises que consideram múltiplos critérios locacionais, que levam em conta o tipo de DC a ser construído e sua finalidade. Para tanto, são empregados métodos com modelos matemáticos de tomada de decisão que ajudam a comparar e escolher os melhores lugares.

Os métodos mais utilizados no setor de DCs são do tipo Tomada de Decisão Multicritério (MCDM),¹²⁶ que engloba critérios quantitativos e qualitativos, além de apontar conflitos entre critérios (DAIM *et al.*,2013; KHEYBARI,2020).

A especificidade da utilização destes métodos reside no fato de que foram concebidos considerando, em seus cálculos, variáveis geográficas, como fatores climáticos, redes de transporte e comunicação, disponibilidade de água e energia, custo do terreno, tributos e impostos entre outras. Adicionalmente, também são incluídas variáveis financeiras, políticas e sociais em suas matrizes de ponderação. Os resultados gerados pela execução do modelo matemático indicam os pontos obtidos em cada critério pelo lugar submetido à análise locacional.

Nosso trabalho de pesquisa realizou um levantamento que definiu 121 critérios de localização utilizados mundialmente por empresas especializadas em analisar e determinar os melhores locais para implantação de data centers. Os critérios levantados foram divididos em 11 categorias distintas que englobaram aspectos como: segurança da instalação/planta, possíveis desastres, atratividade da força de trabalho, condições climáticas, proximidade de fornecedores, entre outros. Apresentamos, no Quadro 6, os critérios agrupados nas categorias que estabelecemos.

¹²⁶ MCDM é a sigla em inglês que identifica o método *Multi-Criteria Decision-Making*.

Quadro 6 Critérios Locacionais Categorizados Aplicados a Data Centers.

(Continua)

#	Critério	Categoria
1	Ocorrência de inundações e enchentes	Desastres naturais
2	Ocorrência de terremotos	Desastres naturais
3	Ocorrência de incêndio florestal	Desastres naturais
4	Ocorrência de furacões	Desastres naturais
5	Ocorrência de tornados	Desastres naturais
6	Ocorrência de deslizamento de terra	Desastres naturais
7	Ocorrência de maremotos	Desastres naturais
8	Ocorrência de nevascas	Desastres naturais
9	Frequência da incidência de raios	Desastres naturais
10	Atividade sísmica	Desastres naturais
11	Nível máximo de neve acumulada /ano	Desastres naturais
12	Atividade vulcânica	Desastres naturais
13	Presença de entidades/sistemas que alertam sobre desastres naturais	Desastres naturais
14	Possibilidade de incêndios em instalações	Desastres causados pelo homem
15	Distância de central nuclear (atividade nuclear)	Desastres causados pelo homem
16	Possibilidade de explosões na planta	Desastres causados pelo homem
17	Crimes contra as instalações	Segurança da planta
18	Crimes contra pessoas	Segurança da planta
19	Nível de criminalidade local	Segurança da planta
20	Estabilidade política	Conjuntural
21	Estabilidade econômica	Conjuntural
22	Disponibilidade de F.T. qualificada na região*	Conjuntural
23	Recursos de acessibilidade	Conjuntural
24	Isenção fiscal para empresas**	Conjuntural
25	Isenção tributária para empresas**	Conjuntural
26	Incentivos fiscais para empresas**	Conjuntural
27	Incentivos tributários para empresas**	Conjuntural
28	Presença de transporte público	Atratividade de F.T.
29	Proximidade de escolas	Atratividade de F.T.
30	Proximidade de hospitais	Atratividade de F.T.

Quadro 6 Critérios Locacionais Categorizados Aplicados a Data Centers.

(Continuação)

31	Existência de parques na região	Atratividade de F.T.
32	Proximidade de estação ferroviária	Atratividade de F.T.
33	Proximidade a áreas comerciais	Atratividade de F.T.
34	Proximidade de aeroportos	Atratividade de F.T.
35	Proximidade a shoppings centers	Atratividade de F.T.
36	Proximidades a áreas de lazer (teatros, cinemas, parques de diversão)	Atratividade de F.T.
37	Proximidade de estação rodoviária	Atratividade de F.T.
38	Acesso a rodovias	Atratividade de F.T.
39	Custo de vida local	Atratividade de F.T.
40	Incentivos estaduais fiscais para cidadãos	Atratividade de F.T.
41	Incentivos municipais para cidadãos	Atratividade de F.T.
42	Proximidade/Disponibilidade de delegacias de polícia	Serviços de emergência
43	Proximidade/Disponibilidade de corpo de bombeiros	Serviços de emergência
44	Disponibilidade de serviços qualificados na região	Proximidade de fornecedores
45	Nível de competência dos fornecedores locais	Proximidade de fornecedores
46	Tipos de serviços qualificados na região	Proximidade de fornecedores
47	Acesso à rede de energia	Recursos operacionais
48	Voltagem da rede de energia	Recursos operacionais
49	Amperagem da rede elétrica	Recursos operacionais
50	Estabilidade da rede de energia (apagões)	Recursos operacionais
51	Duração dos apagões na rede elétrica	Recursos operacionais
52	Acesso às redes telemáticas	Recursos operacionais
53	Custo de energia elétrica	Recursos operacionais
54	Custo da terra	Recursos operacionais
55	Custo de construção	Recursos operacionais
56	Custo do m3 de água	Recursos operacionais
57	Custos de sincronização/investimento em infraestrutura de comunicação	Recursos operacionais
58	Custos de comunicação	Recursos operacionais
59	Conexão com rede de gás natural	Recursos operacionais
60	Nível de pressão da rede de gás	Recursos operacionais

Quadro 6 Critérios Locacionais Categorizados Aplicados a Data Centers.

(Continuação)

61	Temperatura média anual local	Condições climáticas
62	Nível de umidade do ar local	Condições climáticas
63	Temperatura média anual dos recursos hídricos do local	Condições climáticas
64	Possibilidade de uso de energia solar	Condições climáticas
65	Possibilidade de uso de energia eólica	Condições climáticas
66	Número de horas de sol/ano	Condições climáticas
67	Condições climáticas dos últimos dez anos (climatologia)	Condições climáticas
68	Direção dos ventos locais	Condições climáticas
69	Velocidade dos ventos locais	Condições climáticas
70	Nível de poluição atmosférica local	Condições ambientais
71	Nível da poluição das águas fluviais locais	Condições ambientais
72	Nível da poluição de ecossistemas locais (matas, florestas, mares, lagos e rios)	Condições ambientais
73	Tipos de resíduos poluentes presentes no local	Condições ambientais
74	Proximidade com a reservas naturais	Condições ambientais
75	Proximidade com sítios arqueológicos	Condições ambientais
76	Proximidade com áreas tombadas pelo patrimônio histórico e cultural	Condições ambientais
77	Proximidade com APAs (Áreas de Proteção Ambiental)	Condições ambientais
78	Disponibilidade de refrigeração por água (rios, lagos, reservatórios, aquíferos)	Condições ambientais
79	Média pluviométrica anual	Condições ambientais
80	Posição do local em relação ao sol (nascente/poente)	Condições ambientais
81	Topologia do terreno	Condições ambientais
82	Características pedológicas do terreno	Condições ambientais
83	Proximidade com áreas florestais	Condições ambientais
84	Número de <i>cooling degree days</i> (CDD)***	Condições ambientais
85	Restrição da legislação local às empresas intensivas em energia	Normativo
86	Severidade da legislação ambiental sobre poluição do ar	Normativo
87	Severidade da legislação ambiental sobre descarte hídrico	Normativo
88	Permissão para armazenar combustíveis líquidos	Normativo
89	Legislação local sobre características construtivas (nº de andares etc.)	Normativo
90	Legislação sobre emissão de poluentes líquidos	Normativo

Quadro 6 Critérios Locacionais Categorizados Aplicados a Data Centers.

(Conclusão)

91	Facilidade para licenciamento ambiental	Normativo
92	Legislação logística local	Normativo
93	Legislação local sobre tráfego de veículos	Normativo
94	Legislação local sobre suprimento de água subterrânea	Normativo
95	Regulamentações de dados	Normativo
96	Operadores internet de alta velocidade	Infraestrutural
97	Proximidade a <i>backbone</i> de internet	Infraestrutural
98	Existência de mais de um provedor de serviços de internet de alta velocidade	Infraestrutural
99	Conexão de fibra óptica de alta velocidade	Infraestrutural
100	Velocidade média da rede óptica local	Infraestrutural
101	Latência máxima entre a rede óptica local e a da região metropolitana mais próxima	Infraestrutural
102	Possibilidade de expansão da área construída	Infraestrutural
103	Custo de poço artesiano para suprimento de água	Infraestrutural
104	Facilidade de entrada e saída de pessoas (clientes e trabalhadores)	Infraestrutural
105	Proximidade de locais para aproveitamento de água aquecida	Especificidades locais
106	Presença de vibrações	Especificidades locais
107	Interferências sonoras	Especificidades locais
108	Presença de ondas eletromagnéticas	Especificidades locais
109	Nível de ruído	Especificidades locais
110	Distância de rotas aéreas	Especificidades locais
111	Proximidade de locais para aproveitamento de ar aquecido (empresas, estufas)	Especificidades locais
112	Proximidade a bases militares	Especificidades locais
113	Proximidade com sede de sindicatos e organizações desse tipo	Especificidades locais
114	Proximidade com sede de ONGs ambientais	Especificidades locais
115	Proximidade de indústrias poluentes	Especificidades locais
116	Intensidade do tráfego de veículos no entorno	Especificidades locais
117	Presença de escolas técnicas	Especificidades locais
118	Presença de universidades	Especificidades locais
119	Sinergia com empresas locais	Especificidades locais
120	Proximidade de portos	Especificidades locais
121	Distância em relação aos principais clientes	Especificidades locais

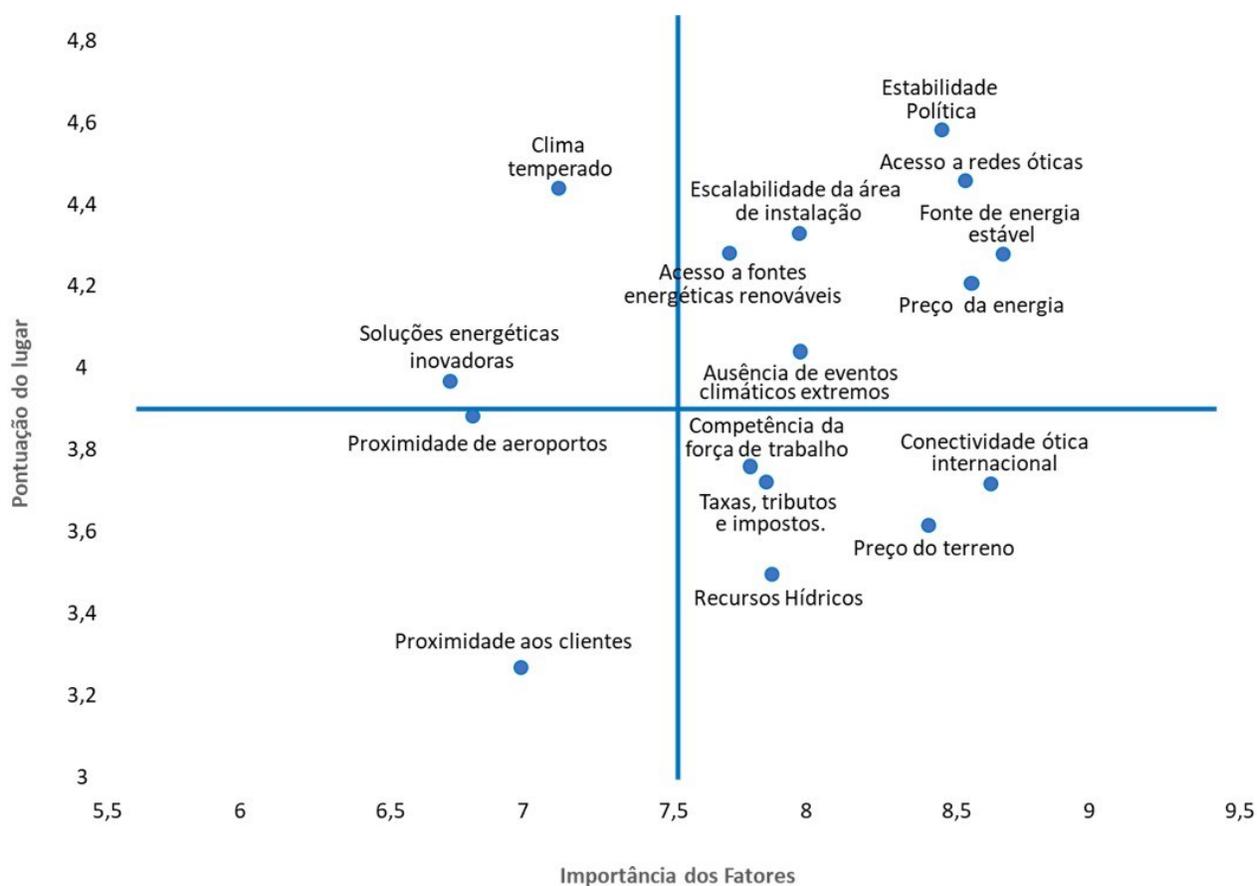
Fonte: Elaboração própria.

*F.T. é a abreviação para Força de Trabalho. **Nas esferas local, estadual e federal. ***CDD (*Cooling Degree Days*) é uma medida que designa a quantidade de energia necessária para resfriar um ambiente, mensurado em quantidade de graus e duração em dias que a temperatura externa atinge um nível específico.

Nas análises para seleção de lugares para implantação de data centers, alguns critérios possuem caráter eliminatório. Estes critérios excluem áreas com ocorrência de eventos climáticos extremos, tais como tornados, furacões e enchentes, e histórico de atividade sísmica. Além destes, outros fatores, como ocorrência de conflitos ou guerras são de igual modo excludentes. Após análise eliminatória inicial, o modelo é populado com os dados de cada lugar avaliado.

No modelo de cálculo, o peso atribuído a alguns critérios é ajustado de acordo com o tipo de data center. Tomemos, como exemplo, um projeto de data center Hiperescalável, que demanda um alto consumo de energia. Nesse caso, o fator preço de energia terá um peso maior do que o atribuído em uma análise locacional para um DC do tipo Multilocação. No Gráfico 9, mostramos o resultado de uma análise realizada em uma região do Norte europeu.

Gráfico 9 Exemplo de Resultado de Análise Locacional para Instalação de um Data Center.



Fonte: Christensen *et al.* (2018). Elaboração própria.

Em virtude dos três elementos essenciais para a implantação de um data center (redes de fibra ótica de alta velocidade, disponibilidade hídrica e energia estável e abundante) estes objetos técnicos demandam sistemas técnicos e de engenharia específicos (SANTOS,2012), e requerem proximidade estratégica a espaços com alta fluidez material e informacional, viabilizados pela implantação de redes e densos nexos tecnológicos.

A maior parcela das infraestruturas que garantem as conexões e redes imprescindíveis para o funcionamento destes objetos técnicos é, em geral, construída com recursos públicos. Motivadas pelo ideário da competitividade espacial (BERNARDES; CASTILLO, 2019), territórios, regiões e cidades competem por investimentos corporativos através da redução ou isenção de impostos, regimes fiscais especiais e oferta de benefícios como doação de áreas, dotação de infraestruturas e afrouxamento de legislação ambiental entre outras ações. Esta competição estabelece um contexto de guerra entre lugares (SANTOS; SILVEIRA, 2014), já mencionado.

As empresas mais poderosas escolhem os pontos que consideram instrumentais para a sua existência produtiva. É uma modalidade de exercício do seu poder, observa Arroyo (2004), que configura o uso corporativo do território e sua hierarquização.

A busca por lugares mais próximos aos centros urbanos, áreas com maior densidade populacional e atividade econômica, como estratégia para redução de latência pela maior proximidade com clientes, faz aumentar os custos dos projetos de implantação de data centers. Isso ocorre em razão dos preços mais levados dos terrenos, que guarda relação direta com a proximidade física destes objetos técnicos.

Em razão desta elevação, a variável preço do terreno tem sido decisiva na maioria das análises locacionais (GILLY,2019; LIU *et al.*, 2020; TUREK; RADGEN, 2021). Em uma ordem de importância, depois dos três elementos principais de maior peso, nas análises de projetos de implantação de data centers, o fator preço do terreno/tamanho da área tem ganhado relevância.

O Gráfico 9 ilustra esta situação, ao mostrar, no quadrante inferior direito, que o valor de terreno/tamanho da área é um fator importante e que pondera negativamente na análise do lugar avaliado. Este fato tem aumentado a presença das maiores empresas de data centers nos melhores lugares dos territórios, por conta do poder financeiro que possuem.

As modernas tecnologias, de múltiplos tipos e alcance, viabilizam a cognoscibilidade do planeta (SANTOS, 2012). Por meio da combinação destas novas técnicas, o espaço geográfico e seu conteúdo são continuamente esquadrihados e analisados em suas menores escalas, configurando uma geografia que serve às grandes empresas e que busca compreender incontáveis atributos dos lugares.

São especificamente estas técnicas que permitem às empresas de data centers escolherem com precisão os lugares mais adequados aos seus propósitos. Assim, os data centers e os lugares em que se instalam, ambos vinculados às atividades hegemônicas, passam a retratar com exatidão a exigente intencionalidade que preside suas criações.

Como assinalado por Cataia (2020), estas tecnologias geram consequências significativas para a mais-valia global, porque a seletividade do capital pode ser ainda mais pontual. As empresas, na busca da mais-valia almejada, estrategicamente, valorizam diferencialmente os lugares, pois, nem todos eles são adequados para as estratégias corporativas. Por essa razão, a cognoscibilidade do planeta constitui um fator fundamental para o funcionamento das empresas de data centers e à produção do sistema histórico contemporâneo (SANTOS,2012).

5.2 Quociente Locacional de Data Centers (QLDC)

A aplicação combinada de métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa geográfica tem possibilitado validar descobertas, capturar múltiplas perspectivas, obter compreensão mais profunda e abrangente, e abordar questões de pesquisa de variados ângulos no estudo de fenômenos geográficos complexos, apontam Massey (2008) e Harvey (2009). Já Agnew (2002), Thrift (2008), Smith (2018) e Creswell e Creswell (2023), destacam que as duas abordagens são distintas e complementares, levando a resultados de pesquisa mais robustos e precisos.

Sob esse enfoque, assumimos como pressuposto a realidade verificável que faz Milton Santos observar que “as novas variáveis não se distribuem de maneira uniforme na escala do planeta” (2008, p.51). Esta constatação nos possibilita, por consequência, afirmar que as atividades econômicas não se desenvolvem homogeneamente no espaço geográfico.

Qualificados neste trabalho como objetos técnicos, os data centers, localizados imperiosamente próximos às redes de fluxos materiais e imateriais, são especialmente sintonizados à racionalização dos fluxos de dados.

Esses objetos técnicos e as redes que os conectam e interconectam compõem a base material e normativa de cada lugar em que operam, atribuindo a estes lugares requisitos superiores de competitividade para fornecer serviços de armazenamento de dados e qualidades distintivas para atrair fluxos materiais e imateriais. Como consequência, tais lugares são mais propensos a concentrar empresas de data centers. A compreensão das dinâmicas de formação e desenvolvimento de tais arranjos espaciais são elementos fundamentais nas análises de questões que desvendam os fatores que impulsionam a concentração de determinadas empresas em lugares específicos nos territórios.

Dentre os métodos que ajudam responder essas questões, encontra-se o cálculo de índices de localização e concentração das atividades econômicas. Crocco *et al.* (2006) assinala que a utilização destes indicadores possibilita captar e mensurar quantitativamente alguns atributos de uma região, tais como:

- ▶ A especificidade de uma atividade dentro de uma determinada região,
- ▶ O seu peso em relação à estrutura produtiva da região,
- ▶ A importância do setor na escala nacional,
- ▶ A escala da estrutura produtiva local.

Fundamentados nesse entendimento, nesta parte do trabalho, analisaremos os índices de concentração de atividade econômica mais empregados. Apresentaremos o índice que concebemos para a avaliação da concentração espacial de atividades econômicas vinculadas a data centers e efetuaremos o cálculo da concentração deste objetos técnicos situados na Região Metropolitana de Campinas (RMC)¹²⁷ por meio do novo índice criado.

Por fim, detalhamos os resultados obtidos, que são constituídos pelo produto do cálculo do indicador locacional utilizado e pelas análises dos tipos de arranjos espaciais, tratados anteriormente. A combinação desses dois componentes analíticos fornecerão os principais elementos explicativos a fim de confirmar a possível existência de cluster de data centers na RMC.

Nossa abordagem abarcou os vinte municípios que compõem a Região Metropolitana de Campinas (RMC): Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itatiba, Jaguariúna, Monte Mor, Morungaba, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara d'Oeste, Santo Antônio de Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo.

Explicamos, a seguir, a estrutura e os elementos da metodologia empregada para identificação e determinação da concentração espacial de data centers.

5.2.1 Análise de Adequação do Quociente Locacional (QL)

A abordagem metodológica predominante para mensurar concentração espacial de empresas envolve a aplicação de técnicas de cálculo e avaliação de métricas de indicadores de localização e concentração de atividades econômicas. O resultado destas técnicas, em conjunto com outras análises, possibilita avaliar o padrão de distribuição de empresas de uma atividade específica em uma região determinada do espaço geográfico.

¹²⁷ A Região Metropolitana de Campinas (RMC) foi institucionalizada pela Lei Complementar Estadual nº 870, de 19 de junho de 2000. A RMC teve sua composição alterada pela Lei Complementar Estadual nº 1.234, de 13 de março de 2014, que incluiu o município de Morungaba, sendo composta desde então por vinte municípios.

Buscamos identificar e mensurar a distribuição de data centers na Região Metropolitana de Campinas. Para tanto, utilizamos uma metodologia constituída por dois componentes: (i). um indicador de concentração de atividade espacial e (ii). dados da base de empregos do Ministério do Trabalho e Previdência do Brasil, em específico, a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e outras bases de dados governamentais e privadas.

Planejamos inicialmente empregar como indicador de concentração espacial de atividade econômica o Quociente Locacional (QL) em sua versão original, em conjunto com a utilização da base de dados e informações da RAIS/MTE referente ao ano de 2022.

No entanto, em razão dos objetivos que norteiam esta pesquisa, as simulações iniciais de cálculo do QL realizadas evidenciaram a necessidade de uma avaliação detalhada sobre as vantagens e limitações deste indicador. Tal avaliação requer uma análise em conjunto da base RAIS, aliada a levantamento específico dos itens de classificação que compõem esta base, denominados de CNAE (Classificação Nacional da Atividade Econômica)¹²⁸.

As análises que constituem parte dos procedimentos de cálculo, motivaram a substituição do QL por uma variante adotada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), que nomeamos de Quociente Locacional de Data Centers (QLDC), para propósitos de distinção. O procedimento metodológico foi dividido em quatro fases distintas:

- ▶ **Fase 1:** Análise de Adequação do Quociente Locacional (QL),
- ▶ **Fase 2:** Análise da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS),
- ▶ **Fase 3:** Levantamento de CNAEs de Data Centers da Região Metropolitana de Campinas,
- ▶ **Fase 4:** Análise de Índices Locacionais e Elaboração do Quociente Locacional de Data Centers (QLDC).

Descrevemos, a seguir, as quatro fases do procedimento metodológico realizado.

¹²⁸ A Classificação Nacional da Atividade Econômica (CNAE) é a classificação de atividades econômicas oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional. O órgão gestor da CNAE no Brasil é o IBGE. A CNAE 2.0 é derivada da versão 4 da International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC 4), passou a ser adotada a partir de 2007. A entidade gestora da ISIC/CIU é a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (IBGE,2023a).

► **Fase 1 - Análise do Quociente Locacional (QL)**

O Quociente Locacional (QL) é um dos principais e mais difundidos indicadores de localização e especialização utilizados nos estudos de geografia (regional, econômica e urbana) e economia (regional e industrial) para verificar e apontar concentração espacial de atividade econômica.

Amplamente conhecido, o QL é um índice geográfico desenvolvido por Walter Isard (1960) e aplicado originalmente em estudos econômicos regionais dedicados a medir distribuições relativas ou concentrações relativas de um elemento específico: o número de empregos, em uma subárea, em comparação com a área como um todo. Evolutivamente, foram desenvolvidas variações do QL a fim de incrementar sua exatidão e abrangência.

Os destacados trabalhos de Haddad *et al.* (1989), Britto e Albuquerque (2002), Suzigan *et al.* (2002, 2004) e Simões (2006) utilizaram o QL em sua versão preliminar para determinar se uma região ou município específico possui especialização em uma determinada atividade econômica.

Sinteticamente, o cálculo deste índice visa dimensionar a concentração espacial de uma determinada atividade econômica, indústria ou ocupação em uma área geográfica específica, em comparação com a concentração dessa indústria ou ocupação em uma região geográfica espacialmente maior. O QL é a razão entre duas estruturas econômicas: no numerador tem-se a região em estudo e no denominador uma região de referência. A região de comparação adotada pode ser o país, o estado ou demais regiões. Os resultados do QL permitem comprovar a concentração e a dispersão de atividades em determinadas localidades.

A fórmula de cálculo deste indicador é:

$$QL = \frac{\text{(Número de empregos de uma atividade econômica (i) na região de análise) /}}{\text{(Número total de empregos nessa região de análise)}} \frac{\text{(Número total de empregos nessa região de análise)}}{\text{(Número de empregos da atividade econômica (i) em uma região de comparação) /}}{\text{(Número total de empregos nessa região de comparação)}}$$

Resultados:

- Se $QL > 1$, a participação relativa da atividade **(i)** na região analisada é mais elevada do que a participação relativa desta mesma atividade na média da região de comparação.
- Se $QL < 1$, significa que, para a atividade **(i)** em análise, não há indicação de especialização na região analisada. Esta região detém na atividade **(i)** uma importância relativa inferior à que detém na região de comparação.
- Se $QL = 1$, indica que a atividade em análise **(i)** possui uma especialização equivalente à média da região de comparação.

Os indicadores de mensuração de concentração espacial de atividade econômica são ferramentas notavelmente úteis para a pesquisa geográfica. Entretanto, esses métodos possuem limitações que precisam ser consideradas, pois podem afetar a precisão e a interpretação dos resultados obtidos.

Estas limitações foram apontadas por vários autores, como Ron Martin (1999), Britto e Albuquerque (2002), Suzigan *et al.* (2002,2003,2019), Crocco *et al.* (2006), Simões (2006), Storper (2010), Scott (2011), Crawley, Beynon e Munday (2013), Pike *et al.* (2018), Florida (2019) e Hollanders e Merkelbach (2020).

A ampla utilização do Quociente Locacional (QL) nas análises empíricas de concentração relativa ou especialização de atividades econômicas em diferentes regiões, advém, sobretudo, de seus requisitos simplificados de dados e da facilidade de interpretação dos resultados. Porém, é essencial destacar que ele apresenta algumas limitações que podem afetar a exatidão e confiabilidade dos resultados obtidos¹²⁹.

As limitações do QL original são extensamente discutidas na literatura. Em razão da relevância para os objetivos que orientam nossa pesquisa, abordaremos três delas. Classificamos analiticamente e nomeamos estas inconsistências em três categorias distintas:

¹²⁹ Uma limitação do Quociente Locacional (QL) original comumente apontada, reside no fato deste índice considerar apenas empregos formais em seu cálculo. Richard Florida (2019), pesquisador de planejamento urbano, enfatiza as dificuldades metodológicas relacionadas aos dados disponíveis e modelos de cálculo de concentração de atividades econômicas. Florida (2019) menciona limitações de alguns indicadores que, como o QL, não conseguem identificar ocupações que ainda não foram codificadas, nem captar dados sobre trabalho voluntário ou não remunerado, e tampouco, identificar a informalidade e o fato de que muitos trabalhadores exercem mais de uma ocupação.

- I) Imprecisão na Comparação de Regiões,
- II) Generalidade dos Valores Definidos como Resultados,
- III) Assimetria nas Análises de Regiões Diversificadas Economicamente.

Essas categorias de limitações são descritas a seguir.

I) Imprecisão na Comparação de Regiões

Inúmeros autores, como Suzigan *et al.* (2003), Simões (2006) e Strotebeck (2010), observaram em suas pesquisas que uma região com baixo desenvolvimento econômico ou mesmo muito pequena pode apresentar uma alta especialização econômica.

Sabemos, por definição, que quando o QL assume um valor acima de 1 indica que o setor econômico analisado está super-representado na região estudada. A dedução oposta pode ser feita quando o QL assume um valor entre 0 e 1.

Contudo, tais conclusões podem ser derivadas de duas outras razões distintas que podem influenciar na definição das fronteiras de um cluster, por exemplo, conforme detalham Crocco *et al.* (2006). A primeira, quando um valor de QL acima de 1 pode ser resultado de uma grande concentração de pequenas empresas em uma determinada região, e a segunda razão, ocorre quando há a presença de uma ou duas grandes empresas na região analisada, pois elevam diretamente o valor do QL. Portanto, é essencial examinar o que faz um índice de QL ter um valor acima de 1: o número de empresas e/ou seu tamanho.

Estes dois casos fundamentam os argumentos de Woodward e Guimarães (2009), Strotebeck (2010), Crawley e Pickernell (2012), Resbeut e Gugler (2016), e de um conjunto numeroso de autores, que explicita a necessidade de corrigir a distribuição do tamanho das empresas em relação ao setor econômico, por meio da incorporação de novas variáveis ao cálculo do Quociente Locacional original, tornando o modo de cálculo do QL original mais preciso.

O emprego do novo modelo evitaria erros nos dois casos, muito frequentes, citados acima, em que dados sobre emprego são utilizados para mensurar a localização de concentração e uma grande empresa instalada eleva o valor do QL, gerando um valor alto e, portanto, inexato.

II) Generalidade dos Valores Definidos como Resultados

Um grupo significativo de estudos, em múltiplos campos de pesquisa, ressalta uma deficiência relacionada à generalidade da abordagem definida para interpretar os resultados do Quociente Locacional (QL) original.

Nessa perspectiva, as investigações de Simões (2006), Pike, Rodriguez-Pose e Tomaney (2018), e Tian *et al.* (2020) entre outras, propõem que a interpretação dos resultados do QL deva considerar as características da economia que está sendo considerada como referência.

No contexto brasileiro, quando a escala de análise escolhida como referência é o território nacional, diante da expressiva disparidade regional existente no país, é altamente provável que vários setores situados em distintos municípios apresentem valor de QL superior a 1, apontam Crocco *et al.* (2006). Contudo, é importante destacar que tal constatação não implica necessariamente na existência de especialização produtiva, mas sim na ocorrência de diferenciação produtiva.

Os autores sustentam a viabilidade de supor que, devido à disparidade regional existente, uma considerável quantidade de municípios ou microrregiões brasileiras possuirá pelo menos um setor com QL superior a 1. Por isso, recomendam que o valor de corte adotado para o QL seja, em larga medida, maior do que 1, levando em conta esta realidade.

III) Assimetria nas Análises de Regiões Diversificadas Economicamente

Outra inconsistência verificada em análises realizadas com o índice de Quociente Locacional (QL) da versão preliminar reside em sua tendência de minimizar a relevância de determinados setores de atividade econômica em regiões com diversificada estrutura produtiva, ainda que esses setores possuam uma expressiva participação no contexto nacional. Esse viés foi reconhecido por Suzigan *et al.* (2003), Simões (2006), Carroll, Reid e Smith (2008), Crawley, Gabe e Pominova (2021) e uma ampla gama de pesquisadores.

Para Crocco *et al.* (2006), essa distorção é causada pela natureza relativa do quociente locacional, que efetua uma comparação entre a especialização de um setor em uma região específica e sua relevância na economia nacional, sem levar necessariamente em consideração a contribuição absoluta desse setor para a economia regional.

Desta maneira, em uma região com uma economia diversificada, com empresas de alta performance tecnológica, produção agropecuária, setor terciário e produção industrial, a aplicação do Quociente Locacional (QL) pode apontar uma especialização limitada em um setor particular de atividade econômica, mesmo que esse setor apresente uma contribuição significativa absoluta para a economia da região.

Essa hipótese ocorre em virtude de o QL ser uma medida relativa, baseada na comparação com uma economia, que na maioria dos casos, é a nacional. Em regiões com diversificação econômica, a participação relativa de cada setor pode parecer menor em relação à economia nacional, mesmo que seu peso absoluto seja substancial.

As análises sobre as limitações do QL realizadas forneceram contribuições importantes e apontaram possíveis caminhos para tornar esse índice mais preciso.

► Fase 2 - Análise da Base de Dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)

A RAIS é uma importante base de dados fornecida pelo Ministério do Trabalho e Previdência. Trata-se de uma fonte de referência nos estudos sobre emprego, localização e concentração de atividade econômica no Brasil. O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) detém a responsabilidade pela coleta, organização, acesso e gestão dos dados e informações presentes na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

Acessível via internet, o envio de dados e informações da RAIS é uma obrigação legal para os empregadores. Entre suas múltiplas finalidades estão desde a geração de indicadores econômicos e definição de políticas públicas até o controle do pagamento de benefícios sociais. Essa base de dados disponibiliza também dados de número de estabelecimentos por setor econômico e critérios geográficos, e permite ainda, a desagregação destes dados por setores, com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

Os dados da RAIS têm sido largamente utilizados por inúmeros autores para a identificação e análise de aglomerações de empresas, e ainda para a verificação de movimentos e tendências de deslocamento regional da atividade econômica, entre outras finalidades. Como definido por Dota *et al.* (2018), a RAIS é uma compilação anual dos dados enviados pelas empresas públicas e privadas ao governo federal, que permite acompanhar a evolução do mercado de trabalho formal.

Em virtude de sua importância como fonte primária de dados para pesquisas locais e de outros campos, passamos a analisar as vantagens e limitações da RAIS.

Do ponto de vista operacional, uma das características distintivas da RAIS é a sua capacidade de disponibilizar uma desagregação geográfica abrangente, possibilitando um acesso simplificado e consultas a dados com elevado nível de detalhamento. Essa base de dados permite realizar acesso até a escala municipal. Em pesquisas sobre setores de atividade econômica, possibilita consultas de até quatro dígitos da Classificação Nacional da Atividade Econômica (CNAE).

A RAIS também possui um nível alto de uniformidade em seus dados, o que torna possível fazer análises comparativas de distribuição de setores da atividade econômica ao longo de períodos temporais que podem ser delimitados.

Tais vantagens são contrapostas por algumas deficiências. A primeira é relacionada à sua abrangência, já que seus dados de emprego, apesar de cobertura nacional, se referem apenas às relações contratuais formalizadas¹³⁰. Outra deficiência da RAIS ocorre pela utilização do método da autoclassificação para coleta de dados primários, sem teste de consistência por parte do Ministério do Trabalho e Emprego, o que pode gerar distorções nos resultados e produzir imprecisões nas análises.

Sobre essa questão específica, Suzigan *et al.* (2004) identificam duas práticas errôneas, que afetam a precisão da RAIS e que ocorrem quando uma empresa, com mais de uma unidade, decide informar com resposta única dados sobre todas as unidades. Na primeira prática, a empresa classifica e informa o conjunto de suas unidades operacionais diversificadas, que funcionam em um mesmo endereço, em num único setor da CNAE, gerando distorções nas atividades econômicas registradas.

A segunda acontece quando uma empresa reúne dados de todas as unidades operacionais dispersas espacialmente em uma mesma declaração – essa prática pode estar combinada com a anterior. Esses procedimentos geram implicações significativas na RAIS, sobretudo quando as empresas operam com múltiplas unidades, pois podem declarar todo o volume de emprego na mesma unidade produtiva, geralmente na matriz, como apontam Suzigan *et al.* (2003).

¹³⁰ Dados sobre trabalhadores autônomos, microempreendedores individuais (MEIs) e empregados informais não são abrangidos pela RAIS, levando a números reais subestimados de emprego e empresas.

De igual modo, há o caso de empresas multiproduto (MP) que comumente enquadram-se apenas na atividade referente ao seu produto ou serviço principal¹³¹. Nesse contexto específico, por meio de um levantamento sobre CNAES de data centers localizados na Região Metropolitana de Campinas, apresentado a seguir, identificamos uma distorção adicional que pode afetar os resultados coletados da RAIS. Essa distorção pode ocorrer quando uma empresa, que possui unidades operacionais distribuídas geograficamente e que desempenham serviços auxiliares distintos de sua atividade principal, atribui a essas unidades, o mesmo código CNAE correspondente ao setor econômico de sua atividade principal.

Tais ações distanciam os resultados da realidade, originando agudas imprecisões nas análises. Como mencionado, estas inconformidades residem no fato de a RAIS ser auto declaratória e não haver análise de coerência e verificação de integridade dos dados pelo Ministério Trabalho e Emprego¹³².

Uma outra limitação relevante da RAIS, observada por Britto e Albuquerque (2002), Bedê (2002), Simões (2006) e Dota *et al.* (2018), refere-se ao seu escopo. Uma vez que essa base de dados utiliza o emprego como variável principal, não consegue captar as disparidades inter-regionais em relação à tecnologia e à produtividade. Tal limitação pode induzir situações em que regiões distintas apresentam volumes semelhantes de emprego, mas possuem produção física ou em valor monetário, expressivamente diferentes.

Complementarmente, Dota *et al.* (2018) detalham que o foco da RAIS em dados de emprego formal restringe seu alcance. Em virtude da elevada taxa de informalidade presente no mercado de trabalho brasileiro e das discrepâncias socioespaciais relativas à formalização do trabalho, a RAIS tende a captar somente uma parcela restrita e específica da totalidade dos trabalhadores.

Os esforços de análise da RAIS foram de significativa relevância, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos pontos fortes e fracos dessa fonte de dados, orientando, assim os passos subsequentes que realizamos.

¹³¹ Empresas multiproduto operam em diferentes segmentos de mercado e oferecem variados produtos ou serviços, em vez de se concentrarem em uma única linha de negócios. Essas empresas têm presença em múltiplos setores, em geral com produtos ou serviços diferentes (KUPFER; HASENCLEVER, 2013).

¹³² A base de dados RAIS é provida por dados fornecidos pelas empresas. A inconsistência de dados pode ocorrer por diversos motivos, como erros de preenchimento, omissões, falta de conformidade ou até mesmo fraudes. Esses problemas, explicitados por Crocco *et al.* (2006), resultam em dados imprecisos ou incompletos, o que pode afetar a qualidade das pesquisas e análises fundamentadas nestes dados.

► Fase 3 - Análise de CNAES de Data Centers Localizados na RMC

Objetivando identificar as CNAEs mais prevalentes entre os data centers localizados na Região Metropolitana de Campinas (RMC), foi conduzido um levantamento inicial e coleta de dados.

Como primeiro passo deste levantamento, efetuamos pesquisas em instituições associativas e outros órgãos que congregam empresas de data centers, para identificação das maiores empresas deste setor localizadas na RMC. Consideramos tanto as que fornecem serviços de armazenamento de dados para todo o mercado, quanto aquelas que possuem data centers exclusivamente dedicados aos seus negócios. Os data centers governamentais também foram incluídos nessa investigação ¹³³.

Posteriormente, realizamos consulta online ao Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) da Receita Federal para obtenção das CNAES registradas para estes data centers.

Os resultados dessas consultas constituíram um conjunto de dados que foi empregado para determinar quais CNAEs seriam consideradas na coleta de dados prévia à elaboração do cálculo do indicador de concentração espacial de atividade econômica. Essa tarefa teve como objetivo alcançar simetria, correspondência e acurácia na estruturação dos dados para o cálculo desse indicador.

A análise dos resultados desse levantamento, revelou que os data centers situados na RMC apresentam inúmeras e distintas CNAEs¹³⁴ registradas em suas atividades, permitindo a sua categorização em três grupos distintos:

- Grupo 1: instalações com CNAEs não diretamente relacionadas às atividades típicas de um data center;
- Grupo 2: instalações com CNAEs múltiplas e discrepantes;
- Grupo 3: instalações com CNAEs coerentes com as atividades realizadas em data centers.

¹³³ Entre as associações de empresas de serviços de data centers pesquisadas estão a Associação Brasileira de Data Centers (ABCD), a Associação Brasileira de Infraestrutura e Serviços Cloud (AbraCloud), Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação (ASSESPRO) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

¹³⁴ Dentre os data centers pesquisados, todos tinham registro com ao menos duas CNAEs.

No Grupo 1, dois casos destacam-se, caracterizando as empresas pertencentes a este grupo. O primeiro, refere-se ao data center de um grande banco estrangeiro de varejo, sendo uma das maiores instalações presentes na RMC, que está registrado com a CNAE 642 (Bancos múltiplos, com carteira comercial). O segundo caso refere-se ao data center de uma empresa estadunidense enfocada em serviços de televisão via satélite e internet banda larga que possui registro com a CNAE 611 (Serviços de Telecomunicações).

Faz-se necessário ressaltar que tais atividades econômicas não se alinham ao escopo típico de operações realizadas em data centers, sendo, portanto, discrepantes às atividades desses centros de dados, que consistem primordialmente no armazenamento e tratamento de dados.

No Grupo 2, sobressai um número expressivo de empresas que comercializam serviços característicos de data centers para o mercado corporativo, com negócios centrados na prestação de serviços de computação em nuvem, como armazenamento e processamento de dados. Entretanto, embora essas empresas sejam data centers comerciais, observa-se, em seus cadastros na RAIS, múltiplas e igualmente discrepantes CNAEs registradas.

Entre as CNAEs mais discrepantes identificadas nesse grupo, destacamos: a 4751 (Comercialização de produtos e equipamentos de informática), 4120 (Construção de edifícios) e a 6201 (Desenvolvimento de software). Outros exemplos de CNAEs discrepantes encontradas no levantamento realizado são:

- ▶ 43.29.199 - Outras obras de instalações em construções não específicas anteriormente
- ▶ 47.53-900 - Comércio varejista especializado de eletrodomésticos e equipamentos de áudio e vídeo
- ▶ 61.10-8-02 - Serviços de redes de transportes de telecomunicações - SRTT
- ▶ 61.10-8-03 - Serviços de comunicação multimídia - SCM
- ▶ 61.90-6-01 - Provedores de acesso às redes de comunicações
- ▶ 64221 - Bancos múltiplos com carteira comercial.
- ▶ 64999 - Outras atividade de serviços financeiros não especificados anteriormente
- ▶ 77331 - Aluguel de máquinas e equipamentos para escritórios
- ▶ 77390 - Aluguel de máquinas e equipamentos não especificados

Em vista dessas razões, as empresas pertencentes ao Grupo 2, além de apresentarem uma CNAE vinculada diretamente à atividade principal dos data centers, também possuem em seus registros na RAIS outras CNAEs não associadas com a atividade principal.

O Grupo 3, apesar de sua grande relevância, apresentou baixa frequência nos resultados obtidos. Este grupo é composto por empresas que são data centers comerciais típicos e que possuem registros coerentes com a suas atividades. Neste grupo, destacamos o caso de uma empresa estadunidense, posicionada entre as líderes do mercado mundial de serviços de data centers, e que possui apenas uma CNAE registrada associada às atividades de data centers, a CNAE 631 (Tratamento de Dados, Hospedagem de Internet e outras Atividades).

Com base no exposto, entendemos que as constatações empíricas apresentadas corroboram as limitações e distorções da RAIS, conforme referenciadas na literatura e discutidas neste estudo. Ao elaborar o cálculo do QL com a inclusão de CNAES discrepantes às atividades principais de data centers, insere-se na mensuração dados de setores inteiros de atividades econômicas que não possuem relação com a atividade específica de armazenamento de dados, a qual é tipicamente vinculada aos serviços fornecidos por data centers¹³⁵.

Diante das deficiências e limitações observadas na utilização da RAIS para coleta de dados sobre empregos e do QL original, optamos por aplicar um novo indicador de concentração espacial da atividade econômica. Após ampla investigação, as possibilidades de criação de um índice próprio ou adoção de indicadores locacionais, como o Gini Locacional Modificado (GLM), Índice de Concentração Normalizado (ICn) e Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH), além de outros que empregam variáveis *proxy*, foram descartadas, sobretudo, por não se mostrarem efetivas para os objetivos deste trabalho¹³⁶.

Um elemento determinante, considerado na pesquisa de um novo indicador, foi a baixa taxa de empregabilidade característica do setor de data centers, em razão da automação e robotização crescentes das operações nestes objetos técnicos. Este fator reduz ainda mais a precisão de índices locacionais baseados em empregos.

¹³⁵ Problemas associados à imprecisão ou heterogeneidade de dados em pesquisas socioespaciais e econômicas têm sido apontados por diversos pesquisadores, como Billé, Benedetti e Postiglione (2017).

¹³⁶ Variável *proxy* é aquela utilizada no lugar de uma variável de interesse para estimar seu valor, quando a medição da variável original é complexa ou não pode ser realizada diretamente, definem Bruce e Bruce (2020). Por se tratar de aproximações, as variáveis *proxy* podem não reproduzir com exatidão a variável original.

Dentre os indicadores analisados que utilizam variáveis *proxy*, destaca-se o Quociente Locacional Refinado (QLR) que foi desenvolvido e empregado pelo Observatório Europeu de Clusters e Mudanças Industriais (OECMI)¹³⁷. Esta entidade, dedicada à pesquisa sobre concentração de atividade econômica nas regiões e países europeus, tem como objetivo promover políticas e iniciativas socioespaciais mais efetivas, fundamentadas em evidências. O OECMI disponibiliza suporte, estudos, ferramentas e dados sobre a concentração espacial de empresas e clusters no âmbito da União Europeia (UE).

Em função de características e dinâmicas socioespaciais específicas existentes no território europeu, o OECMI desenvolveu o QLR e o aplicou na identificação e mensuração de 2.950 concentrações espaciais de atividade econômica, localizadas em 353 regiões geográficas de 51 setores econômicos em 27 países da União Europeia (UE, 2022).

Para tanto, os pesquisadores do Observatório Europeu de Clusters, adotaram a concepção proposta por Resbeut e Gugler (2016). Estes autores incorporaram o número e o tamanho das empresas como variáveis no cálculo¹³⁸. Com base neste referencial teórico, Hollanders e Merkelbach (2020) criaram um índice composto, que incluiu medidas de covariância e considerou o contexto de ampla diversidade econômica existente nas múltiplas regiões e diferentes países que compõem a União Europeia, resultando, em 2019, na criação do QLR.

A compreensão da abordagem adotada pelo Observatório Europeu de Clusters, em conjunto com as análises precedentes, desempenhou um papel fundamental na delimitação dos parâmetros orientadores do nosso processo de investigação. Assim, foram estabelecidos três critérios estruturantes que orientaram a pesquisa que empreendemos para seleção de um novo índice: (i) não ser baseado inteiramente em dados de empregos, (ii) ser operacional em relação aos objetivos que direcionam a pesquisa que embasa este trabalho, e (iii) ter sido extensiva e efetivamente utilizado em um contexto similar ao que está sendo analisado neste trabalho.

¹³⁷ European Observatory for Clusters and Industrial Change (EOCIC) em inglês.

¹³⁸ A pesquisa de Resbeut e Gugler (2016), foi fundamentada no trabalho emblemático de Strotebeck (2010), que decompôs o QL e criou um índice derivado, incorporando variáveis *proxy*, que incluiu o número de empresas como parâmetro, a fim de reduzir as distorções inerentes aos índices que dependem exclusivamente de dados de emprego.

5.2.2 *Formulação do Quociente Locacional de Data Centers (QLDC)*

Fase 4 - *Elaboração e Cálculo do Quociente Locacional de Data Centers (QLDC)*

Para além das deficiências mencionadas, a motivação subjacente à busca de um novo indicador decorreu também da necessidade de aprimorar a precisão das estimativas de mensuração de concentração espacial. Portanto, com o intuito de superar as limitações inerentes aos dados da RAIS e não restringir a coleta de dados somente a esta base, diversificamos as fontes de dados, aprimorando assim a variedade e a amplitude dos dados disponíveis sobre empresas do setor de data centers. Este método está descrito, a seguir, nas Etapas 1 e 2 do cálculo do QLDC.

Posteriormente, realizamos uma avaliação crítica e comparativa de múltiplos índices locacionais, sob os critérios previamente estabelecidos de abrangência, estrutura e eficácia.

O índice escolhido foi uma variante do QL, concebida pela equipe de pesquisa do Sebrae Brasil¹³⁹. Esta equipe coletou, processou e analisou dados de empresas distribuídas por todo o território brasileiro, com o propósito de identificar aglomerações de atividade econômica. A análise dos resultados da pesquisa realizada conduziu o Sebrae à concepção de um índice distinto que utiliza a variável “número de estabelecimentos” em substituição à variável “emprego”, para o cálculo de concentração espacial de empresas. Este índice foi aplicado na identificação de clusters de inúmeros setores, abrangendo mais de 800 mil empresas localizadas no território brasileiro.

Tendo como base o índice elaborado pelo Sebrae, desenvolvemos um novo índice específico destinado ao setor de data centers. Denominamos esse índice de Quociente Locacional de Data Centers (QLDC), para fins de diferenciação. A região de comparação adotada foi o território brasileiro. A fórmula de cálculo do QLDC é:

$$QLDC = \frac{\sum \text{Empresas de uma atividade econômica (i) na região de análise} / \sum \text{Empresas nessa região de análise}}{\sum \text{Empresas da atividade econômica (i) em uma região de comparação} / \sum \text{Empresas nessa região de comparação}}$$

¹³⁹ O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) é uma entidade privada sem fins lucrativos dedicada à capacitação e desenvolvimento econômico de pequenas e médias empresas que atua em todo o território brasileiro. A entidade também desenvolve pesquisas socioespaciais e econômicas em diferentes escalas. Em 2002, concebeu um índice de concentração de atividade econômica, como detalhado por Bedê (2002).

A variável (i) representa as atividades realizadas por data centers. Resultados:

- A região que possuir valor de QLDC > 1 , concentra empresas da atividade (i).
- A região que possuir valor de QLDC < 1 , não concentra empresas da atividade (i).
- A região que possuir valor de QLDC $= 1$, concentra empresas da atividade (i) equivalente à média nacional.

A aplicação do Quociente de Localização de Data Centers (QLDC) possibilita, por meio de análise matemática, verificar se a região examinada manifesta um grau de especialização em atividades específicas de data centers, em relação à média da região de comparação.

Dessa forma, quanto maior o valor do QLDC, maior será o grau de especialização da região analisada em atividades vinculadas a data centers frente ao restante do país, se considerado como escala geográfica de comparação. De modo oposto, quanto menor o valor do QLDC, menor será o nível de especialização da região em atividades de data centers. Por fim, quando a região apresenta concentração de uma atividade com valor igual ao da região de comparação, o QLDC terá valor igual a 1.

O processo de elaboração do cálculo do QLDC, foi subdividido em quatro etapas:

- **Etapa 1 - Seleção de CNAEs:** a fim de minimizar eventuais distorções na RAIS, procuramos identificar CNAEs relacionadas às atividades de data centers. Foi selecionada a CNAE 631 - Atividades de Tratamento de Dados, Hospedagem de Internet e outras Atividades Relacionadas.
- **Etapa 2 - Coleta de dados:** foram utilizadas quatro fontes de dados, detalhadas a seguir.
 - i. RAIS: os dados coletados se referem ao número de empresas e informações por atividades econômicas no ano de 2021 para as divisões da CNAE selecionada. O nível de desagregação espacial adotado foi o municipal, em específico, os vinte municípios que compõem a RMC. A região de comparação definida foi o território brasileiro.
 - ii. Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ): identificamos as CNAEs declaradas, naquele cadastro, pelas empresas mais proeminentes de serviços de data centers presentes na RMC. Os casos identificados de instalações de data centers registrados com CNAEs discrepantes, foram incluídos no conjunto de dados utilizados para cálculo do QLDC.

- iii. Bases de dados de entidades associativas de data centers e outros órgãos do setor: os dados de empresas de data centers localizadas na RMC que possuíam CNAEs discrepantes, também foram incluídos no conjunto da dados para cálculo do QLDC.
- iv. Complementarmente, com o propósito de aumentar a precisão dos resultados, pesquisamos instalações de data centers de empresas dos setores que mais demandam serviços destes centros dados. Estes setores são, respectivamente, o setor financeiro, que inclui bancos, seguradoras, empresas de cartões de crédito, cooperativas de crédito, planos de saúde e corretoras de investimentos, e ainda os setores de Comunicação, Mídia e Telecomunicações, que englobam as plataformas de comércio eletrônico e de múltiplos serviços, operadoras de telecomunicação, e o setor de Governo¹⁴⁰. Após proceder à verificação no CNPJ, também foram adicionados ao conjunto de dados empregados no cálculo do QLDC, os casos nos quais se identificaram data centers que apresentavam CNAEs discrepantes em seus registros.

- **Etapa 3 - Cálculo do QLDC:** com os dados obtidos na etapa anterior, procedemos os cálculo do QLDC para a RMC.
- **Etapa 4 - Análise dos resultados obtidos:** após o cálculo do QLDC realizamos uma análise crítica de seus resultados e as implicações socioespaciais associadas à RMC. Sintetizamos, no Diagrama 18, as etapas para cálculo do QLDC.

Diagrama 18 Etapas de Cálculo do Quociente Locacional de Data Centers (QLDC).



Fonte: Elaboração própria.

¹⁴⁰ Os setores mencionados são considerados os maiores consumidores de serviços de data centers na escala mundo, tanto pelo número de clientes quanto pelo volume de dados armazenados (USITC,2023).

5.3 Cluster de Data Centers e Densidade de Dados na RMC

O cálculo do Quociente Locacional de Data Centers (QLDC) gerou como resultado um índice com valor de 5,65 indicando, portanto, concentração da atividade analisada na Região Metropolitana de Campinas (RMC) em comparação com território nacional.

Na composição do QLDC, foram considerados os seguintes dados, compilados em março de 2023: (i) o número de data centers localizados na RMC compilados pela nossa pesquisa foi de 73 instalações; (ii) o número de empresas localizadas na RMC (MTE,2022) é de 50.128 empresas¹⁴¹; (iii) o número de data center localizados no Brasil é de 522, conforme o levantamento que realizamos; (iv) número de empresas localizadas no território brasileiro (MTE,2022) é de 20.191.000 firmas.

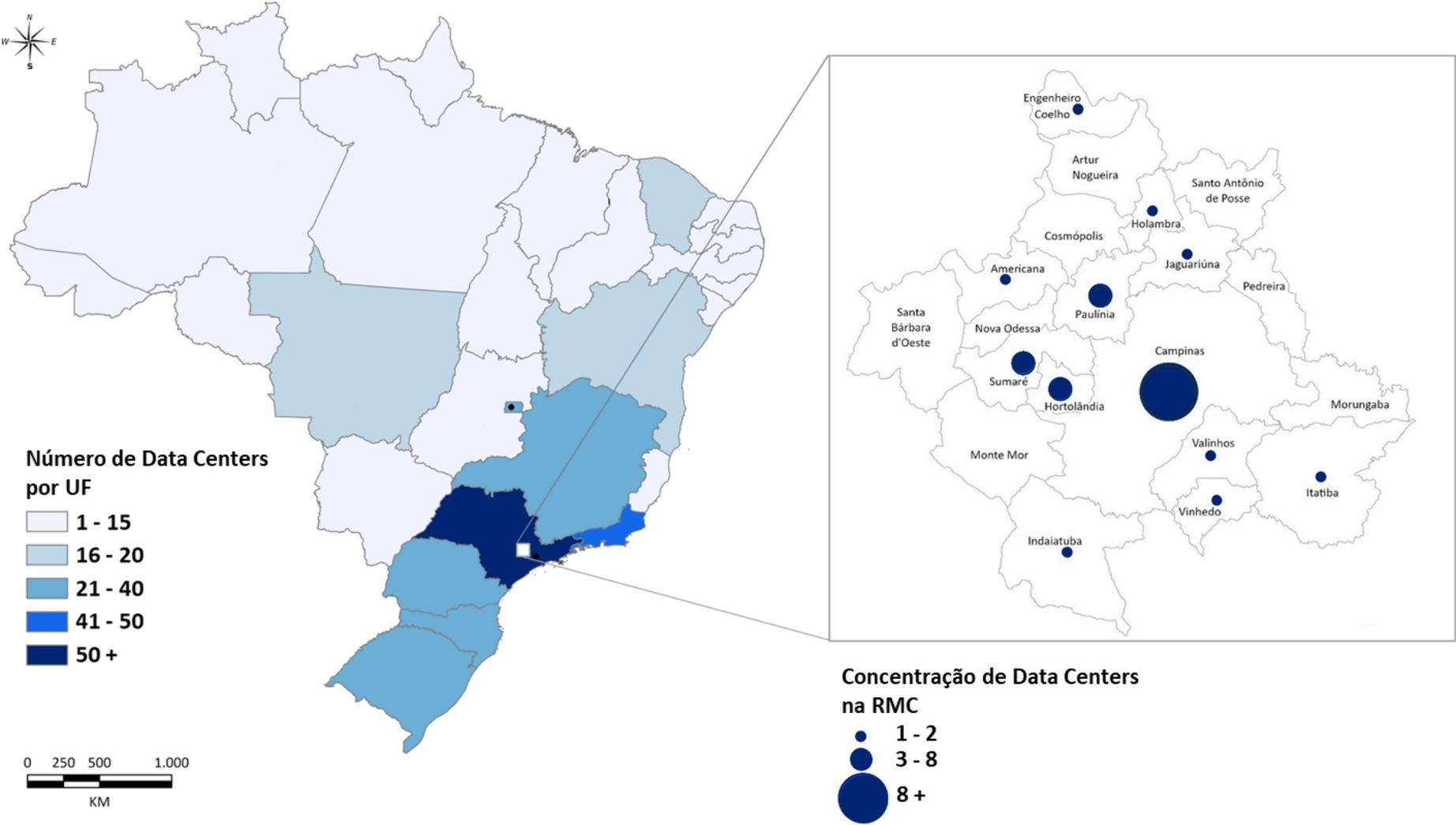
Os resultados obtidos evidenciam a existência de uma significativa concentração de empresas fornecedoras de serviços de data centers na Região Metropolitana de Campinas, configurando um cluster de data centers nesta região e uma densidade de dados ou data densidade superior que outros subespaços do território brasileiro. Essa concentração é mostrada no Mapa 3 e na Tabela 3.

A Região Metropolitana de Campinas conta com cerca de 3,1 milhões de habitantes e possui seis municípios entre os cem com maior PIB do país. Campinas tem o maior PIB entre os municípios do interior, avaliado em R\$ 65,41 bilhões, Paulínia é o quarto município com maior PIB do país, seguido por Indaiatuba (30º), Hortolândia (41º), Sumaré (55º) e Americana (66º) lugar.

Além dos três fatores fundamentais para o funcionamento de um data center, identificados em nossa pesquisa, a concentração de data centers na RMC pode ser explicada, em parte, pelos múltiplos incentivos fiscais e isenções tributárias concedidos em uma das regiões com maior PIB do país (IBGE,2023c), caracterizando o que Mazzucato (2021) designa como o imenso poder dos governos para moldar mercados.

¹⁴¹ Este número de empresas na RMC, conforme critério do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), não inclui os microempreendedores individuais.

Mapa 3 Região Metropolitana de Campinas (RMC). Concentração de Data Centers (Março,2023).



Fonte: MTE(2022), AbraCloud(2023). Elaboração: Hugo G. C. Abreu e Robson Simões. *SIRGAS 2000 (EPSG 4674)

Tabela 3 Região Metropolitana de Campinas . Número de Data Centers (Março, 2023)

Município da RMC	Número de Data Centers
Americana	1
Artur Nogueira	0
Campinas	45
Cosmópolis	0
Engenheiro Coelho	1
Holambra	1
Hortolândia	9
Indaial	2
Itatiba	1
Jaguariúna	1
Monte Mor	0
Morungaba	0
Nova Odessa	0
Paulínia	4
Pedreira	0
Santa Bárbara d'Oeste	0
Santo Antônio de Posse	0
Sumaré	5
Valinhos	1
Vinhedo	2
Total	73

Fonte: Elaboração própria.

O município de Campinas possui a maior concentração de data centers da RMC com 45 instalações, seguido de Hortolândia e Sumaré, com 9 e 5 DCs respectivamente, de um total de 73 instalações. Estas três cidades oferecem conjuntos de benefícios públicos vantajosos para instalação de novas empresas.

A grande densidade de objetos técnicos e capacidades de redes de fluxos materiais e imateriais de alta qualidade, além da presença de uma miríade de instituições e centros de alta tecnologia e de pesquisa, Universidades e empresas multinacionais de múltiplos segmentos na RMC, em conjunto com uma significativa densidade de capital, são fatores decisivos para a concentração verificada.

A região metropolitana de Campinas contém um singular meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 2012)¹⁴². A RMC se destaca como um polo nacional de excelência em pesquisa, desenvolvimento e inovação, caracterizada por uma complexa divisão do trabalho e uma demanda por investimentos em infraestrutura especializada para sustentar seu funcionamento e crescimento. Na RMC estão localizados numerosos sistemas científicos e tecnológicos (CANO; BRANDÃO, 2002), compostos por uma variedade de instituições voltadas para ciência, tecnologia e inovação, incluindo cinco universidades, com destaque para a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC).

Nesta região, funcionam 15 centros de P&D, dois polos de alta tecnologia e cinco parques tecnológicos. No Polo I de Alta Tecnologia de Campinas, próximo à Unicamp, destacam-se o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto de Ciência e Tecnologia Venturus/Ericsson, Instituto de Pesquisas Eldorado/Motorola e LATAM Innovation Center da Cargill (CIESP,2023).

Próximos ao Polo I estão situados, o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), o Centro de Pesquisas Avançadas Wherner Von Braun Labs, o Instituto de Ciência e Tecnologia SiDi/Samsung e o Centro de Tecnologia da Informação (CTI) Renato Archer.

O Polo II de Alta Tecnologia de Campinas, localizado nas imediações da Unicamp, abriga instituições de pesquisa em tecnologias avançadas, tais como o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) que é um ambiente que enfoca a pesquisa de soluções para as áreas

¹⁴² Sobre esse conceito Santos (2002, p. 238) afirma que “esse período se distingue dos anteriores pela profunda interação entre ciência e técnica que vai se dá sob a égide do mercado”.

de Saúde, Energia e Materiais Renováveis. O CNPEM é responsável pela gestão dos Laboratórios Nacionais de Luz Síncrotron (LNLS), que conta com o Sirius, sistema acelerador de partículas, além do Laboratório de Biociências (LNBio), de Biorrenováveis (LNBR) e de Nanotecnologia (LNNano), e do Centro Avançado de Tecnologias Estratégicas de Micro e Nanofabricação para Inovação Tecnológica de Campinas (μ n-HUB Campinas) (CNPEM,2023).

No Polo II, encontra-se também o Centro Internacional para Pesquisas e Inovação em Sustentabilidade (HIDS), orientado para temáticas ambientais e de sustentabilidade (CELANI;VAZ;BERNARDINI, 2023). Na RMC também se destacam o Polo Petroquímico em torno da Replan (Refinaria de Paulínia), pertencente à Petrobrás (Petróleo Brasileiro S.A).

O Parque Científico e Tecnológico da Unicamp, localizado no campus da universidade, possibilita que alunos e pesquisadores trabalhem em conjunto com empresas incubadas pelo Parque, além de *startups* e laboratórios de P&D, com foco na geração de conhecimento aplicado a tecnologias disruptivas que envolvem TICs, robótica, automação, sensores e nanotecnologia, entre outras. O Parque, que se configura como um núcleo/*hub* de conhecimento, incorpora o Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (CPDI) Ibrachina/Ibrawork. Esta instituição que atua em parceria com universidades, entidades e associações, também faz parte das Frentes Parlamentares Brasil/China, BRICS, da Câmara dos Deputados, e de Cooperação Política Cultural entre Brasil, China, Coreia e Japão (RIBEIRO,2023).

Entre as principais empresa presentes na RMC estão a CI&T, Alcatel-Lucent, Basf , Bayer, 3M, GE, Syngenta, IBM, DELL, Medley Medicamentos, EATON, Motorola, Unilever, Merck Sharp-Dome, Bosch, Magneti Marelli, Valeo, Eli Lilly, Pirelli, Replan, Honda, International Paper, White Martins, CPFL, Ascenty Data Centers e Samsung, entre outras (CIESP,2023).

Esta região se constitui em torno dos interesses das grandes corporações, de capital nacional e, principalmente, estrangeiro, que, em colaboração com as autoridades locais, direcionam os investimentos sociais, sobretudo os investimentos em infraestrutura, com o propósito de promover seu crescimento. As empresas da região se beneficiam da infraestrutura viária local e regional, incluindo as rodovias Dom Pedro I (SP-065), Bandeirantes (SP-348), Anhanguera (SP-330) e Santos Dumont (SP-101), bem como do Aeroporto Internacional de Viracopos (CANO; BRANDÃO, 2002; SELINGARDI-SAMPAIO,2009).

A RMC abriga cerca de 50 das 500 principais corporações globais de Tecnologia da Informação e Comunicação (CIESP,2023). Devido à ampla presença de empresas de alta tecnologia estabelecidas, a região tem sido frequentemente referenciada como o equivalente brasileiro ao Vale do Silício norte-americano. A força de trabalho qualificada presente na região também é motivo de atração de grandes corporações ao seu território (CANO; BRANDÃO, 2002).

Em vista desses aspectos, ao trinômio formado por território, Estado e mercado, tríade que possui significativo poder para justificar a concentração de data centers na RMC, é adicionado um fator decisivo: o preço da terra. Este fator é o de maior peso nas análises locais, conforme apontam Christensen *et al.* (2018), Gilly (2019), Liu *et al.* (2020), Turek e Radgen (2021)¹⁴³. Como observado por Arroyo (2004), a relação dialética entre o Estado e o mercado, que se caracteriza por concordâncias e contradições, se expressa no território por meio de sua utilização.

A possibilidade de aquisição de áreas com menor custo é um fator relevante que explicaria a escolha das empresas de data centers por município da RMC, em que o valor médio dos terrenos é menor, comparado com outras regiões do Sudeste brasileiro, como por exemplo, a região metropolitana de São Paulo (FIPE,2022). Economicamente, menor custo de aquisição de uma área/terreno significa retorno mais rápido do capital investido. As empresas de serviços de DCs fornecem soluções enfocando empresas, daí buscarem lugares com aglomeração de firmas.

Outros dois fatores importantes presentes na RMC ajudam a explicar a concentração identificada. O município de Campinas tem os menores índices de perda de água e energia de todas as cidades brasileiras (BRASIL,2022). Tais métricas são essenciais para a eficácia operacional dos data centers. Atualmente, a média de perdas no sistema elétrico brasileiro é de 16%, enquanto em Campinas, essa porcentagem decresce para 6%. Em relação ao recurso hídrico, as perdas registradas são de 19% em Campinas, um índice significativamente inferior à média nacional, que atinge 40% (COSTA,2022).

Complementarmente, a proximidade física das empresas concentradas habilita a colaboração e contato pessoalmente. É o que Storper (2010, p.170) denomina de aspectos “que decorrem da existência de determinadas relações instituídas entre organizações e mercados que requerem proximidade física, caso em que as relações de proximidade são claramente mais eficientes do que qualquer outra forma de gerar recursos específicos”.

¹⁴³ Detalhamos este fator na Seção 5.3 que trata de critérios locais de Data Centers.

No caso em estudo, mais do que o fator apontado por Storper, a proximidade física possibilita sobretudo, conexões com latência reduzida, o que implica maiores velocidades de transações. A lógica da proximidade física também pode ser um fator explicativo da presença de data centers em municípios com as menores extensões territoriais da RMC.

Conforme apontam Steinle e Schiele (2002), a vantagem indispensável para que uma empresa se instale em uma aglomeração está na alternativa de reunir, em um mesmo local, integração estrutural da cadeia produtiva, mercado e competências qualificadas. Desta maneira, a empresa reduziria seus custos operacionais.

A configuração desse tipo de aglomeração espacial é causa e consequência da distribuição desigual de densidades materiais e normativas no território (CASTILLO, 2011), de modo que apenas alguns de seus pontos se tornam adequados para responder às exigências das empresas de data centers.

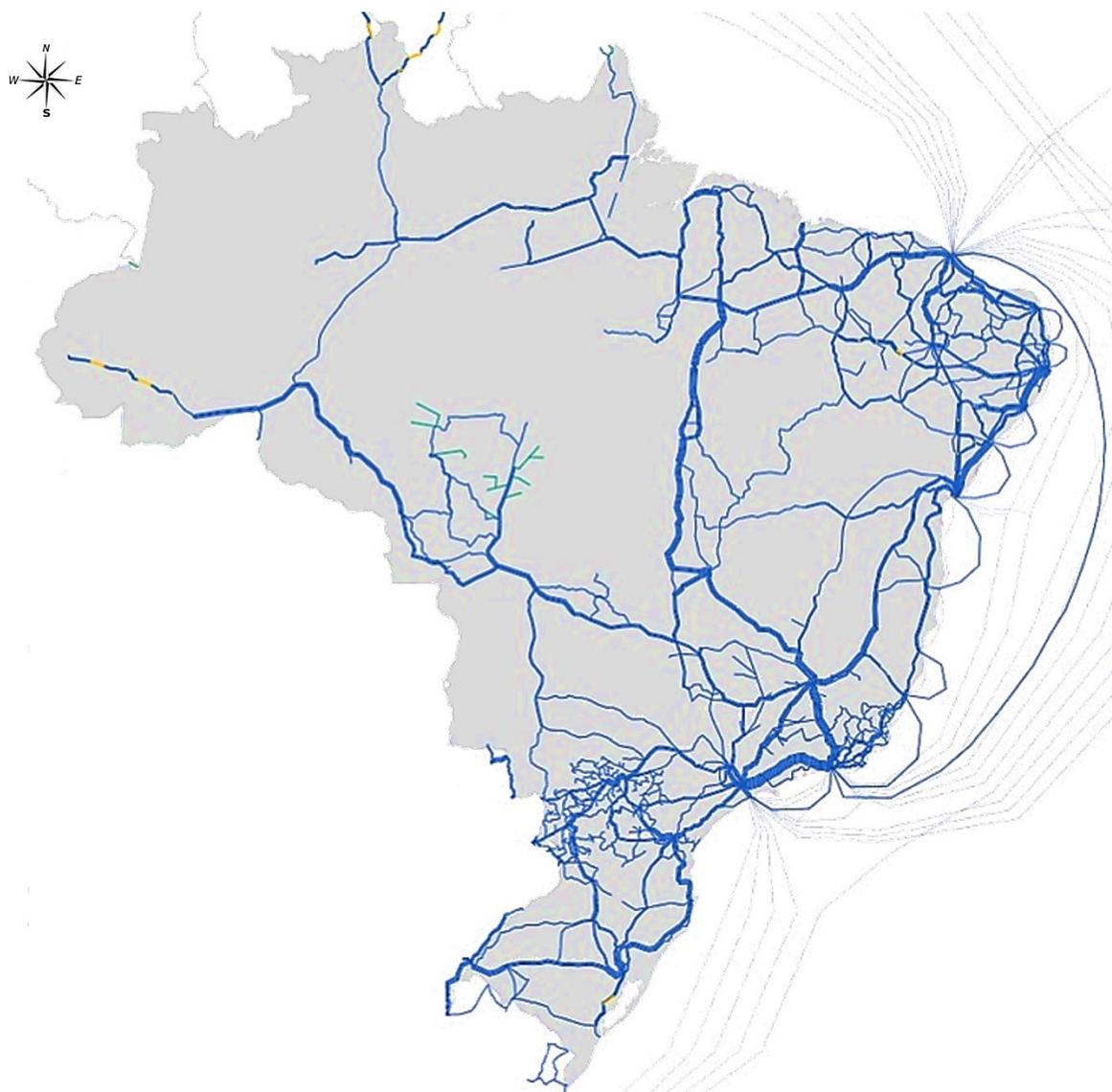
Indicativos explícitos dessa desigualdade manifestam-se na heterogeneidade da densidade e capilaridade da infraestrutura do *backbone*¹⁴⁴ nacional de fibra óptica, em conjunto com a variância observada nas taxas de velocidade de acesso à internet em diferentes pontos do território brasileiro, apresentados nos Mapas 4 e 5.

Sob uma perspectiva socioespacial, cada porção do território pode ser analisada a partir da efetivação de um conjunto de ações que se encontram materializadas nele. Embora o território apresente uma diversidade de ações e objetos, cujas interações influenciam seu funcionamento, sua configuração é predominantemente determinada por um grupo destacado de agentes hegemônicos vinculados ao mercado internacional (BRANDÃO, 2012).

Na atualidade, as grandes corporações, exercem influência determinante nas definições das estratégias de uso do território, com objetivo de atender seus múltiplos interesses. Aliadas aos governos de diferentes esferas, as grandes empresas enfocam somente seus interesses corporativos ao escolherem, de modo planejado e preciso, os lugares com maiores possibilidades técnicas, normativas e econômicas para efetivarem seus objetivos.

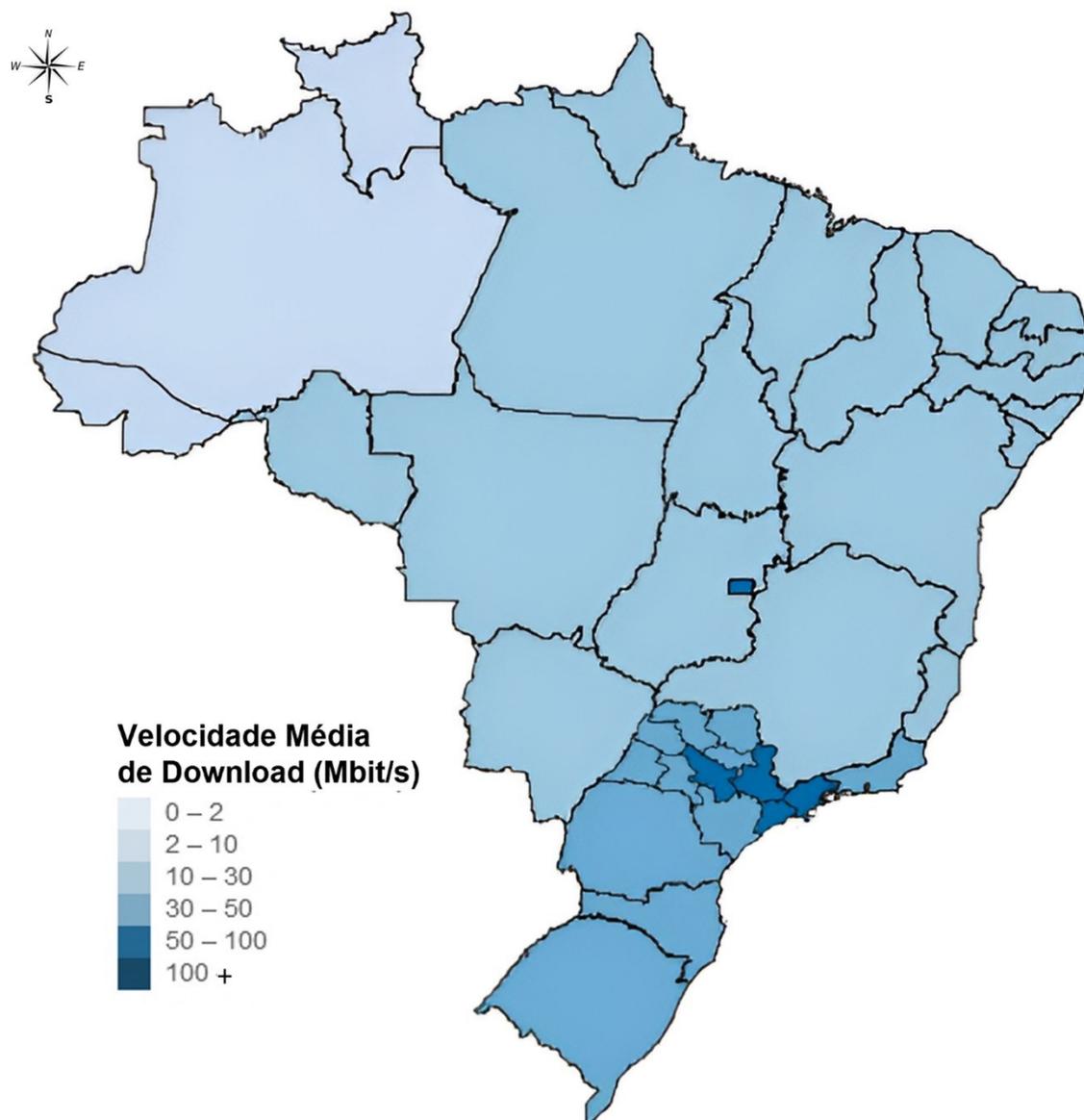
¹⁴⁴ Um *backbone* é uma infraestrutura de rede central que atua como o espinho dorsal de uma rede de comunicações, transportando dados de alto volume entre diversos pontos da rede, como data centers e provedores de serviços digitais. Tipicamente, é composto por conexões de alta capacidade que interligam redes menores e locais, denominadas de *backhaul*, visando garantir um fluxo eficiente de dados em larga escala (GREENSTEIN, 2020).

Mapa 4 Brasil. Densidade e Capilaridade do *Backbone* de Fibra Ótica (2023).



Fonte: ITU (2023a). Edição e organização próprias.

Mapa 5 Brasil. Velocidade Média das Conexões de Internet (2022).



Fonte: NIC.br (2022). Edição e organização próprias.

Em virtude de suas características específicas, a Região Metropolitana de Campinas (RMC) possui uma elevada densidade técnica (CANO; BRANDÃO, 2002; SANTOS, 2012). Tal densidade pode ser entendida como manifestação evidente da ação e influência exercidas pelas grandes corporações que operam em seu território. Desse modo, a densidade técnica, que se expressa na materialidade técnica existente na RMC, possibilita e simplifica as operações das empresas de data centers ali localizadas.

Enfocando a materialidade do território, Milton Santos (2014, p.261) observa que é possível calcular diferentes tipos de densidades, tais como as densidades técnica, informacional e jurídica.

Entendemos que a destacada densidade técnica presente na Região Metropolitana de Campinas, possibilita também, por meio dos data centers localizados nesta região a presença do que propomos ser uma maior densidade de dados ou *data densidade*, em comparação com outras áreas do território brasileiro. A concentração específica destas empresas, configuradas em cluster, determina e potencializa a maior densidade de dados presente naquela região que seu destacado Quociente Locacional de Data Centers (QLDC) evidencia.

Esta *data densidade* é portanto derivada da densidade técnica. Tal atributo da RMC é fator de atração para empresas que buscam fluidez territorial e empresarial (SANTOS; SILVEIRA, 2014) aspectos em que esta região é pletora.

A análise do Mapa 4 revela uma densidade notadamente maior das infraestruturas de redes de fibra óptica em uma parte da Região Concentrada, localizada especificamente nas Regiões Metropolitanas de Campinas e São Paulo, estendendo-se em direção ao Vale do Paraíba. Essa alta concentração infra estrutural de redes ópticas, como mostrado no Mapa 5, se correlaciona diretamente com taxas mais rápidas de velocidade de acesso à internet, maior volume de dados trafegados e um número mais elevado de pessoas conectadas nestas regiões¹⁴⁵.

¹⁴⁵ Não coincidentemente, esta intensa concentração de sistemas conectivos ópticos na RMC e no município de São Paulo, localizado a cerca de 100 km da RMC, contribuiu para que o município paulistano se tornasse o maior ponto de tráfego de internet do mundo. A marca foi atingida em março de 2021 (ITU, 2022; BUCCO, 2022). O ponto de tráfego de internet, ou IX, é o local onde diferentes redes de internet se conectam e trocam dados. O IX de São Paulo registrou, em 2021, tráfego quase 20% superior ao segundo maior do mundo localizado na Holanda. Esse número leva em conta o volume de dados da troca de tráfego e número de usuários (BUCCO, 2022).

Essa assimetria faz emergir significativa desigualdade entre as porções do território que possuem alta densidade de redes e acesso e, por conseguinte, acesso à internet rápida, em contraste com outras porções nas quais a ausência de tais infraestruturas ópticas impõe velocidades mais reduzidas em suas redes de internet (ANATEL, 2023). A disparidade em questão, denominada de desigualdade digital ou exclusão digital, decorre primariamente da expansão não homogênea das infraestruturas de redes de fibra óptica¹⁴⁶ no território brasileiro.

Adicionalmente, a especialização produtiva, derivada das operações das empresas do cluster de data centers da RMC, impulsiona a emergência de novos fluxos materiais e imateriais intrínsecos às operações de armazenamento e processamento de dados. Como resultado, esta especialização confere à esta região novos atributos que influenciam suas interações, tanto em âmbito nacional como internacional, que são facilitadas pela presença das redes telemáticas ópticas intravertidas e extravertidas que conectam e interconectam os data centers daquela região metropolitana a inúmeros lugares.

Um desdobramento decorrente da presença do cluster de data centers localizado na RMC é a inserção das cidades daquela região no circuito espacial produtivo de serviços de data centers. Em razão dessa dinâmica nova, as cidades da RMC passam a ter uma nova posição na hierarquia urbana regional, efeito colateral das ações racionais de agentes públicos privados.

Nessa perspectiva, em virtude de a plena realização da racionalidade encontrar-se condicionada à provisão adequada das condições técnicas oferecidas pela materialidade, como elucida Santos (2012, p. 298), é possível observar no cluster de data centers da RMC uma racionalidade intrínseca associada às suas atividades.

Segundo Bernardes (2001, p.429), a racionalidade se manifesta por meio das “lógicas do acontecer hierárquico, sob a égide das técnicas informacionais, de verticalidades, de razões globais, que impõem uma ordem alheia, instrumental e pragmática ao funcionamento dos lugares”. A autora detalha que esses subespaços “são os mais produtivos para as redes hegemônicas. Daí a força com que o meio técnico-científico-informacional, em suas escalas local, regional e nacional, atrai capitais e designa hierarquia entre lugares” (2001, p.429).

¹⁴⁶ Vitais para o funcionamento dos data centers, cumpre-nos registrar que o desenvolvimento da tecnologia de fibras ópticas no Brasil foi uma iniciativa conjunta envolvendo pesquisadores da Unicamp - Universidade Estadual de Campinas e o CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (SUZIGAN *et al.*, 2001), localizado no entorno desta universidade na RMC.

Resultado de análises corporativas estratégicas e planejadas, o cluster de data centers da Região Metropolitana de Campinas está precisamente situado em uma porção do território nacional que contém a mais alta densidade de infraestruturas de redes ópticas e a máxima taxa de transferência de dados em conexões de internet.

Com efeito, conforme discutido por Santos e Silveira (2014, p. 299), em razão da cognoscibilidade do planeta “algumas regiões são reconhecidas como as mais aptas para o exercício de determinadas produções”. Trata-se de algumas áreas mais equipadas para a instalação de atividades de âmbito mundial, em razão disso, tornando-se “autênticos espaços da globalização” e, por esse motivo, observa-se nestes espaços uma tendência à concentração de atividades semelhantes ou complementares.

Janaína P. da Costa (2012, pp. 260-261) adverte que é necessário considerar as especificidades de cada compartimentação do território ao se pensarem políticas para aglomerações de empresas. Sob esse mesmo enfoque, Pumain e Saint-Julien (2011), argumentam que a análise espacial, campo próprio da geografia, deve ser dedicada a investigar e sistematizar a configuração e as propriedades do espaço geográfico.

A lógica neoliberal que comanda o processo produtivo atual, mensura e seletivamente escolhe os lugares mais aptos às suas atividades econômicas. Santos (2020, p.90), aponta que as dinâmicas contemporâneas do modo de produção vigente são marcadas por instabilidade e confusão, “onde globalização e localização, globalização e fragmentação são termos de uma dialética refeita com frequência”.

A ação desta instabilidade se manifesta na expressiva desigualdade socioespacial verificada no território brasileiro, gerada, entre outros fatores, pela priorização de investimentos em infraestruturas e objetos técnicos modernos, em regiões que já possuem a presença destes elementos. Em razão desta seletividade perversa, as empresas de data centers tendem a se concentrar nestas áreas mais privilegiadas, em que se inclui a RMC, excluindo as demais de suas estratégias corporativas de operação, às quais são qualificadas como áreas de rarefação (SANTOS;SILVEIRA,2014).

Toda intencionalidade pressupõe um comando. Para Santos (1996), há no atual período um processo de translação, ainda que parcial, do poder do Estado para as empresas que gera implicações extraordinárias, já que se espera que façam um mínimo de política, voltando-se para o bem-estar social.

Nesse escopo, Silveira enfatiza que “graças às solicitações do mundo, os lugares especializam-se, e, por conseguinte, multiplicam-se os intercâmbios. Esses conteúdos, causa e consequência da consagrada competitividade, não constituem porém necessidades genuínas do lugar” (1999, p.424).

As empresas organizam e controlam o território por meio de ações de seletividade e imposição de estratégias fundamentadas na racionalidade neoliberal que direciona as ações para máxima extração de mais-valia e espoliação social sem limites. Nesse contexto parcial, a função dos governos deveria ser de “inclinar o campo de forças” numa direção que minimize a expressiva desigualdade socioespacial existente; no entanto, observa-se uma tendência contrária.

Esta realidade faz Santos e Silveira (2014, p.302) afirmarem que o neoliberalismo conduz a uma “seletividade maior na distribuição geográfica dos provedores de bens e de serviços, levados pelo império da competitividade a buscar, sob pena de seu próprio enfraquecimento, as localizações mais favoráveis”. Como resultado, as populações mais pobres são punidas e exploradas, tornando-se mais isoladas, mais dispersas e mais distantes dos grandes centros urbanos e dos centros produtivos e, portanto, segredadas espacialmente.

Como uma expressão manifesta desta exploração, cumpre-nos destacar o exemplo emblemático de um dos maiores data centers da RMC, localizado em Campinas e de propriedade de um banco de varejo estrangeiro.

Além das múltiplas isenções e benefícios tributários concedidos, como modo de viabilizar sua implantação, por intermediação do governo municipal, foi construída aceleradamente e instalada, antes do início das operações do data center, uma subestação de energia elétrica, anexa ao terreno deste data center, com capacidade de 50.000 kW, o que permitiria suprir com eletricidade uma cidade de 200 mil habitantes. Com área total de 800 mil m², a construção deste centro de dados consumiu 6.000 toneladas de aço em sua estruturação.

O projeto e sua construção foram gerenciados localmente por uma empresa espanhola contratada pelo banco, que também contratou empresas brasileiras de construção civil para o projeto. A força de trabalho empregada foi integralmente composta por trabalhadores brasileiros, cuja maioria era de origem nordestina, especialmente do estado do Maranhão.

Em 2013, ano em que a instalação estava sendo construída, vinte e sete trabalhadores foram resgatados em condições análogas às de escravo nas obras do data center. A empresa foi notificada, mais de uma vez, pelo Ministério do Trabalho e Emprego e pelo Ministério Público do Trabalho por adotar condições degradantes e precárias de trabalho (WROBLESKI, 2013).

Para os agentes do neoliberalismo, parece não ser suficiente efetivar o uso corporativo do território e excluir lugares, regiões e populações (Harvey, 2010). Como elucidado por Milton Santos (2020, p.111), se os lugares possuem valores diferenciais e “o valor do indivíduo depende, em larga escala, do lugar onde está”, torna-se obrigatório, impulsionarmos as mudanças que podem alicerçar “as bases de reconstrução de um espaço geográfico que seja realmente o espaço do homem, o espaço de toda gente”, embasado pela solidariedade e justiça socioespacial.

Entendemos, com Silveira (2011), que as áreas de especialização e de diversidade produtiva poderiam ser apreendidas como um conjunto, no qual as condições locais como infraestrutura, força de trabalho, regime fiscal, estrutura sindical repelem ou atraem atividades num dado momento.

Entretanto, quando o poder público promove atividades controladas por poucos, o território tem seus recursos transformados em ativos circunscritos e limitados a um pequeno número de agentes. É dessa forma que cresce a vulnerabilidade do território e da sociedade e a riqueza se concentra. Um caminho possível para alterar essa situação passa por formular políticas públicas estruturadas na premissa de que o território é de domínio coletivo e pertencente a todas as populações, garantindo, desse modo, a possibilidade de existência com equidade de todos os agentes.

]

Conclusão

Conclusão

Fundamentados nas análises e discussões apresentadas, compreendemos que, hoje, os dados se tornaram mercadoria valiosa em um mundo altamente digitalizado. Contudo, os dados transcendem sua função de fonte de acumulação de capital, são primordialmente uma nova força produtiva. Portanto, constituem-se como matrizes de notável poder.

A ideia de nuvem de dados representa uma manifestação recente de diversas metáforas que encapsulam uma idealização relacionada a conexões perfeitas a uma rede ubíqua, que armazena dados e está incessantemente disponível, com capacidade infinita e imune a falhas ou ataques. Assim, "a nuvem" transcendeu sua base tecnológica original, evoluindo para uma alusão poderosa que delinea e embasa elementos centrais do cotidiano da sociedade contemporânea. Nesse contexto, o viver está, em boa medida, vinculado à produção e consumo de dados.

A materialização do novo paradigma tecnológico, constituído pela computação em nuvem, traz consigo as tecnologias digitais que armazenam dados e estruturam as abrangentes redes telemáticas intravertidas e extravertidas, que interconectam data centers instalados em inúmeros lugares do planeta e alavancam a integração digital do território.

A emergência desse contexto decorre, em parte, da acelerada difusão social e espacial das tecnologias de informação; da rápida ascensão das plataformas digitais comandadas pelas grandes empresas; e do uso, na escala mundial, de *smartphones* por agentes de todos os circuitos da economia urbana (SANTOS, 2004) e da economia agrária (ELIAS, 2011;BERTOLLO,2021).

Os data centers e suas amplas redes de interligação podem ser compreendidos como uma expressão geográfica da circulação imaterial, que permite analisar as configurações materiais, normativas e políticas que suportam os fluxos de dados que perpassam os territórios. Esta estrutura convergente de data centers e redes telemáticas configura uma nova camada técnica nos territórios, funcional à fluidez requerida pelo capital financeiro.

Mediante esses aspectos, buscamos detalhar na tipologia de data centers desenvolvida e na apresentação da enorme estrutura conectiva terrestre e submarina que os interliga, as principais características operacionais que as vinculam aos territórios.

Dada a intensidade e abrangência de suas implicações, a análise das funções exercidas pelos data centers passa a ser fundamental para a compreensão do modo como o território é usado pelas grandes empresas do setor e pelos representantes do capital financeiro, em diferentes escalas.

Nesse âmbito, nossa pesquisa visou identificar e desvelar o *modus operandi* dos principais agentes hegemônicos da financeirização e apontar suas principais estratégias e nexos estabelecidos sobre o setor de data centers, convertido agora em mercado.

As tecnologias que suportam as operações de data centers estão sendo criteriosamente incorporadas ao território brasileiro por meio da cognoscibilidade planetária, colocada em prática pela aplicação dos numerosos critérios locacionais que detalhamos. Esses critérios determinam precisamente os lugares mais adequados para a implantação de data centers. Subjacente a esse processo, como discutido neste trabalho, o que se revela é uma dinâmica em que Capital e Estado esquadrinham os melhores locais do planeta para exercer o controle do território, tornada evidente pela regulação híbrida (ANTAS Jr., 2005).

Em decorrência, observa-se a progressiva disseminação do meio técnico-científico-informacional na formação socioespacial brasileira, com foco em áreas que já possuem uma significativa densidade técnica. Esse fenômeno se alinha e fortalece a premissa de que “os lugares são mais ‘exitosos’ quanto maior a sua carga de modernidade” (Silveira, 2002, p.45).

Discordantes dessa lógica, compreendemos que as ações de modernização seletiva do território, das quais resulta o cluster de data centers da Região Metropolitana de Campinas (RMC), são partes integrantes de estratégias geográficas neoliberais focadas prioritariamente em aumentar a velocidade de acumulação de capital.

Os projetos de modernização seletiva priorizam porções específicas do território para efetivarem as ações de seus agentes, resultando na concentração espacial de determinadas atividades. Os esforços de mensuração e análise da concentração de data centers nas escalas regional e nacional que empreendemos, revelam os lugares selecionados pelos agentes hegemônicos da globalização, assim como suas práticas de difusão espacial. Por conseguinte, os subespaços precisamente escolhidos participam cada vez mais da produção de uma mais-valia global.

O cluster de data centers localizado na RMC modifica e eleva a densidade técnica da região e contribui para o aumento de sua densidade de dados. A incorporação dos novos objetos técnicos ocasiona a renovação e modificação do conteúdo técnico da RMC, culminando na configuração

de uma nova organização espacial da materialidade da região, na qual a fluidez é ainda mais aprimorada para atender às exigências da divisão internacional do trabalho.

Dessa maneira, a maior espessura técnica, de capital e de dados presentes na RMC tende a reforçar sua posição de proeminência na hierarquia territorial brasileira, uma vez que atividades disseminadas em diversas áreas do país utilizam da RMC para efetivar suas operações. Daí, a região ter uma função destacada nas dinâmicas espaciais nacionais.

Por meio de investimentos específicos e ações normativas, os entes governamentais em suas diversas instâncias, juntamente com as grandes empresas, imprimem alterações no espaço geográfico.

O poder derivado desse processo de “corporatização” do território visa torná-lo eficiente e operacional aos objetivos das corporações (SILVEIRA, 2002). Essa estratégia é efetivada mediante a introdução de novas normas e objetos técnicos, com o intuito deliberado de provocar transformações no território para que seja continuamente adaptado e hierarquizado, a fim de se tornar funcional aos projetos utilitaristas das grandes empresas.

É desse modo que os lugares, devidamente “adaptados”, passam a integrar o circuito espacial produtivo das empresas de serviços de data centers, tornando-se apenas mais um dos recursos funcionais dos agentes hegemônicos do setor. O propósito central destas estratégias espaciais consiste em potencializar a competitividade, entendida aqui como um atributo dos lugares, e fomentar a competição enquanto relação entre esses locais, estando ambas as concepções intrinsecamente interligadas (CASTILLO, 2015a).

Podemos designar, as concentrações territoriais de data centers, apontadas na topologia elaborada, como lugares ou regiões competitivas brasileiras (SANTOS, 2012), as quais, ao se especializarem em atividades econômicas específicas, tornam-se mais suscetíveis às flutuações de mercado, com possibilidade de estimularem a competição entre lugares e alterarem o equilíbrio no território.

As implicações negativas produzidas por essa lógica de mercado tornam-se manifestas e exemplificadas pela desigual distribuição das infraestruturas de rede de fibras óticas no país. De forma incisiva e com a finalidade de maximizar a extração de ganhos, o capital financeiro tem imposto controle sobre os sistemas de engenharia (fixos) e sistemas de fluxos (materiais e imateriais). Esse controle limita o poder de ação do Estado e exerce influência direta na organização socioespacial.

O inequívoco domínio exercido pelo grupo das empresas Big Tech e pelo capital financeiro, agentes hegemônicos que atuam no setor de data centers, sobre o conjunto técnico desses objetos técnicos, possibilita um controle sem precedentes dos fluxos imateriais e suas estruturas em rede que atravessam o planeta, culminando em um avassalador poder corporativo sobre o uso dos territórios.

À medida que as atividades cotidianas da sociedade atual incorporam cada vez mais o uso de nuvens computacionais para dar suporte ao trabalho, transporte, comunicação e diversas outras atividades, a demanda pelo uso de serviços de data centers é ainda mais impulsionada. Como resultado, os data centers e a multirrede que os interconecta, continua a crescer em capacidade e quantidade, expandindo sua abrangência e, por consequência, aumentando sua influência e supremacia. Devido à vital importância que possuem, os data centers e seus sistemas de redes são altamente estratégicos para empresas e países.

O poder extraordinário que as nuvens ancoradas no território facultam às Big Tech e ao capital financeiro abrange, desde a ponta até a extremidade dos conjuntos técnicos que fazem funcionar as tecnologias de dados. Inicia-se nos sistemas operacionais proprietários dessas empresas, instalados em dispositivos móveis e em todo tipo de veículo, bem como nos dispositivos fixos, sejam eles tradicionais ou modernos, como robôs, sensores e máquinas, posicionados em distintos locais; passa pelas infraestruturas de sistemas de redes terrestres e aquáticas, tanto de suporte quanto de serviços que perpassam o planeta (DIAS, 2000) e interconectam esses bilhões de equipamentos, até chegar nos data centers.

Objetivando ampliar a eficácia de seus métodos de operação, esses agentes hegemônicos do setor, que se articulam por meio de objetos técnicos, estabelecem vínculos que engendram uma nova divisão internacional do trabalho, desencadeando a mundialização dos lugares (ORTIZ, 2007) e a necessidade de novos objetos tecnológicos.

Como componentes constituintes do novo sistema de objetos, os data centers e suas estruturas conectivas, representam os novos elementos infraestruturais planejados para colmatar as ubíquas exigências produtivas contemporâneas. Essas demandas passam a ser controladas e supridas pelas enormes corporações que dominam o mercado desses objetos técnicos e seus serviços. A unicidade das técnicas, em conjunto com as densas normatizações, possibilitam que data centers sejam discriminadamente implantados em escala mundial, promovendo e intensificando a mundialização dos lugares em que estão instalados.

A dinâmica desigual de desenvolvimento territorial, própria do capitalismo, resulta em regiões predominantemente configuradas por setores econômicos dominantes (HARVEY,2012).

O cluster de data centers da RMC constitui um lugar tecnificado e complexo, situado em um subespaço especializado em funções científicas e tecnológicas, planejado para suportar, geográfica e economicamente demandas específicas do processo produtivo atual.

Sob uma perspectiva escalar, o cluster de data centers faz dessa região um centro processador de massivos fluxos de dados nacionais e internacionais, indispensáveis a uma miríade de atividades econômicas. Nesse contexto, a RMC emerge como um dos pontos de execução da economia mundial.

O processo de modernização que permite à RMC adaptar-se às inovações tecnológicas é resultado das imposições do mercado ao território. O endosso governamental às ações mercantis, conforme abordado nesse trabalho, catalisa as estratégias hegemônicas neoliberais, atenuando e eliminando as divergências entre os interesses públicos e os interesse do mercado em distintas escalas e acentuando a modernização seletiva e fragmentadora que atinge o território. Desse modo, empresas e governos são responsáveis por instaurar diferenças produtivas entre os lugares (SANTOS,2012).

Na qualidade de núcleo concentrador de redes e fluxos, o cluster de data centers da RMC constitui um lugar das grandes firmas, especialmente organizado e funcionalmente especializado para servir à lógica das empresas. Como desdobramento da modernização seletiva do território, a configuração da materialidade local representa sua relação de subordinação aos interesses econômicos e geográficos corporativos.

Seletivamente, a especialização no território, aprofunda a divisão internacional do trabalho e a desigualdade socioespacial existente, deslocando os agentes do circuito inferior da economia e afastando a força de trabalho menos qualificada. Essa realidade excludente configura, assim, um uso espoliativo do território.

Aqui, faz-se necessário lembrar que a região Metropolitana de Campinas, que é, ao mesmo tempo, foco de ações de modernidade, também é contingente de vastas áreas de periferia e de pobreza, com carências históricas e precariedade de infraestruturas de todo tipo. A volumosa alocação de recursos públicos destinada a tornar o espaço da RMC apto e adequado aos interesses hegemônicos, tem sido realizada em detrimento de investimentos sociais imprescindíveis para minimizar as desigualdades socioespaciais da região.

A situação é agravada pelo fato de que a quantidade de empregos gerados por data centers ser baixa, pois empregam extensivamente tecnologias de automação, resultando em uma necessidade relativamente baixa de força de trabalho em comparação com setores tradicionais, como a indústria manufatureira (MAYER;VELKOVA,2023

Paradoxalmente, os investimentos e orçamento públicos, que são normas, passam a ser direcionados para solução de questões associadas às dinâmicas globais, em prejuízo das questões locais à RMC. Essa inversão contribui para agravar ainda mais as desigualdades sociais internas da região e gerar implicações negativas em toda a sociedade.

Entendemos a organização do território como um conjunto de possibilidades de ações em determinado arranjo técnico e normativo, já o uso do território é apreendido como as ações que efetivamente se realizam; e a regulação do território é compreendida como o resultado do jogo de forças que favorece ou bloqueia determinados tipos de usos em detrimento de outros (CASTILLO, 2015b). A função dos governos deveria ser de “inclinare o campo de forças” numa direção que minimize a desigualdade socioespacial existente nos países.

No modo de produção vigente, o Estado e as organizações transacionais são os agentes com maior poder de modificar o território e suas dinâmicas, tendo como foco constituir uma sociedade de empresas (CHOMSKY, 2006). De maneira expressa, o uso corporativo do território se universaliza como método de racionalização do espaço geográfico. Tal racionalidade, ainda que não seja a única em ação nesse contexto, possui um poder determinante que influencia a direção dos demais modos de avanço do processo de produção material, na atual etapa do sistema capitalista (KAHIL, 2010).

Para intervir na transferência desse poder nocivo, crescentemente obtido pelas corporações de serviços de data centers, é crucial reconhecer o papel desempenhado pelas atividades cotidianas na definição dos fluxos de dados pessoais que contribuem para a sustentação das condições atuais.

Somente ao realizar esse reconhecimento, superaremos a condição de simples "utilizadores" para nos tornarmos cidadãos conscientes do atual contexto social imerso e entrelaçado por tecnologias de nuvens digitais. Essa transição implicará assumir a complexidade e responsabilidade que esse novo contexto adiciona à condição de cidadania.

Diante dessa realidade, torna-se imprescindível refletir sobre os nexos que unem tecnologias de dados, data centers, redes e o poder dos distintos agentes hegemônicos sobre esse setor,

e empreender análises que enfoquem o território. Para compreendermos a natureza dessas disputas, é preciso observar cuidadosamente, discutir e analisar as lógicas que articulam Estado e mercado, já que elas imprimem diferenças no uso e na distribuição espacial dos recursos que geram e perpetuam as disparidades históricas existentes no país.

De igual modo, faz-se imperativo investigar e compreender modos possíveis de anular os vetores que fomentam a desigualdade e a fragmentação, com o propósito de estruturar um planejamento territorial que desempenhe uma função determinante na fundamentação de um projeto que enfoque o país em sua totalidade.

As múltiplas e dinâmicas transformações tecnológicas e socioespaciais contemporâneas demandam estudos portadores de uma perspectiva enfocada em salientar as relações entre tecnologia, sociedade e território. Rico e profícuo, este é um tema aberto à investigação, essencial para se compreender os novos modos de uso que as modernas tecnologias e estratégias corporativas incidem sobre o território no atual período. Tal propósito direciona percursos, define pontes de diálogos e abre novas possibilidades enfocadas em um uso mais solidário do território.

Bibliografia

AALBERS, M. B. The potential for financialization. **Dialogues in Human Geography**. vol. 5(2), p. 214-219, 2015.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT**: norma de Segurança da informação, Segurança Cibernética e Proteção à Privacidade. Outubro,2022. Disponível: <http://www.abnt.com.br>. Acesso: jan.,2023.

ABRACLOUD - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS CLOUD. **Abracloud**. Disponível: <https://abracloud.com.br/>. Acesso: junho,2023.

ACKOFF, R.L. **Ackoff's Best: His Classic Writings on Management**. [Repr.] ed. New York: John Wiley; 2010.

ADDISON, A. *et al.* Low-Latency Trading in the Cloud Environment. **2019 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE)** and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC). NY, USA, pp. 272-282,2019.

AGLIETTA, M. Shareholder value and corporate governance: some tricky questions. **Economy and Society**, Campinas, v.29, n.1, p. 146-159, 2000.

AGLIETTA, M.; BRETON, R. Financial systems, corporate control and capital accumulation. **Economy and Society, Campinas**. v.30, n. 4, p. 433-466, 2001.

AGNEW, J. A. **Place and politics in modern Italy**. Chicago: University of Chicago Press. 2002.

AGNEW, J. The tragedy of the nation-state. **Territory, Politics, Governance**. n.5:4, p.347-350, Sep.2017.

AKGUNGOR, S. Geographic concentrations in Turkey's manufacturing industry: identifying regional highpoint clusters. **Europe and Planning Studies**, XIV (2), Taylor and Francis Group, London, pp.169-197. 2006.

AKRICH, M. Comment Décrire les Objets Techniques? **Technique e Culture**. Jun-Juin. 1987.

ALGER, D. **The Art of the Data Center: a Look Inside the World's Most Innovative and Compelling Computing Environments**. Upper Saddle River N.J: Prentice Hall; 2013.

ALPAYDIN, E. **Introduction to Machine Learning** (Fourth ed.). Boston: MIT. 2020.

AMIN, A.; THRIFT, N. Neo-Marshallian Nodes in Global Networks. **International Journal of Urban and Regional Research**. n.16. p.571 - 587.1992.

AMIN, S. **Monthly Review**. Volume 71, Issue 03 (July-August), 2019.

ANATEL - AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Plano Estrutural de Redes de Telecomunicações** (PERT). 2023. Disponível: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/infraestrutura/pert> Acesso: jun.,2023.

ANDREWS, D. *et al.* A Circular Economy for the Data Centre Industry: Using Design Methods to Address the Challenge of Whole System Sustainability in a Unique Industrial Sector. **Sustainability**. 13 (11), p.6319,2021.

ANDRIOSOPOULOS *et al.* Computational approaches and data analytics in financial services: A literature review. **Journal of the Operational Research Society**. Taylor & Francis Journals, vol. 70(10), pages 1581-1599, October, 2019.

ANSOFF, H.I. **Corporate Strategy**. Revised Edition. London: Penguin Books: 1988.

ANTAS JR., R. M. **Território e regulação**: espaço geográfico, fonte material e não formal do direito. São Paulo: Humanitas/Fapesp, 2005.

APPLE. Apple Inc. **Press Release**. App Store developers generated \$1.1 trillion in total billings and sales in the App Store ecosystem in 2022. Disponível: <https://www.apple.com/ee/newsroom/2023/05/one-point-one-trillion-generated-in-app-store-ecosystem-in-2022/> Acesso: mai., 2023.

ARITZON. China and Hong Kong Data Center Market - Industry Outlook & Forecast 2022-2027. **Aritzon Advisory and Intelligence Reports**.Chicago: AAAI,2022.

ARROYO, M. Território, mercado e estado: uma convergência histórica. **Geographia** (UFF). Niterói, v.12, p.49-66, 2004.

ARROYO, M. A vulnerabilidade dos territórios nacionais latino-americanos: o papel das finanças. *In*: LEMOS, A.I.; SILVEIRA, M.L.; ARROYO, M. (orgs.). **Questões territoriais na América Latina**. São Paulo/Buenos Aires: USP/CLACSO, p. 77-190, 2006a.

ARROYO, M. Dinâmica territorial, circulação e cidades médias. *In*: SPOSITO, E. S; SPOSITO, M. E. B; SOBARZO, O. (orgs.) **Cidades médias: produção do espaço**. 1.ed. –São Paulo: Expressão Popular, 2006b.

ARROYO, M. Redes e circulação no uso e controle do território. *In*: ARROYO, Mónica; CRUZ, Rita de Cássia Ariza da (orgs.). **Território e circulação**: a dinâmica contraditória da globalização. São Paulo: FAPESP/PPGH/CAPES/Annablume Geografias, 2015.

ARROYO, M.; CONTEL, F. Dossiê Geografia e Finanças. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), [S. l.], v. 21, n. 2, p. 319-322, 2017. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/138429>. Acesso: jan., 2023.

ASSO SUBSEA GROUP. **Fleet. 2023**.Disponível: <https://www.assogroup.com/our-fleet/> Acesso: abr.,2023.

AUGÉ, M. **Não-Lugares**: introdução a uma antropologia da sobremodernidade. Lisboa, Editora Letra Livre.2012.

BAKIS, H. Les facteurs de localisation d'un nouveau type d'établissements tertiaires: les datacentres. **Netcom**.vol27. pp.351-384. Oct.2013.

BANGALORE, S. *et al.* Investing in the Rising Data Center Economy 2023. **McKinsey Insights**. Disponível: <https://www.mckinsey.com>. Acesso: mar., 2023.

BARRACLOUGH, G. **Introdução à História Contemporânea**.5ed. Zahar: Rio de Janeiro, 1983.

BATISTIČ, S.; VAN DER LAKEN, P. History, evolution and future of big data and analytics: a bibliometric analysis of its relationship to performance in organizations. **British Journal of Management**. 30(2), pp.229-251,2019.

BAUDRILLARD, J. **O Sistema dos Objetos**. 5. Ed. São Paulo: Perspectiva, [1968]/2008.

BAUMAN, Z. **Babel**. Polity Press, Cambridge, UK. 2016.

BAUMGARTEN, M. Tecnologia. *In*: Cattani, A.D.; Holzmann, L. (Org.). **Dicionário de Trabalho e Tecnologia**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006, v. 1, p. 288-292.

BEAUJEU-GARNIER, J. **Geografia de população**. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1971.

BECATTINI, G. O Distrito Marshalliano. *In*: BENKO, G.; LIPIETZ, A.(org.) **As regiões ganhadoras** - distritos e redes: os novos paradigmas da geografia econômica. Oeiras: Celta, 1994.

BEDÊ, M. A. **Subsídios para a identificação de clusters no Brasil**. São Paulo: Sebrae, 2002.

BEETS, K.; DUNCAN, G.; THORPE, D. 2023 Global Data Center Outlook. **JLL Market Research**. April,2023. Disponível: <https://www.us.jll.com/en/trends-and-insights/research/data-center-outlook>. Acesso: abr.,2023.

BELLUZZO, L. G. O dinheiro e as transfigurações da riqueza: uma economia política da globalização. *In*: FIORI, J. L.; TAVARES, M. C. (org.). **Poder e dinheiro**: uma economia política da globalização. São Paulo: Vozes, 1997.

BELLUZZO, L.G. **Histórias da Concorrência Capitalista**. Disponível. <https://www.eco.unicamp.br/midia/historias-da-concorrenca-capitalista>. Fevereiro,2019. Acesso: fev.,2023.

BENABID, M. The Territorialization of Cyberspace and GAFAM Geopolitics: Driving Forces and New Risks in the Wake of the Ukrainian Crisis. Policy Brief n.52/22. **Policy Center for the New South**. August,2022. Disponível: www.policycenter.ma. Acesso: ago.,2023.

BENAKOUCHE, T. Redes de Comunicação Eletrônica e Desigualdades Regionais, *In*: Maria Flora Gonçalves. **O Novo Brasil Urbano**. Porto Alegre, Mercado Aberto, pp. 227-37, 1995.

BENJAMIN, W. **Sobre o Conceito de História**. São Paulo: Alameda. [1921]/2020.

BENKO, G. B. **Desenvolvimento regional e indústria de alta-tecnologia**: um estudo das dinâmicas locais. Finisterra, Lisboa, v.28, n.55-56, p.73-100, 1993.

BENKO, G.; LIPIETZ, A. (org). **As regiões ganhadoras** - distritos e redes: os novos paradigmas da geografia económica. Oeiras: Celta, 1994.

BERGER, S. How Finance Guttled Manufacturing. **Boston Review**, 2014. Disponível: <http://bostonreview.net/forum/suzanne-berger-how-finance-guttled-manufacturing>. Acesso: jan., 2021.

BERMAN, P. S. Choice of law and jurisdiction on the internet: towards a cosmopolitan vision of conflict of laws. **University of Pennsylvania Law Review**, v. 153, n. 1, p. 1819-1882, 2005.

BERNARDES, A. A nova divisão territorial do trabalho brasileira e a produção de informações na cidade de São Paulo (as empresas de consultoria). *In*: SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro: Record. p. 413-432, 2001.

BERNARDES, J. A.; CASTILLO, R. A. (org.). **Espaço geográfico e competitividade: regionalização do setor sucroenergético no Brasil**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2019.

BERTALANFFY, L. Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, [1968]/2008.

BERTOLLO, M. A internet das coisas (IoT) no campo brasileiro: as redes informacionais e novas dinâmicas da produção agrícola. **Anais [...]** XIV ENANPEGE. Campina Grande: 2021.

BHATTACHARYA, A.A.*et al.* The Need for Speed and Stability in Data Center Power Capping. **Sustainable Computing: Informatics and Systems**. 3.3, p.183-193,2013.

BILLÉ, A.G.; BENEDETTI, R.; P. POSTIGLIONE. A two-step approach to account for unobserved spatial heterogeneity. **Spatial Economic Analysis**, Taylor & Francis Journals, vol. 12(4), pages 452-471, October,2017.

BIRCH, K. *et al.* Data as asset? The measurement, governance, and valuation of digital personal data by Big Tech. **Big Data & Society**, 8(1).2021.

BLAKELEY, G. The Latest Incarnation of Capitalism. **Jacobin Magazine**, n.30, May, 2018.

BOSCHMA, R.A.; KLOOSTERMAN, R.C. (Eds.). **Learning from clusters**. A critical assessment from an economic-geographical perspective, Springer, Dordrecht: 2005.

BOYER, R. Is a Finance-Led Growth Regime a Viable Alternative to Fordism? A Preliminary Analysis. **Economy and Society**, Campinas, 29, n.1, p.111-145, 2000.

BOYER, R. **Teoria da Regulação: os fundamentos**. São Paulo: Estação Liberdade, 2010.

BRADLEY, W.C. **Handbook of Data Center Management**. Milton: CRC Press, 2018.

BRAGA, J.C. **Temporalidade da Riqueza: teoria da dinâmica e financeirização do capitalismo**. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia (UNICAMP), Campinas, 1985.

BRAGA, J. C. Qual conceito de financeirização compreende o capitalismo contemporâneo. *In: BARROSO, Aloísio Sérgio e SOUZA, Renildo (ed.), A grande crise capitalista global 2007-2013: gênese, conexões e tendências, São Paulo: Anita Garibaldi, p.85-110, 2013.*

BRAGA, J.C.; OLIVEIRA, G. C. de; WOLF, P. J. W.; PALLUDETTO, A. W. A.; DEOS, S. S. de. Por uma economia política da financeirização: teoria e evidências. **Economia & Sociedade**, Campinas, SP, v. 26, n. especial, dez.2017.

BRAGA, V.; CASTILLO, R. Tipologia e topologia de nós logísticos no território brasileiro: uma análise dos terminais ferroviários e das plataformas multimodais. **Boletim Campineiro De Geografia**, 3(2), 235–258. 2013.

BRAGION, E. *et al.* Fortaleza: The emergence of a network hub. **Internet of Things and Cyber-Physical Systems** 3, 272-279, 2023.

BRAKE, D. **Submarine Cables: Critical Infrastructure for Global Communications.** Information Technology & Innovation Foundation (ITIF). Washington: April,2019.

BRANDÃO, C. **Território e Desenvolvimento: as múltiplas escalas entre o global e o local.** Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2012.

BRASIL. Balanço Energético Nacional (BEN) 2022. **EPE 2022.** Disponível: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso: jul.,2023.

BRASIL. **Decreto no 8.771**, de 11 de maio de 2016. Diário Oficial da União – Edição Extra, 11 de maio de 2016. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8771.htm. Acesso: jul.,2022.

BRASIL. **Lei no 12.965**, de 23 de abril de 2014. Diário Oficial da União. 24 abr. 2014. Disponível:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/112965.htm. Acesso:jan.2023.

BRASIL. **Lei nº 13.709**, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso: fev., 2023.

BRASIL. **Supremo Tribunal Federal (STF).** Responsabilização civil de provedores por conteúdo ilícito gerado por terceiros. Bibliografia, Legislação e Jurisprudência Temática. Brasília: STF, Secretaria de Altos Estudos, Pesquisas e Gestão da Informação. 2. ed. 2023.

BRAUDEL, F. **Civilização material, economia e capitalismo séculos XV-XVIII: estruturas do cotidiano.vol.3.** Martins Fontes: São Paulo, 2009.

BRAUN, D. Brazil Expands Data Centers Driven by Demand from Cloud Giants. **Valor International.** Jan,2022.Disponível:<https://valorinternational.globo.com>. Acesso: mar.,2023.

- BRENNER, N. **Implosions/Explosions: Towards a Study of Planetary Urbanization**. Berlin: Jovis, 2014.
- BRENNER, N.; THEODORE, N. **Preface: From the "New Localism" to the Spaces of Neoliberalism**. Antipode. V-XI. 2002.
- BRESCHI, S.; LISSONI, F. Localised knowledge spillovers vs. innovative Milieux: knowledge tacitness” reconsidered. **Papers in Regional Science**, 80 (3), 2001.
- BRIDI, A. Prefácio. *In: O trabalho controlado por plataformas digitais: dimensões, perfis e direitos*. MACHADO,S.; ZANONI, A.P.(orgs).**Direito do Trabalho** (Universidade Federal do Paraná).2022.
- BRITTO, J.; ALBUQUERQUE, E. M. Clusters industriais na economia brasileira: uma análise exploratória a partir de dados da RAIS. **Estudos Econômicos**, SP, v. 32, n. 1, p. 71-102, 2002.
- BROBY, D. *et al.* The Role of Precision Timing in Stock Market Price Discovery when Trading through Distributed Ledgers. **Journal of Business Thought**. V.10. n.1-8. 2019.
- BRUCE, A.; BRUCE, P. **Practical Statistics for Data Scientists: 50 Essential Concepts Using R and Python**. O'Reilly Media Inc., USA [s.l.], 2020.
- BRYNJOLFSSON, E.; BRIAN K. **Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research**. Cambridge, Mass: MIT Press, 2002.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE A. **The Second Machine Age**. Work Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W.W. Norton & Company; 2018.
- BRYNJOLFSSON, E; WANG, J.; MCELHERAN, K. The power of prediction: predictive analytics, workplace complements, and business performance. **Bus Econ**, 56, 217–239 (2021).
- BUCCO,R. IX.br São Paulo: o maior do mundo em tráfego e participantes. **Telesintese**. Disponível:<https://www.telesintese.com.br/ix-br-sao-paulo-o-maior-do-mundo-em-trafego-e-participantes/>. Acesso: nov.,2022.
- BUCKLAND, M. Information and Society. **The MIT Press Essential Knowledge Series**. Cambridge, The MIT Press. 2017.
- BURFITT, A.; MACNEILL, S. The Challenges of Pursuing Cluster Policy in the Congested State. **International Journal of Urban and Regional Research**. 32. 492-505.2008.
- BURGIN, M. Knowledge, Data, and Information. World Scientific Book Chapters. *In: Theory of Knowledge Structures and Processes*, chapter 8, pages 721-801, Singapore: World Scientific Publishing,2016.
- BYGRAVE, L.A. Information Concepts in Law: Generic Dreams and Definitional Daylight. **Oxford Journal of Legal Studies** 35(1), 1–30,2014.

CANO, W.; BRANDÃO, C. A. **A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente** (Vols. 1 e 2). Campinas: Ed. Unicamp, 2002.

CARROLL, M.; REID, N.; SMITH, B. Location quotients versus spatial autocorrelation in identifying potential cluster regions. **The Annals of Regional Science**. Springer. Western Regional Science Association, vol. 42(2), p.449-463, jun. 2008.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2013.

CASTILLO, R. **Sistema orbitais e uso do território – Integração eletrônica e conhecimento digital do território brasileiro**. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia – FFLCH – Universidade de São Paulo, 1999.

CASTILLO, R. Agricultura globalizada e logística nos cerrados brasileiros. *In: SILVEIRA, M. R. (org.). Circulação, transportes e logística: diferentes perspectivas*. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

CASTILLO, R. Abordagem geográfica da logística: uma proposta. **Coluna Territorium**. Natal: [s.n.], 2012. Disponível: <http://colunaterritorium.blogspot.com.br>. Acesso: fev.,2023.

CASTILLO, R. Expansão recente do setor sucroenergético no território brasileiro: algumas implicações sócio-econômicas nas escalas local, regional e nacional. *In: International Congress of Americanists*, 55., 2015, San Salvador. Anais.San Salvador: ICA, 2015a.

CASTILLO, R. Dinâmicas recentes do setor sucroenergético no Brasil: competitividade regional e expansão para o bioma Cerrado. **GEOgraphia (UFF)**. v. 17, p. 95-119, 2015b.

CASTILLO, R. Mobilidade geográfica e acessibilidade: uma proposição teórica. **GEOUSP – Espaço e Tempo** (On-line), v. 21, n. 3, p. 644-649, dez. 2017.

CASTILLO, R. SIMÕES, R. **Land Grabbing: a geografia a serviço do grande capital**, 2015 (inédito).

CATAIA, M. A alienação do território - o papel da Guerra Fiscal no uso, organização e regulação do território brasileiro. *In: de SOUZA, M. A. A. (org.). Território Brasileiro: usos e abusos*. Campinas: Territorial, 2003.

CATAIA, M. Civilização na Encruzilhada: Globalização Perversa, Desigualdades Socioespaciais e Pandemia. **Revista Tamoios**, [S.l.], v. 16, n. 1, maio 2020.

CATERPILLAR INC. **Generators for Data Centers**.2023. Disponível: https://www.cat.com/en_US/by-industry/electric-power/electric-power-industries/data-centers.html. Acesso:jna.,2023.

CAULLIER, S. 6G promises to merge the human and digital worlds. **Polytechnique de Paris Insights**. March,2022. Disponível: <https://www.polytechnique-insights.com/en/braincamps/digital/5g-6g/6g-promises-to-merge-the-human-and-digital-worlds/>. Acesso: jun.,2023.

CAVANILLAS, J.M.; CURRY, E.; WAHLSTER, W. The Big Data Value Opportunity. *In: Cavanillas, J., Curry, E., Wahlster, W. **New Horizons for a Data-Driven Economy***. Springer, Cham. 2016.

CELANI,G.;VAZ,C.; BERNARDINI,S. Do Polo de Alta Tecnologia ao Hub Internacional de Desenvolvimento Sustentável (HIDS). **Jornal da Unicamp**. Abril, 2023.Disponível: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/do-polo-de-alta-tecnologia-ao-hub-internacional-de-desenvolvimento-sustentavel-hids>. Acesso: jun.,2023.

CHANDER, A.; LE, U. Data Nationalism. **Emory Law Journal**, Vol. 64, No. 3, 2015.

CHECKLAND, P. **Soft Systems Methodology: 30-Year Retrospective**; and **Systems Thinking: Systems Practice**. Reprinted February 2009 ed. Chichester: John Wiley & Sons; 2009.

CHECKLAND, P.; HOLWELL, S. **Information Systems and Information Systems: Making Sense of the Field**. Chichester: Wiley; 2005.

CHESNAIS, F. **A mundialização financeira**. São Paulo: Xamã, 1998.

CHESNAIS, F. A teoria do regime de acumulação financeirizado: conteúdo, alcance e interrogações. *In: **Economia e Sociedade***, Campinas, v. 11, n. 1 (18), p. 1-44, jan./jun. 2002.

CHESNAIS, F. *et al.* **A finança capitalista**. São Paulo, Alameda,2010.

CHESNAIS, F. **Finance capital today: corporations and banks in the lasting global slump**. Boston, Brill Academic Pub., 2016.

CHOMSKY, N. **A minoria próspera e a multidão inquieta**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.

CHOONARA, J. Financial times: a review of Costas Lapavitsas. Profit without producing: how finance exploits us all. **International Socialist Journal**, n. 142, Apr. 2014.

CHRISTALLER, W. **Central places in Southern Germany**. New Jersey: Prentice-Hall, [1936]/1966.

CHRISTENSEN, J. D. *et al.* **Data center opportunities in the Nordics: An analysis of the competitive advantages**. Copenhagen: Nordisk Ministerråd. 2018.

CHRISTOPHERS, B. The limits to financialization. **Dialogues in Human Geography**, 5(2), 183-200.2015.

CIESP - Centro das Indústrias do Estado de São Paulo/Campinas. **Dados: RMC**. Disponível: <https://www.ciespcampinas.org.br/site/>. Acesso: mar.,2023.

CISCO. **Cisco Annual Internet Report 2023**. Disponível: <http://www.cisco.com/reports> Acesso: mar., 2023.

CLARKE, T. High Frequency Trading and Dark Pools: Sharks Never Sleep. **Law and Financial Markets Review**, v.8:4, p.342-351, Dec. 2014.

CLAVAL, P. Marxismo e geografia econômica na obra de David Harvey. Espaço & Economia. **Revista Brasileira de Geografia Econômica**, ano II, n.3,2013.

CNJ - Conselho Nacional de Justiça. **LGPD**. Guia de boas práticas da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Edição: 1a. Brasília, DF. Editora: CNJ. 2020.

CNPEM - Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais. Laboratórios Nacionais. **CNPEM**. Disponível: <https://cnpem.br/>. Acesso: abr., 2023.

CONTEL, F.B. As finanças e o espaço geográfico: considerações a partir da obra de Milton Santos. *In*: ARROYO, Mónica; SILVA, Adriana M. B.(org.). **Instabilidade dos territórios: por uma leitura crítica da conjuntura a partir de Milton Santos**. São Paulo: FFLCH/USP, p. 293-308. 2022.

CONTEL F.B.; WÓJCIK, D. Brazil's Financial Centers in the Twenty-first Century: Hierarchy, Specialization, and Concentration, **The Professional Geographer**, 71:4, 681-691, 2019.

COOKE, P. H.; HUGGINS, R. High technology clustering in Cambridge (UK). *In*: A. Amin; S. Goglio; F. Sforzi (Eds), **The institutions of local development**. London: IGU. 2003.

CORRÊA, R.L. Os Centros de Gestão do Território: Uma Nota. **Revista Território**, Rio de Janeiro, n.1, v.1, p. 23-30, 1996.

CORRÊA, R. L. Interações Espaciais. *In*: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C.; CORRÊA, R. L. (orgs.). **Explorações Geográficas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. p. 279-318.

CORRÊA, R. L. Redes Geográficas – cinco pontos para discussão. *In*: VASCONCELOS, Pedro de Almeida; SILVA, Sylvio Bandeira de Mello e (orgs.). **Novos estudos de geografia urbana brasileira**. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, 1999, p.65-70.

CORY, N.; ATKINSON, R. Financial Data does not Need or Deserve Special Treatment in Trade Agreements. **Information Technology and Innovation Foundation (ITIF)**. 2016. Disponível: www2.itif.org/2016-financial-data-trade-deals.pdf. Acesso: mai., 2022.

COSTA,K. Brasil desperdiça 40% de toda água captada. **Empresa Brasil de Comunicação (EBC)**.Junho,2022.Disponível:<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/áudio/2022-06/brasil-desperdica-40-de-toda-agua-potavel-captada>. Acesso: dez.,2022.

COSTA, J.O. Pamplona da. **Technology policy, network governance and firm level innovation in the software industry: a comparison of two Brazilian software networks**. Tese (Doutorado em Filosofia - Science and Technology Policy Studies). University of Sussex, Sussex, 2012.

COTRIGHT, J. Making sense of clusters: regional competitiveness and economic development. A discussion paper, **Brookings Institution Metropolitan Policy Program**. Washington, USA.2006.

COURBE, J. Financial services technology 2020 and beyond: embracing disruption.2016. *In: PWC Publications*. Disponível: www.pwc.com/fstech202. Acesso: ago.,2022.

CRAWLEY, A., BEYNON, M., MUNDAY, M. Making Location Quotients More Relevant as a Policy Aid. **Regional Spatial Analysis**, Urban Studies, Vol.50, No. 9, pp. 1854-1869, 2013.

CRAWLEY, A.; PICKERNELL, D. An appraisal of the European Cluster Observatory. **European Urban and Regional Studies**.v19. 207-211, 2012.

CRAWLEY, A.; GABE, T.M.; POMINOVA, M. The Pitfalls of Using Location Quotients to Identify Clusters and Represent Industry Specialization in Small Regions. **International Finance Discussion Papers**.1329. Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.),2021.

CRESWELL, J.W.; CRESWELL, J.D. **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. Sage publications.2017.

CROCCO, M.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M. B.; SIMÕES, R. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. **Nova Economia**, [S. l.], v. 16, n. 2, 2006.

CUKIER, K.; MAYER-SCHÖNBERGER, V. The Rise of Big Data: How It's Changing the Way We Think About the World. **Foreign Affairs**. (May/June): 35. 2013.

CVM - COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **O mercado de valores mobiliários brasileiro**. 3. ed. Rio de Janeiro: Comissão de Valores Mobiliários, 2014.

D.A. DAVIDSON. Cloud Infrastructure & Communications Insights 2021.Macro trends, mergers & acquisitions and capital raising activity in the public and private markets. **Insights**. Feb.2022. Disponível: <https://dadavidson.com/>. Acesso: jan.,2023.

DAIM, A. *et al*. Site selection for a data centre – a multi-criteria decision-making model. Taylor and Francis. **International Journal of Sustainable Engineering**, 6:1, 10-22.2013.

DANTAS, M. **A lógica do capital-informação**: a fragmentação dos monopólios e monopolização dos fragmentos num mundo de comunicações globais. Rio de Janeiro:Contraponto,2002.

DARDOT, P.; LAVAL, C. **A Nova Razão do Mundo**: Ensaio sobre a Sociedade Neoliberal. São Paulo: Boitempo Editorial, 2016.

DASKAL, J. The un-territoriality of data. **The Yale Law Journal**, v. 125, n. 2, p. 326-398, 2015.

DATA. AI. State of App Revenue 2023 Report. **Data.AI Intelligence**. Disponível: <https://www.data.ai/en/go/total-app-revenue-insights-report-2023/> Acesso: mai.,2023.

DAVENPORT, T.H.; PRUSAK, L. **Working Knowledge**: How Organizations Manage What They Know. Boston: Harvard Business School Press, 2001.

DEAK, L. F. **Data center market: investment opportunities in Brazil.** 2022. Cushman and Wakefield Reports. Disponível: <https://www.cushmanwakefield.com/en/brazil/insights/2022-10-data-centers>. Acesso: mar.,2023.

DELL TECHNOLOGIES. **Servers, Storage & Networking.** 2023. Disponível: <https://www.dell.com/en-us/lp/servers-storage-networking>. Acesso:jul.,2023.

DELTA POWER SOLUTIONS. **Power Container Solutions.**2023. Disponível: <https://www.deltapowersolutions.com/en/mcis/data-center-solutions-power-container.php> Acesso: jun.,2023.

DEMARIA, C.; SASSO, R. **Introdução ao Private Equity.** São Paulo: Atlas, 2015.

DEMENTSHUK, M.; HENRIQUES, P. **Pássaros voam em bando: a história da internet do século XVIII ao século XXI.** João Pessoa, Editora ANID: 2019.

DERRICK, M. The future of hyperscale data centres: exerting influence. Oct. 3,2021. Articles. **Data Centre.** Disponível: <https://datacentremagazine.com/articles>. Acesso: fev.,2023.

DIAS, L.C. Redes Eletrônicas e Novas Dinâmicas do Território Brasileiro. *In: CASTRO et al. Brasil: questões atuais da reorganização do território.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DIAS, L. C. Redes: emergência e organização. *In: CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C. e CORRÊA, R.L. (orgs.). Geografia: conceitos e temas.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 141-162,2000.

DIAS, L.C. Porque os bancos são o melhor negócio no país? Hegemonia financeira e geografia das redes bancárias. *In: SILVESTRE, E. (org.).Que país é esse? Pensando o Brasil contemporâneo.* São Paulo: Ed. Globo, p. 27-62, 2006.

DICKEN, P. **Global Shift: Mapping the Changing Contours of the World Economy.** 7th ed. Los Angeles California: SAGE; 2017.

DIEBOLD, F. On the Origin(s) and Development of the Term 'Big Data'. **SSRN Electronic Journal.** 10.2139. SSRN.2152421, 2012.

DOGRA, A.; JHA, R.K.; JAIN, S. A Survey on Beyond 5G Network with the Advent of 6G: Architecture and Emerging Technologies. **IEEE Access**, vol. 9, pp. 67512-67547, 2021.

DOTA, E.M. *et al.* Os dados sobre atividades e ocupação numa perspectiva comparada: Censo Demográfico, PNAD e RAIS. **Revista Geografares.** [S. l.], n. 27, p. 201–221, 2018.

DOWBOR, L. Entender a desigualdade: reflexões sobre o capital no século XXI. *In: BAVA, S. (org.). Thomas Piketty e o segredo dos ricos.* São Paulo: Le Monde Diplomatique Brasil, 2015.

DOWBOR, L. **A era do capital improdutivo.** Nova Arquitetura do Poder sob Dominação Financeira, Sequestro da Democracia e Destruição do Planeta. São Paulo: Autonomia Literária. 2017.

DRUCKER, P. F. O advento da nova organização. *In: Harvard Business Review* (HBR). Rio de Janeiro: Campus, p. 09-26. 2000.

DRUMMER, D.; FEUERRIEGEL, S.; NEUMANN, D. Crossing the next frontier: The role of ICT in driving the financialization of credit. *Journal of Information Technology*, v. 32, n. 3, p. 218-233, 2017.

DUNLAP, K.; RASMUSSEN, N. The advantages of row and rack-oriented cooling architectures for data centers. *American Power Conversion*.2006.

DURAND, C. **Fictitious Capital: How Finance is Appropriating Our Future**. New York: Verso Books, 2017.

EASLEY D. *et al.* **High-Frequency Trading: New Realities for Traders, Markets and Regulators**. London: Risk Books, 2013.

EASTERBROOK, F. Cyberspace and the Law of the Horse. *University of Chicago Legal Forum*, v. 207, p. 207-216, 1996. Disponível: http://chicagounbound.uchicago.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2147&context=journal_articles. Acesso: mai.,2021.

ELLUL, J. **A Técnica e o Desafio do Século**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1968.

EMERSON ELECTRIC CO. **Heating & Air Conditioning**. 2022. Disponível: <https://www.copeland.com/en-us/products/heating-and-air-conditioning>. Acesso: jun.,2022.

EPSTEIN, G.A.; POWER, D. Rentier incomes and financial crises: an empirical examination of trends and cycles in some OECD countries, Working Paper Series No. 57, **Political Economy Research Institute**, Amherst/MA: University of Massachusetts.2003.

ERICSSON. **Mobility Report**. November,2023. Stockholm: Ericsson. 2023.

EU - EUROPEAN UNION. **European Observatory for Clusters and Industrial Change**. 2023. <https://clustercollaboration.eu/eu-initiatives/european-cluster-observatory>. Acesso: mar., 2023.

EU - EUROPEAN UNION. **General Data Protection Regulation (GDPR)**. 2018. Disponível: <https://gdpr.eu/> Acesso: set.,2022.

EU - EUROPEAN UNION. **The NIS2 Directive**. 2023. Disponível: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689333/EPRS_BRI\(2021\)689333_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689333/EPRS_BRI(2021)689333_EN.pdf). Acesso: mar.,2023.

EUREX - EUROPEAN EXCHANGE. **Insights into trading system dynamics**. July,2019. Disponível:https://www.eurex.com/resource/blob/48918/09570713f62b7719635742e52d525d87/data/presentation_insights-into-trading-system-dynamics_en.pdf. Acesso: janeiro, 2020.

FACCIONI FILHO, M. **Normas e Classificação de Data Centers**. Livro Digital. Palhoça: Unisul Virtual, 2017.

FAN, M. H.; CHEN, M. Y.; LIAO, E. C. A deep learning approach for financial market prediction: Utilization of Google trends and keywords. **Granular Computing**, 6, 207-216.2021.

FARBER, D. Facebook turns on data center at edge of the Arctic Circle. **CNET**, jun,2013. Disponível: <https://www.cnet.com/tech/services-and-software/facebook-turns-on-data-center-at-edge-of-the-arctic-circle/>. Acesso: mar.,2021.

FERNANDES, A.C. Da urbanização caótica à hiperperiferia da rede urbana global: memórias sobre o pensamento de Wilson Cano para ler o urbano brasileiro contemporâneo. In: SANTOS, Adroaldo Q. *et al.* **Wilson Cano: a questão regional e urbana no Brasil**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo/ Editora Expressão Popular/ABED, 2021.

FERNANDES, A. C.; POLICARPO LIMA, J. “Cluster de serviços: contribuições conceptuais com base em evidências do Pólo Médico do Recife”, **Revista Nova Economia**, XVI (1), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, pp. 11-47.2006.

FINE, B.; SAAD-FILHO, A. Thirteen Things You Need to Know About Neoliberalism. **Critical Sociology**. v.43, issue 4-5, pp. 685-706, Aug. 2016.

FINRA - FINANCIAL INDUSTRY REGULATORY AUTHORITY. Cloud Computing in the Securities Industry. **FINRA**. August 16, 2021. Disponível: <https://www.finra.org/rules-guidance/key-topics/fintech/report/cloud-computing>. Acesso: set.,2022.

FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. **Índice FipeZap Comercial**. Julho, 2022. Disponível: <https://www.fipe.org.br/pt-br/indices/fipezap>. Acesso: abr., 2023.

FISCHER, A. **Industrie et espace géographique**. Paris: Masson, 1994.

FISCHER, A.; MALEZIEUX, J. **Industrie et aménagement**. Paris: L'Harmattan. 1999.

FIX, M. Financeirização e transformações recentes no circuito imobiliário no Brasil. Tese (Doutorado em Economia). Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 2011.

FLORIDA, R. **The Rise of the Creative Class**. Updated. Ed. New York: Basic Books,2019.

FLORIDA, R.; ADLER, P. Locational strategy: Understanding location in economic geography and corporate strategy. **Global Strategy Journal**. 12. 10.1002/gsj.1456,2022.

FLORIDI, L. **The 4th Revolution: How the Infosphere Is Reshaping Human Reality**. Oxford: Oxford University Press; 2016.

FOSTER, J. B. Monopoly Capital at the Turn of the Millenium. **Monthly Review**, Vol. 51, No. 11: April 2000.

FOSTER, J. B. The Financialization of Accumulation. **Monthly Review**, Vol.62, Issue 05, October, 2010.

- FOSTER, J. B. A financeirização do capital e a crise. **Revista Outubro**, Ed.18, 2015.
- FREEDMAN, R.S. **Introduction to Financial Technology**. Burlington: Academic Press, 2006.
- FRENCH, S.; LEYSHON, A.; WAINWRIGHT, T. Financializing space, spacing financialization. **Progress in Human Geography**, 35(6), 798-819.2011.
- FRIEDMAN, M. The social responsibility of business is to increase its profits. **New York Times Magazine**, September 13: 32-33, 122-124.1970.
- FRIEDMANN, G. **Sete estudos sobre o homem e a técnica**. São Paulo, SP: DIFEL, 1968.
- GALLAGHER, J.C. Undersea Telecommunication Cables: Technology Overview and Issues for Congress. R47237. **Congressional Research Service**. Sep 13, 2022. Disponível: <https://crsreports.congress.gov>. Acesso: abr., 2023.
- GARCÍA-LAMARCA, M. Real estate crisis resolution regimes and residential REITs: emerging socio-spatial impacts in Barcelona, **Housing Studies**, 36:9, 1407-1426,2021.
- GAROFOLI, G. New Firm Formation and Regional Development: The Italian Case. **The Journal of the Regional Studies Association**, Vol. 28, No. 4, July, pp. 381-393(13),1994.
- GARRETSEN H.; KITSON M.; MARTIN R. Editorial: Spatial circuits of global finance, Cambridge Journal of Regions, **Economy and Society**, 2009, 2, 143–148. 2009.
- GARTNER. Gartner Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services. **Gartner Research**. Published: October 19, 2022. Disponível: www.gartner.com Acesso: mar.,2023.
- GENG, H. **Data Center Handbook**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2021.
- GEORGE, A. *et al.* The Environmental Impact of AI: A Case Study of Water Consumption by Chat GPT. Partners Universal. **International Innovation Journal**. 1.2.p.97-104.2023
- GIBSON, W. Broadband blues. Why has broadband Internet access taken off in some countries but not in others? **The Economist**, july 21,2001.
- GILL, S.S. *et al.* Transformative effects of IoT, Blockchain and Artificial Intelligence on cloud computing: Evolution, vision, trends and open challenges. **Internet of Things**, 8, p.100118.2019.
- GILLY, L. Design Best Practices for Public Research High Performance Computing Centres. *In: Contemporary High-Performance Computing*. CRC Press. p.175-187.2019.
- GLOVER, R. Insights on the Data Center Market in Brazil to 2028: Increase in the Deployment of Edge Data Center. **Research and Markets**, Dublin, 2023.
- GOODMAN, B.; FLAXMAN, S. European Union Regulations on Algorithmic Decision-Making and a “Right to Explanation”. **AI Magazine**, 38(3), 50-57.2017.

GOOGLE LLC. Migration to Google Cloud: Transferring your large datasets. **Cloud Architecture Center**. July, 2023. Disponível: <https://cloud.google.com/architecture/migration-to-google-cloud-transferring-your-large-datasets> Acesso: mar., 2023.

GORDON, I.; MCCANN, P. Industrial clusters, complexes, agglomeration and/or Social Networks? **Urban Studies**, XXXVII (3), Sage, Univ. of Glasgow, Glasgow: UK. p. 513-53, 2000.

GOTTDIENER, M. **A produção social do espaço urbano**. São Paulo, Edusp São Paulo, 1997.

GOTTMANN, J. **Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States**. Cambridge: MIT Press, [1961]/1973.

GOTTMANN, J. The evolution of the concept of territory. **Social Science Information**, 14(3), 29-47. 1975.

GOTTMANN, J. The coming of transactional City. Maryland. **Urban Studies Series**, n.2.1983.

GREENSTEIN, S. "The Basic Economics of Internet Infrastructure." **Journal of Economic Perspectives**, 34 (2): 192-214. 2020.

GUIDE, L. Plataformas Digitais e uso do Território: Características Intrínsecas e Extrínsecas da Expansão Territorial do Serviço de Entrega de Refeições Mediado por Aplicativos no Brasil. *In: Evento em Comemoração aos 20 Anos do Programa de Pós-Graduação em Geografia (IG-Unicamp)*. Anais [...] Campinas: IG-Unicamp, 2023. v. 1, n. 1, p. 383-400.

GUILFOYLE, D.; PAIGE, T.; MCLAUGHLIN, R. The Final Frontier of Cyberspace: The Seabed Beyond National Jurisdiction and the Protection of Submarine Cables. **International & Comparative Law Quarterly**, 71(3), 657-696, 2022.

GUTTMANN, R. Uma introdução ao capitalismo dirigido pelas finanças. **Novos Estudos - Cebrap**, São Paulo, n. 82, p. 11-33, nov. 2008.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência como "ideologia"**. Lisboa: Ed. 70, 2006.

HADDAD, P.R.; FERREIRA, C.M.C.; BOISIER, S.; ANDRADE, T.A. **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: ETENE-BNB, 1989.

HARMONT, O. La Face Chée D'Internt. L'incroyable histoire des câbles sous-marins, des télégraphes à Internet. **Les Echos**. févr, 2022.

HARVEY, D. **The limits to capital**. Oxford: Blackwell, 1982.

HARVEY, D. Globalization and the 'spatial fix'. **Geographische Revue**, 2: 23-30, 2001.

HARVEY, D. **Social Justice and the City**. Revised ed. Athens: University of Georgia Press; 2009.

HARVEY, D. **O novo imperialismo**. 4ªed. Loyola: São Paulo, 2010.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. 22ed. São Paulo: Loyola, 2012.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes**: do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HECHT, J. Biggest Tech Companies Now Building the Biggest Data Pipes. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). **IEEE Spectrum**, Oct.,2021.

HEIDEGGER, M. A questão da técnica. *In*: HEIDEGGER, M. **Ensaio e Conferências**. Petrópolis: Vozes, 2010.

HEIN, E. **Distribution, ‘financialisation’ and the financial and economic crisis: implications for post-crisis economic policies**. Berlin: Institute for International Political Economy, 2011.

HILBERT, M. Digital technology and social change: the digital transformation of society from a historical perspective. **Dialogues in Clinical Neuroscience**.22(2):189-194. 2020.

HILES, A. **Service Level Agreements**: Winning a Competitive Edge for Support & Supply Services. Brookfield Connecticut: Rothstein Publishing; 2016.

HILFERDING, R. **O Capital Financeiro**. Os Economistas. São Paulo: Nova Cultural, [1910]/1985.

HINDMAN, M. **The Internet Trap**: How the Digital Economy Builds Monopolies and Undermines Democracy. Princeton: Princeton University Press, 2020.

HOBIIJN, B.; JOVANOVIĆ, B. The Information-Technology Revolution and the Stock Market: Evidence. **American Economic Review**. 91. 1203-1220. 10.1257/aer.89.2.116. 2001.

HOEFFNAGEL, R. Brazil's data localization law spurs investment growth in data centers. **International Data Center Authority**. Jun,2022.Disponível: <https://idc-a.org/news/industry/Brazils-data-localization-law-spurs-investment-growth-in-data-centers/5b0eadb4-cfb8-49b7-b3a3be6b49c82e8b>. Acesso: fev.,2023.

HOLLANDERS, H.; MERKELBACH I. **European Panorama of Clusters and Industrial Change 2020**. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.

HOWELL, B. Rise of the Machines, Part 1: How Increased Automation in Financial Services Impacts Society. **Financial Advisors**. Mar.,13, 2020. Disponível: <https://www.nasdaq.com/articles/rise-of-the-machines-part-1%3A-how-increased-automation-in-financial-services-impacts>. Acesso: mai.2021.

HPE - HEWLETT-PACKARD ENTERPRISE. **Modular Data Centers**. 2023. Disponível: <https://www.hpe.com/us/en/integrated-systems/pods.html>. Acesso:abr.,2023.

HU, TH. **A Prehistory of the Cloud**. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.

HULD, A. Eastern Data, Western Computing - China's Big Plan to Boost Data Center Computing Power Across Regions. **China Briefing**. Mar, 2022. Disponível: <https://www.china-briefing.com/news/china-data-centers-new-cross-regional-plan-to-boost-computing-power-across-regions>. Acesso: abr.,2023.

HUSSAIN, K.; PRIETO, E. Big Data in the Finance and Insurance Sectors. *In*: CAVANILLAS, J.; CURRY, E.; WAHLSTER, W. **New Horizons for a Data-Driven Economy**. Springer, Cham.2016.

IBELINGS, H. **Supermodernism: Architecture in the Age of Globalization**. Enl.ed. Rotterdam: 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Classificação Nacional de Atividades Econômicas.**CNAE.v.2.3**.Disponível: <https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-atividades-economicas.html>.Acesso: jan.,2023a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto - PIB**.Disponível:<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=pib&searchphrase=all>. Acesso: mar., 2023b.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Quadro Geográfico**. Disponível: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso: jun., 2023c.

IDC - INTERNATIONAL DATA CORPORATION. **Worldwide IDC Global DataSphere Forecast, 2023-2027: It's a Distributed, Diverse, and Dynamic (3D) DataSphere**. July,2023. Disponível: <https://www.idc.com/research/new>. Acesso: ago.,2023.

IETF - INTERNET ENGINEERING TASK FORCE. **IAB Workshop Report: Measuring Network Quality for End-Users**. RFC 9318. Oct.,2022. Disponível: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc9318/>. Acesso: jan.,2023.

IFR - INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS. **Robots and the Workplace of Future**. A positioning paper. Frankfurt, Germany. March, 2018. Disponível: <https://ifr.org/papers/robots-and-the-workplace-of-the-future>. Acesso:jan.,2022.

IMAN, N. The rise and rise of financial technology: The good, the bad, and the verdict, **Cogent Business & Management**, 7:1,2020.

INDIGO SUBSEA GROUP. **Key Services**. 2023. Disponível: <https://indigosubsea.com/#0>. Acesso:abr.,2023.

ISARD, W. **Methods of regional analysis: an introduction to regional science**. Cambridge: The MIT Press, [1960]/1998.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 37301:2021. Compliance management systems - Requirements with guidance for use**. Genebra: ISO, 2021.

ITU - INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Global Connectivity Report 2022**. Development Sector. Geneva: ITU, 2022.

ITU - INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Infrastructure Connectivity Map**. 2023. Geneva: ITU, 2023a.

ITU - INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Recommendation ITU-R M.2160-0**. Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond. Geneva: ITU, 2023b.

JLL RESEARCH. Jones Lang LaSalle. **Data Centers 2023 Global Outlook**. Disponível: <https://www.jll.com>. Acesso: abr.,2023.

JONES, N. How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. **Nature**, 561(7722), 163-166, 2018.

KAHIL, S. P. Psicoesfera: uso corporativo da esfera técnica do território e o novo espírito do capitalismo. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 3, p. 475–485, dez. 2010.

KATAL, A.; DAHIYA, S.; CHOUDHURY, T. Energy efficiency in cloud computing data centers: a survey on software technologies. **Cluster Computing**, p. 1-31, 2022.

KAVANAGH, C. **Wading Murky Waters: Subsea Communications Cables and Responsible State Behaviour**. Geneva, Switzerland: UNIDIR, 2023.

KAWAMOTO, D. Technology smooths Google's IPO path. **CNET**. Mar.,2004. Disponível: <https://www.cnet.com/tech/tech-industry/technology-smooths-googles-ipo-path/>. Acesso: dez.,2022.

KEENAN, B. Interception: law, media, and techniques. Thesis. **London School of Economics and Political Science** (University of London), 2017.

KEMP, R. Legal Aspects of Artificial Intelligence (v2. 0). **Cyberspace Lawyer**, NL, v. 2, 2018.

KENNEY, M.; ZYSMAN, J. The platform economy: restructuring the space of capitalist accumulation, **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, vol. 13(1), pages 55-76,2020.

KEYNES, J. M. **Teoria geral do emprego, do juro e da moeda**. São Paulo: Saraiva, [1936]/2012.

KHEYBARI, S. *et al.* Sustainable Location Selection of Data Centers: Developing a Multi-Criteria Set-Covering Decision-Making Methodology. **Intern. Journal of Information Technology & Decision Making**, [S.l.]. World Scientific Publishing Co. v. 19, n. 3, p. 741-773, may, 2020.

KITCHIN, R. **The data revolution: big data, open data, data infrastructures & their consequences**. London: Sage.2014.

KITCHIN, R. **Digital timescapes: Technology, temporality and society**. John Wiley & Sons, 2023.

KLEMICK, H. *et al.* A. How do data centers make energy efficiency investment decisions? Qualitative evidence from focus groups and interviews. **Energy Efficiency** 12, 1359-1377, 2019.

KNOX, J.K.; WÓJCIK, D. **The Routledge Handbook of Financial Geography**. New York: Routledge Taylor & Francis Group; 2021.

KOHL, U. Jurisdiction in cyberspace. *In*: TSAGOURIAS, Nicholas; BUCHAN, Russel (Ed.). **Research handbook on international law and cyberspace**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, p. 30-54.2015.

KORNBERGER, M. *et al.* (eds). **Thinking Infrastructures**. Bingley: Emerald Group Publishing, 2019.

KRIPPNER, G. R. The financialization of the American economy. **Socio-Economic Review**, v. 3, n. 2, p. 173-208, 2005.

KRUGMAN, P. **Geography and Trade**. Leuven: Leuven University Press, 1991.

KULESZA, J. **International internet law**. Abingdon: Routledge, 2012.

KUMAR, S. **The digital frontier: Infrastructures of control on the global Web**. Bloomington Indiana: Indiana University Press; 2021.

KUNCORO, I. W. *et al.* Immersion cooling as the next technology for data center cooling: A review. **Journal of Physics: Conference Series**, Volume 1402, Issue 4, p. 044057, 2019.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (orgs.) **Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Campus. 2ed.2013.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Computer networking: a top-down approach featuring the Internet**. Boston, Addison-Wesley.7ed.,2017.

LABASSE J. **L'espace financier: analyse géographique**, Paris, Armand Colin, 1974.

LAGOARDE-SEGOT, T.; CURRIE, W. Financialization and Information Technology: A Multi-Paradigmatic View of IT and Finance – Part II. **Journal of Information Technology**, vol. 33, no. 1, Mar. 2018.

LASHKARI B, MUSILEK P. A comprehensive review of blockchain consensus mechanisms. **IEEE Access**. 2021 Mar 12; 9:43620-52.

LATOURE, B. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede**. Salvador: Edufba, 2012.

LATOURE, B. **Jamais fomos modernos**. São Paulo: Editora 34, 4ed.2019.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. Porto Alegre: Bookman Editora,2022.

LÉVY, P. Innovation in coding. **Spanda Journal**. Special issue on Creativity & Collective enlightenment, v.i, p. 59-66, Dec.,2015.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LEWIS, M. **Flash Boys: A Wall Street Revolt**. New York: W.W. Norton & Company; 2015.

LEYSHON, A.; THRIFT, N. The capitalization of almost everything. The future of finance and capitalism. Theory, **Culture & Society**, v. 24, n. 7-8, pp. 97-115,2007.

LI, X.; WANG, L. Financial data center configuration management system based on random forest algorithm and few-shot learning. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 4:1-9, 2022.

LIPIETZ, A. **O Capital e seu Espaço**. Coleção Espaço & Método. São Paulo: Ed. Nobel, 1988.

LIU, R. *et al.* Workload Based Geo-Distributed Data Center Planning in Fast Developing Economie. **IEEE Access**, vol. 8, pp. 224269-224282, 2020.

LIU, Y. *et al.* Energy consumption and emission mitigation prediction based on data center traffic and PUE for global data centers. **Global Energy Interconnection** 3.3.272-282,2020b.

LOHMEYER. P. How Cloud is Transforming the Data Center. **Information Week**. July 2018. Disponível: <https://www.informationweek.com/strategic-cio/it-strategy/how-cloud-is-transforming-the-data-center/a/d-id/1332329?>. Acesso: junho, 2022.

LOJKINE, J. **A revolução informacional**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LOMBARDI, M. *et al.* Accurate, Traceable, and Verifiable Time Synchronization for World Financial Markets. **Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology**, 121, 436-463. 2016.

LÖSCH, A. **The Economics of Location**. New Haven: Yale University Press, [1950]/1954.

LOWE, S. D.; DAVIS, D. M., GREEN, J. **Building a Modern Data Center: Principles and Strategies of Design**. New York: ActualTech Media. 2017.

LUKINGS, M.; LASHKARI, A.H. **Understanding Cybersecurity Law and Digital Privacy: A Common Law Perspective**. Cham Switzerland: Springer; 2022.

MALATJI, M. Management of enterprise cyber security: A review of ISO/IEC 27001: 2022. *In: 2023 International Conference on Cyber Management and Engineering (CyMaEn)*. p. 117-122. IEEE, 2023.

MALECKI, E.; HU, W. A Wired World: The Evolving Geography of Submarine Cables and the Shift to Asia. **Annals of The Association of American Geographers** - 99. 360-382. 2009.

MALOO, S.; NIKOLOV, I. **Cisco Data Center Fundamentals**. Hoboken NJ: Cisco Press; 2023.

MARKOFF, J. Time Split to the Nanosecond Is Precisely What Wall Street Wants. **The New York Times**. June 29, 2018. Disponível: <https://www.nytimes.com/2018/06/29/technology/computer-networks-speed-nasdaq.html>. Acesso: fev., 2021.

MARKUSEN, A. Sticky Places in Slippery Space: A Typology of Industrial Districts. **Economic Geography**, vol. 72, no. 3, pp. 293–313, 1996.

MARSHALL, A. **Principles of economics**. London: MacMillan, 1920.

MARTIN, R. The New 'Geographical Turn' in Economics: Some Critical Reflections, **Cambridge Journal of Economics**, Oxford University Press, vol. 23(1), pages 65-91, Jan.1999.

MARTIN, R.; POLLARD, J. The geography of money and finance. *In*: Martin R, Pollard J (eds) **Handbook on the Geographies of Money and Finance**. Cheltenham: Edward Elgar, 1–25.2017.

MARTIN, R.; SUNLEY, P. Deconstructing clusters: Chaotic Concept or Policy Panacea? **Journal of Economic Geography**, 3(1), 5-35,2003.

MARX, K. **Contribuição à crítica da economia política**. São Paulo: Abril Cultural, [1859]/1974.

MARX, K. **O Capital: Crítica da Economia Política**. Livro III: O Processo Global da Produção Capitalista. Tomo 1 (Parte Primeira), [Coleção Os Economistas – Volume IV], São Paulo: Nova Cultural, [1894]/1986.

MASANET, E. *et al.* **Recalibrating global data center energy-use estimates**. *Science*, 367(6481), 984-986, 2020.

MASSEY, D. **Spatial divisions of labour: social structures and geography of production**. 2ed. MacMillan, London, 1995.

MASSEY, D. **Geography matters**, 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

MASSEY, D. **For Space**. London: SAGE. 2008.

MATTHEWS, K. How Data Centers Power Wall Street and the Financial Sector. Nov,2018. **Data Center Frontier**. Disponível: <https://www.datacenterfrontier.com/colo/article/11429902/how-data-centers-power-wall-street-and-the-financial-sector>. Acesso: set.,2022.

MAYER, V.; VELKOVA, J. This site is a dead end? Employment uncertainties and labor in data centers, **The Information Society**, 39:2, 112-122,2023.

MAZZUCATO, M. **The Value of Everything: Making and Taking in the Global Economy**. New York: Public Affairs an imprint of Perseus Books a subsidiary of Hachette Book Group; 2020.

MAZZUCATO, M. **Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism**. London UK: Allen Lane an imprint of Penguin Books; 2021.

MCNAMARA, S. The Law and Ethics of High-Frequency Trading. **Minnesota Journal of Law, Science & Technology**. vol. 17, p.71. Feb, 2016.

MEGGINSON, W.L.; MALIK, A.I.; ZHOU, X.Y. Sovereign wealth funds in the post-pandemic era. **Journal of International Business Policy**, pp.1-23.2023.

MEIJAS, U.A.; COULDRY, N. Datafication. **Internet Policy Review** [Internet]. 8(4). 2019.

META PLATFORMS INC. **Infrastructure for today and tomorrow**. 2023.Disponível: <https://datacenters.atmeta.com/> Acesso: mai.,2023.

MILLS, M.P. **The Cloud Revolution: How the Convergence of New Technologies Will Unleash the Next Economic Boom and a Roaring 2020s**. New York: Encounter Books; 2021.

MINELLI, M.; CHAMBERS, M.; DHIRAJ A. **Big data, big analytics: emerging business intelligence and analytic trends for today's businesses**. John Wiley & Sons; 2013.

MINOLI, D. **Analyzing Outsourcing: reengineering**. Mc Graw Hill, NY, 1995.

MOHRI, M., ROSTAMIZADEH, A.; TALWALKAR, A. **Foundations of machine learning**. Cambridge, MIT Press.2018.

MOREIRA, Ruy (org). **Geografia teoria e crítica – O saber posto em questão**. 1ª Ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 1982.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Relação Anual de Informações Sociais**. Ano Base 2022. Disponível: <http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf> . Acesso: mar., 2023.

MUNROE, C. IDC MarketScape: Worldwide Datacenter Colocation and Interconnection Services 2021 Vendor Assessment. **International Data Corporation**. Framingham, MA: June,2021.

MURRAY, E. **Empowered by Data: How to Build Inspired Analytics Communities**. Hoboken New Jersey: Wiley; 2021.

MYRDAL, G. **Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas**. Rio de Janeiro, Saga. 1968.

NASDAQ - NATIONAL ASSOCIATION OF SECURITIES DEALERS AUTOMATED QUOTATIONS. **Nasdaq Nordic PTP Services**. 2017. Disponível: <https://www.nasdaq.com/docs/nasdaq-nordic-ptp-services-fs.pdf>. Acesso: maio, 2021.

NEXANS GROUP. **Subsea Cables**. 2023. Disponível: <https://www.nexans.no/en/products/Subsea-Cables.html>. Acesso: ago.,2023.

NGASSAM, C.; AZMAT G. Effect of information and communications technology on stock market development: evidence from emerging markets and high-income economies. **International Journal of Economic Development**, vol. 5, no. 1, 2003.

NIC.br - NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR. **Mapa da Qualidade da Internet no Brasil - 2022**. Disponível: <https://www.nic.br/>. Acesso: mai.,2023.

NIEKERK B. V.; JACOBS, P. Toward a Secure Data Center Model. **ISACA Journal**. 3 p.46-55. 2015.

NIST - NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **NIST IR7298 Rev.3**. 2019. Disponível: <https://csrc.nist.gov/pubs/ir/7298/r3/final>. Acesso: fev.2022.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Seafloor Mapping.2022**. Disponível: <https://www.noaa.gov/>. Acesso: mai.,2023.

NYSE - NEW YORK STOCK EXCHANGE. **Trading & Data**. 2023. Disponível: <https://www.nyse.com/trading-data>. Acesso: jul.,2023.

O'BRIEN, P.; PIKE, A. 'Deal or no deal?' Governing urban infrastructure funding and financing in the UK City Deals. **Urban Studies**, 56(7), 1448-1476. 2019.

ODATA CO. **Infraestrutura de data center para o seu negócio**. 2023. Disponível: <https://odatacolocation.com/> Acesso:jun.,2023.

OFFNER, J. Territorial deregulation: Local authorities at risk from technical networks. **International Journal of Urban and Regional Research**. 24. 165-182,2000.

O'NEIL, C. **Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy**. New York: Crown. 2018.

O'NEIL, C.; SCHUTT, R. **Doing Data Science**. Newton: O'Reilly Media, 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Global Pulse Annual Report 2020**. Disponível: <http://www.unglobalpulse.org>. Acesso: jun.,2020.

ORHANGAZI, O. Financialization and capital accumulation in the non-financial corporate sector: a theoretical and empirical investigation on the US economy: 1973-2003. **Cambridge Journal of Economics**, v. 32. n. 6, p. 863-886, nov.2008.

ORTIZ R. **Mundialização e Cultura**. São Paulo: Brasiliense; 2007.

OXFORD ECONOMICS. The economic impact of Google data centers. **Resource Hub**. October,2022. Disponível: <https://www.oxfordeconomics.com> Acesso: jan.,2023.

PALLEY, T. **Financialization: what it is and why it matters**. Annandale-on-Hudson, New York: The Levy Economics Institute, 2007.

PARANÁ, E. **A finança digitalizada: capitalismo financeiro e revolução informacional**. Florianópolis: Insular, 2016.

PARISI, L. Instrumental Reason, Algorithmic Capitalism, and the Incomputable. *In: Alleys of Your Mind: Augmented Intelligence and Its Traumas*. PASQUINELLI, M.(ed.) University of Lüneburg: Meson Press, p.125, 2016.

PEARL, H. Electrical Distribution Equipment in Data Center Environments. **American Power Conversion**, Tech. White Paper 61, 2007.

PECK, J. On capitalism's cusp, **Area Development and Policy**, 6:1, 1-30,2021.

PECK, J. **Variegated Economies**. Oxford University Press, Oxford, 2023.

PECK, J.; PHILLIPS, R. The Platform Conjuncture. **Sociologica**, [S. l.], v. 14, n. 3, p.73–99, 2020.

PECK, J.; WHITESIDE, H. Financializing Detroit. **Economic Geography**, Taylor & Francis Journals, vol. 92(3), pages 235-268, July.2016.

PGIM. PGIM Private Capital. Global Data Centers - The Resilience of Digitalization. **Investment Research**. Nov,2022. Disponível: <https://www.pgim.com> Acesso: abr.,2023.

PHAM, Q.C. *et al.* The Impact of Robotics and Automation on Working Conditions and Employment [Ethical, Legal, and Societal Issues]. **IEEE Robotics & Automation Magazine**. v.25, p.126-128,2018.

PIKE, A.; POLLARD, J. Economic Geographies of Financialization, **Economic Geography**, Taylor & Francis Journals, vol. 86(1), pages 29-51, January. 2010.

PIKE, A.; RODRIGUEZ-POSE, A.; TOMANEY, J. **Local and Regional Development**. New York: Routledge, 2ed.2018.

PINAUD, O. Big Tech Colonizes Seabed to Assert Control of the Internet. **Le Monde**, Jan,2023. Disponível: <https://www.lemonde.fr/en/international/> Acesso: mar.,2023.

PIKETTY, T. **O capital no século XXI**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

PORAT, M.U. The information economy: definition and measurement. Washington: **U.S. Dept. of Commerce**, Office of Telecommunications.1977.

PORTER, M. E. **The competitive advantage of nations**. New York: Free Press, 1990.

PORTER, M. E. **Clusters and the new economics of competition**. Harvard Business Review, Boston, Nov./Dec. 1998.

POZEN, R. C.; RUANE, J. What Machine Learning Will Mean for Asset Managers. **Harvard Business Review**. December 03, 2019. Disponível: <https://hbr.org/2019/12/what-machine-learning-will-mean-for-asset-managers>. Acesso: março,2020.

PRECEDENCE RESEARCH. **Submarine Cable System Market** (System, Transmission, Service, Cables Type, Fiber Class and End-User). Global Industry Analysis. Forecast 2023-2032. Feb,2023. Disponível: <https://www.precedenceresearch.com>. Acesso: abr., 2023.

PRED, A. Impact of technological and institutional innovations on life content: Some time-geographic observations. **Geographical Analysis**, 10(4): 345–72,1978.

PRITCHARD, C. L. **Risk management: Concepts and guidance**. 5th ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2020.

PUMAIN, D.; SAINT-JULIEN, T. **L'analyse spatiale – Localisations dans l'espace**. Paris: Armand Colin, 2011.

RAFFESTIN, C. **Por uma Geografia do Poder**. Editora Ática: São Paulo, 1993.

RAMOS, R.A. Financialization at the international level: evidence from emerging market economies. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 26, n. spe, p. 959-990, Dec. 2017.

RANCIÈRE, J.O **Ódio à Democracia**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2014.

RESBEUT, M.; GUGLER, P. Impact of clusters on regional economic performance: A methodological investigation and application in the case of the precision goods sector in Switzerland, **Competitiveness Review**, Vol. 26 No. 2, pp. 188-209, 2016.

RIBEIRO, A. C. T. Lugares dos saberes: diálogos abertos. *In*: BRANDÃO, Maria de Azevedo (org.). **Milton Santos e o Brasil**. São Paulo: Perseu Abramo, 2004.

RIBEIRO, T. Ibrachina e Ibrawork inauguram centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (CPDI) na Unicamp. **INOVA**. Setembro, 2023. Disponível: <https://parque.inova.unicamp.br/ibrachina-e-ibrawork-inauguram-centro-de-pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao-cpdi-na-unicamp/>. Acesso: set., 2023.

RIFKIN, J. **The Age of Access: The New Culture of Hypercapitalism Where All of Life Is a Paid-For Experience**. New York: J.P. Tarcher/Putnam Publishing Group, 2001.

ROELANDT, T.; den HERTOOG, P. Cluster Analysis and Cluster-Based Policy Making. *In*: **OECD Boosting Innovation: The Cluster Approach** (pp. 9-23), Paris: OECD.1999.

ROLNIK, R. **Urban Warfare: Housing under the Empire of Finance**. Verso: London,2019.

ROSENFELD, S. A. Industry clusters: business choice, policy outcome, or branding strategy? **Journal of New Business Ideas and Trends**, 3(2), 4-13, 2005.

ROSENOER, J. **Cyber law: the Law of the Internet**, Springer-Verlag, 1996.

RPC - REPÚBLICA POPULAR DA CHINA. Digital Economy Development in China. **Chinese Academy of Information and Communication Technology**. Jul,2020. Disponível: <http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers.html>. Acesso: abr., 2023.

SADRI, A. A. *et al.* Fog data management: A vision, challenges, and future directions. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 174, p. 102882, 2021.

SAMSUNG RESEARCH. **6G Spectrum: Expanding the Frontier**. July,2022. Disponível: www.research.samsung.com. Acesso: set.,2023.

SANTOS, J. E. dos. **Dicionário de Derivativos Inglês-Português**. Editora Atlas e BM&F, 1998.

SANTOS, Milton. **Espaço e sociedade: ensaios**. Petrópolis: Vozes, [1977]/1982.

SANTOS, M. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia**. Hucitec: São Paulo, 1988.

SANTOS, M. O espaço: sistemas de objetos, sistemas de ações. *In: Anais do IV Encontro Nacional da ANPUR, Salvador , Bahia.1991.*

SANTOS, M. Os espaços da globalização. *In: Anais do 3º Simpósio Nacional de Geografia Urbana*, p.33-37,1993.

SANTOS, M. **A aceleração contemporânea: tempo mundo e espaço mundo**. O novo mapa do mundo: fim de século e globalização. 2 ed. São Paulo: Hucitec/ANPUR, 1994.

SANTOS, M. Da política dos Estados à política das empresas. **Cadernos da Escola do Legislativo**, Belo Horizonte, v. 3, n. 6, p.9-23, jul./dez. 1997.

SANTOS, M. O dinheiro e o território. **GEographia**, Ano 1, n. 1, p. 7-13, 1999a.

SANTOS, M. Guerra dos lugares. **Folha de São Paulo**, São Paulo, p.3, 1999b. Acesso: jan.,2023.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização**. Do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SANTOS, M. Uma ordem espacial: a economia política do território. **Geoinova. Revista do Departamento de Geografia e Planejamento Regional**. Universidade Nova de Lisboa, nº 3, 2001. Disponível: <http://fcsh.unl.pt/geoinova/revistas/files/n3-2.pdf>. Acesso: dez., 2022.

SANTOS, M. A aceleração contemporânea: tempo-mundo e espaço-mundo. *In: DOWBOR, L.; IANNI, O.; RESENDE, P-E. (orgs.). Desafios da Globalização*. Petrópolis: Vozes, 2003.

SANTOS, M. **O espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2004.

SANTOS, M. **A revolução tecnológica e o território: realidades e perspectivas**. Caderno Prudentino de Geografia, 1(27), 83–94, 2005.

SANTOS, M. **Técnica, espaço e tempo**. São Paulo: Edusp, 5ª ed., 2008.

SANTOS, M. Território e cidadania. *In*: SILVA, E.; NEVES, G.; MARTINS. **O espaço da cidadania e outras reflexões**. Porto Alegre: Fundação Ulysses Guimarães, 2011.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Edusp, 2012.

SANTOS, M. **Economia espacial**: críticas e alternativas. SP: Hucitec, 2013.

SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo: Edusp, 2014.

SANTOS, M. A revolução tecnológica e o território: realidades e perspectivas. **Terra Livre**, [S. l.], n. 9, 2015.

SANTOS, M. **O espaço do cidadão**. São Paulo: Edusp, 2020.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. Globalização e Geografia: a Compartimentação do Espaço. **Caderno Prudentino de Geografia**, 1(18), 5–17.1996.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil**: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro/São Paulo: Record, 2014.

SAP AG. **Data Center**. 2022. Disponível: <https://www.sap.com/index.html>. Acesso: fev., 2023.

SATCHELL, P. **Innovation and automation**. Routledge; 2018.

SCHILLER, D. **Digital Depression**: Information Technology and Economic Crisis. Urbana: University of Illinois Press, 2017.

SCHINCKUS, C. An Essay on Financial Information in the Era of Computerization, **Journal of Information Technology**, 33(1), pp. 9–18, 2018.

SCHNEIDER ELECTRIC. Calculating Trade-offs in Data Center Design. **Energy Management Research Center**. Oct., 2023. Reports. Disponível: <https://www.se.com/ww/en/search/?q=reports&submit=Search>. Acesso: nov., 2023.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2022.

SCOTT, A. J. The Geographic Foundations of Industrial Performance. *In*: CHNADLER, Alfred D.; HAGSTROM, P.; SÖLVELL, Ö. (eds), **The Dynamic Firm**: The Role of Technology, Strategy, Organization, and Regions. Oxford Academic, 1 Nov. 2003.

SCOTT, A.J. **Technopolis**: High-Technology Industry and Regional Development in Southern California. Berkeley: University of California Press, 2005.

SCOTT, A.J. **Regions and the World Economy**: The Coming Shape of Global Production, Competition, and Political Order'. Oxford: Oxford Univ.Press, 2011.

SCOTT, A.J.; STORPER, M. High technology industry and regional development: A theoretical critique and reconstruction. **International Social Science Journal**, 34 215–232.1987.

SEBBAH F.D.; NANCY J.L. Technology and French Thought: a Dialogue Between Jean-Luc Nancy and François-David Sebbah. Springer Nature. **Philos Technol.**35(3):84. 2022.

SEC - SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **Data.** Staff Report on Algorithmic Trading in U.S. Capital Markets. 2020. Disponível: <https://www.sec.gov/>. Acesso: jan,2022.

SELINGARDI-SAMPAIO, S. **Indústria e território em São Paulo:** A estruturação do multicomplexo territorial industrial paulista (1950-2005). Campinas: Editora Alínea, 2009.

SERPRO - Serviço Federal de Processamento de Dados. **Serpro:** 58 anos de inovação. Disponível: <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2022/serpro-58-anos-de-inovacao-no-brasil>. Acesso: jan.,2023.

SETZER, V.W. **Os meios eletrônicos e a educação:** uma visão alternativa. São Paulo: Editora Escrituras, Coleção Ensaio Transversais Vol. 10, 2001.

SHILLER, R. **The New Financial Order:** Risk in the 21st Century. Princeton: Princeton University Press, 2003.

SILVA, A. M. B. Informatização planetária e usos do território brasileiro: disputas e tendências. *In:* ARROYO, M.; SILVA, A.M. B. (orgs.). **Instabilidade dos territórios:** por uma leitura crítica da conjuntura a partir de Milton Santos. São Paulo: FFLCH/USP, . p. 225-241, 2022.

SILVEIRA, M. L. **Um país, uma região:** fim de século e modernidades na Argentina. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SILVEIRA, M. L. Uma globalização desnecessária, um território instável. **Ciência Geográfica.** Ano VII, vol. I (21). p. 43-46. Bauru, 2002.

SILVEIRA, M. L. Los territorios corporativos de la globalización. **Geograficando,** 3(3), 2007. Disponível:http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.3665/pr.365.pdf. Acesso: dez.,2022.

SILVEIRA, M.L. Território usado: dinâmicas de especialização, dinâmicas de diversidade. **Ciência Geográfica,** Bauru, AGB, v. 15, n.1, p. 4-12, jan./dez. 2011.

SILVEIRA, M.L. Informatização planetária e usos do território brasileiro: disputas e tendências. *In:* ARROYO, M.; SILVA, A.M. B. (org.). **Instabilidade dos territórios:** por uma leitura crítica da conjuntura a partir de Milton Santos. São Paulo: FFLCH/USP,2022. p.137-151.

SIMMIE, J. Innovation and clustering in the globalized international economy, **Urban Studies,** XLI (5-6). London: Carfax Publishing. 1095-1112, 2004.

SIMÕES, R. Métodos de análise regional: diagnóstico para o planejamento regional. **Economia Regional e Urbana: Contribuições Teóricas Recentes,** 269-297. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SIMÕES, R. Financialization and datacenters: the power of capital on digital clouds. *In: 6th The Global Network on Financial Geography (FinGeo)*. Global Seminar. Geography, Finance and Uneven Development. Book of Abstracts. São Paulo, Brazil: 15-17, May 2019.

SIMÕES, R.; CASTILLO, R. Clusters de Data Centers: O caso da Região de Campinas/SP., 05/2017. *In: II Regional Studies Association (RSA) Latin America Division Conference*. Abstract book.Vol.1. São Paulo: Brazil, 2017.

SLATTERY, O. *et al.* Stability Comparison of Recordable Optical Discs -A Study of Error Rates in Harsh Conditions. **Journal of Research of NIST**. 2004.

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SMITH, S. J. Qualitative methodology and geography: More-than-human encounters and multisensory perception. **Progress in Human Geography**, 42(1), p.56-76, 2018.

SMOLAN, R.; ERWITT, J. **The Human Face of Big Data**. Sterling, New York.2012.

SNEVELY, R. **Enterprise Data Center Design and Methodology**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 2002.

SOARES, F.R.M.; RIBEIRO, G.F. Conflitos entre ordens públicas no espaço cibernético: uma abordagem cosmopolita em resposta à sobreposição regulatória da internet. **Revista de Informação Legislativa: RIL**, v. 54, n. 216, p. 45-66, out./dez. 2017.

SOKOL, M. Financialisation, financial chains and uneven geographical development: Towards a research agenda. **Research in International Business and Finance**. v. 39, Part B,678-685. 2017.

STAROSIELSKI, N. **The undersea network**. Duke University Press; 2015.

STEINLE, C.; SCHIELE, H. When do industries cluster? A proposal on how to assess an industry's propensity to concentrate at a single region or nation. **Research Policy**, v. 31, p. 849-858, 2002.

STERLING, V. E. The Legal Status and Applicable Regime of International Submarine Cables. **Submarine Telecom Forum Magazine**, ISSN:1948-3031. Ed. May, 2022.

STIBEL, J. Will the Internet Destroy the Stock Market? **Harvard Business Review**. August 30, 2013. <https://hbr.org/2013/08/will-the-internet-destroy-the>. Acesso: julho, 2019.

STOCKHAMMER, E. Financialization and the slowdown of accumulation. **Cambridge Journal of Economics**, v. 28. n. 5, p. 719-741, 2004.

STORPER, M. La géographie des conventions: proximité territoriale, interdépendences non marchants et developement économique. *In: RALLET, A.; TORRE, A. Économie industrielle et économie spatiale*. Paris: Economica, 1995.

STORPER, M. **The Regional World: Territorial Development in a Global Economy**. 2ed. New York: Guilford Press; 2010.

STRATTON, H.; NEWKIRK, A. The Current State of the Data Center Optimization Initiative: Lessons Learned & Opportunities for Improvement. **Lawrence Berkeley National Laboratory**. Jun,2021. Disponível: <https://datacenters.lbl.gov>. Acesso: mar., 2023.

STROTEBECK, F. The Location Quotient – Assembly and application of methodological enhancements. **MPRA Paper** ,47988, University Library of Munich, Germany.2010.

SUNDARARAJAN, A. **The sharing Economy: the end of employment and the rise of crowd-based capitalism**. Cambridge: MIT Press, 2017.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; ROSELINO Jr., J.E.S., **Perspectivas de Reestruturação das Políticas de Financiamento do Desenvolvimento Tecnológico no Brasil**, Relatório final, Convênio FINEP/FUNDAP, Campinas, 2001.

SUZIGAN, W., GARCIA, R. e FURTADO, J. **Clusters ou sistemas locais de produção e inovação: identificação, caracterização e medidas de apoio**. São Paulo: IEDI, p.12-19,2002.

SUZIGAN, W. *et al.* Coeficientes de Gini Locacional GL: aplicação à indústria de calçados do Estado de São Paulo. **Nova Economia**, v. 13, n. 2, p. 39-60, 2003.

SUZIGAN, W. *et al.* Clusters ou Sistemas Locais de Produção: Mapeamento, Tipologia e Sugestões de Políticas. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v.24, n.4, p.543 -562, dez. 2004.

SWEEZY, P. Economic Reminiscences. **Monthly Review**. New York, y.47, n.1, p. 8-9, may.1995.

SWINHOE, D. KKR & GIP close \$15bn CyrusOne acquisition. Biggest data center deal in history closes. **Data Center Dynamics**. March, 2022. Disponível: <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/kkr-gic-close-15bn-cyrusone-acquisition/> Acesso: dez.,2022.

SWIRE, P. Elephants and mice revisited: law and choice of law on the internet. **University of Pennsylvania Law Review**, v. 153, n. 1975, p. 1975-2001, 2005. Disponível: <https://www.law.upenn.edu/journals/lawreview/articles/volume153/issue6/Swire153U.Pa.L.Rev.1975%282005%29.pdf>. Acesso: mai.,2022.

SYDOW, S.T. **Delitos informáticos próprios: uma abordagem sob a perspectiva vitimodogmática**. Dissertação (Mestrado em Direito Penal) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SYNERGY RESEARCH GROUP. Private Equity Totally Dominated 2022 Data Center M&A Deals, Breaking All Previous Records. **Research**. Jan, 2023. Disponível: <https://www.srgresearch.com>. Acesso: fev.,2023.

TANENBAUM A.S.; VAN STEEN, M. **Distributed Systems**. 3rd ed. CreateSpace Independent Publishing Platform 2017.

TANENBAUM, A.S.; FEAMSTER, N. **Computer Networks**. 5th ed. Boston Mass: Pearson Education; 2019.

TARNOFF, B. Big data for the people: It is time to take it back from our tech overlords. **The Guardian**. 14 March, 2018. Disponível:<https://www.theguardian.com/technology/2018/mar/14/tech-big-data-capitalism-give-wealth-back-to-people>. Acesso: jul., 2022.

TAVARES, M.C. **Ciclo e crise: o movimento recente da industrialização brasileira**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas Instituto de Economia; 1998.

TAYLOR, M. Industrialization, Enterprise Power, and Environmental Change: An Exploration of Concepts. *Environment and Planning A: Economy and Space*. 28 (6): 1035-1051.1996.

TAYLOR, P. **Data centers in the U.S. Statistics & Facts**. Fev. 2023. Disponível: <https://www.statista.com/topics/10667/data-centers-in-the-us/#topicOverview> Acesso:mar.,2023.

TBRC - THE BUSINESS RESEARCH COMPANY. **Submarine Cable Systems Global Market Report 2023**. February, 2023. Disponível : <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/submarine-cable-systems-global-market-report>. Acesso: mar.,2023.

TELEGEOGRAPHY. **World Submarine Cables Map**. Disponível: <https://submarine-cable-map-2022.telegeography.com/> Acesso: mar.,2023.

THE STOXX EUROPE 600.**Index Products**. Disponível: <https://qontigo.com/index/sxxp/>. Acesso: mai., 2023.

THRIFT, N. **Non-representational theory: Space, politics, affect**. London: Routledge,2008.

TIAN, Z. *et al.* Measuring industry co-location across county borders. *Regional Studies Association. Spatial Economic Analysis*, v15:1, p.92-113, 2020.

TIPTON, H. F.; NOZAKI, M. **Information Security Management Handbook**, 6th Edition, New York: Auerbach Publications, 2012.

TÖRNQVIST, G. Flows of Information and the Location of Economic Activities. **Geografiska Annaler**. Series B, Human Geography, vol. 50, no. 1, 1968, pp. 99–107.

TOULSON, D. Do HFTs really ‘game’ buyside orders? **Best Execution Mag**.Spring: 38-39. 2013.

TOURAINÉ, A. **A sociedade post-industrial**. Ed. Senac São Paulo, 2003.

TUNZELMANN, NICK von. **Historical coevolution of governance and technology in the industrial revolutions**. *Structural Change and Economic Dynamics*, Elsevier, vol. 14(4), pages 365-384. Dec.2003.

TUREK, D., RADGEN, P. Optimized data center site selection—mesoclimatic effects on data center energy consumption and costs. **Energy Efficiency** ,14, 33. 2021.

UPTIME INSTITUTE. **Tier Classification System**. Disponível: <https://uptimeinstitute.com/tiers>. Acesso: fev., 2023.

USITC - UNITED STATES INTERNATIONAL TRADE COMMISSION. **Data Centers Around the World**. May, 2021. Disponível: <https://www.usitc.gov/>. Acesso: jan., 2023.

VAINER, C. Fragmentação e projeto nacional: desafios para o planejamento territorial. *In: Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, v.9, n.1, Salvador: UFBA, 2007, p. 09-23.

VAN DER AALST, W.M. *et al.* Robotic Process Automation, **Business & Information Systems Engineering**, Vol. 60: Issue. 4, 269-272, 2018.

VAN HORNE, J. C. Of Financial Innovations and Excesses, **Journal of Finance**, American Finance Association, vol. 40(3), pages 621-631, July.1985.

VAULT. Soluções integradas de segurança. **Revista Projeto**, Novembro, 2018. Disponível: <https://revistaprojeto.com.br/acervo/solucoes-integradas-de-seguranca>. Acesso: jan., 2021.

VELTZ, P. Firms Globales et Territoires: des rapports ambivalentes. *In: SAVY, M; VELTZ, P. Économie Globale et Téinvention du Local*. Paris: Éditions de L'aube, 1995.

VELTZ, P. **Mundialización, ciudades y territorios**. La economía de archipiélago. Barcelona: Ariel. 1999.

VELKOVA, J. Retrofitting and ruining: Bunkered data centers in and out of time. **New Media & Society**, 25(2), 431-448. 2023.

VENKATASUBRAMANIAN, N. Middleware for Networked and Distributed Systems. [Material de Curso Online]. **Department of Information and Computer Science**. University of California, Irvine. 2023. Disponível: <https://www.ics.uci.edu/~cs237> Acesso: fev., 2023.

VON THÜNEN, J.H. **The isolated state**. Oxford: Pergamon Press, [1826]/1966.

VOPSON, M.M. The world's data explained: how much we're producing and where it's all stored. **The Conversation**. May 4, 2021. Disponível: <https://theconversation.com>. Acesso: dez., 2022.

WADHWANI, P. Data Center Services Market: Size, Type, Application and Industry Analysis Report, Competitive Market Share & Forecast, 2023-2032. **Global Markets Insights**, jan., 2023.

WALLERSTEIN, I. **The capitalist world-economy**. Cambridge University Press, 1979.

WARF, B. Digitalização, globalização e capital financeiro hi-permóvel. **GEOUSP – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 2, p. 397-406, agosto. 2017.

WEBER, A. **Theory of the location of industries**. Chicago: University of Chicago Press, 1929.

WEBER, M. **A Política Como Vocação**. Brasília: EdUnB. [1917]/2003.

WIBOONRAT, M. Energy Management in Data Centers from Design to Operations and Maintenance. **2020 International Conference and Utility Exhibition on Energy, Environment and Climate Change** (ICUE), Publisher: IEEE. Pattaya, Thailand, p.1-7,2020.

WHITE, M. Farm/Cloud. *In: Geographies of information*. Fard, A.; Meshkani, T.eds. Harvard Cambridge: University Graduate School of Design. 2015.

WHITEHEAD, A. N. **The concept of Nature**. Cambridge: Cambridge University Press.1971.

WINROW, M. Tech giants fight 'cloud wars' deep in the ocean. **BBC Business**. 1 May,2021. Disponível: <https://www.bbc.com/news/business-57070318>. Acesso: nov.,2022.

WÓJCIK, D. Financial Geography I: Exploring FinTech – Maps and concepts. **Progress in Human Geography**. September, 2020.

WOLFF, S. **Informatização do trabalho e reificação**: uma análise à luz dos Programas de Qualidade Total. Campinas: Editora da Unicamp,2005.

WOOD, P. Um panorama do mercado da conectividade no nordeste brasileiro. **IX Fórum Fortaleza**, 12 abril 2023. Disponível: <https://forum.ix.br/fortaleza2023/#about>. Acesso: abri,2023.

WOODWARD, D.; GUIMARÃES, P. Porter's Cluster Strategy and Industrial Targeting. *In: Targeting Regional Economic Development*, 68-83. New York: Routledge Press, 2009.

WROBLESKI, S. Obra do Santander é flagrada com trabalho escravo. **Repórter Brasil**. Julho,2013.Disponível:<https://reporterbrasil.org.br/2013/07/obra-do-santander-e-flagrada-com-trabalho-escravo/>. Acesso: mai., 2022.

WU, T. The world trade law of censorship and internet filtering. **Chicago Journal of International Law**, v. 7, n. 1, p. 263–287, 2006.

WULF, F. *et al.* IaaS, PaaS, or SaaS? The Why of Cloud Computing Delivery Model Selection: Vignettes on the Post-Adoption of Cloud Computing. *In: Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences, 2021*. Scholar Space. p. 6285-6294.

YOO, C.S.; BLANCHETTE, JEAN-FRANÇOIS. **Regulating the Cloud**: Policy for Computing Infrastructure. Cambridge Massachusetts: MIT Press; 2016.

ZOOK, M.; GROTE, M. The microgeographies of global finance: High-frequency trading and the construction of information inequality. **Environment and Planning A: Economy and Space**. 49 (1), p.121-140.2017.

ZUBOFF, S. **The Age of Surveillance Capitalism**: the Fight for a Human Future at the New Frontier of Power. New York: Public Affairs, 2020.