

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS**

FELIPE SILVA FIGUEIREDO

**INFRAESTRUTURAS, PANDEMIA E SOCIEDADE:
EFEITOS DA COVID-19 NO SETOR ELÉTRICO**

**GUARULHOS
2022**

Na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei de direitos autorais nº 9610/98, autorizo a publicação livre e gratuita desse trabalho no Repositório Institucional da UNIFESP ou em outro meio eletrônico da instituição, sem qualquer ressarcimento dos direitos autorais para leitura, impressão e/ou download em meio eletrônico para fins de divulgação intelectual, desde que citada a fonte.

Figueiredo, Felipe Silva.

Infraestruturas, Pandemia e Sociedade : Efeitos da Covid-19 no setor elétrico brasileiro / Felipe Silva Figueiredo. – 2022.

Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Guarulhos : Universidade Federal de São Paulo. Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas.

Orientador: Renzo Romano Taddei.

Coorientador: Jean Carlos Hochsprung Miguel.

Título em inglês: Infrastructures, Pandemic and Society: Covid-19's effects on the brazilian electric sector.

1. Infraestrutura. 2. Pandemia. 3. Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia. 4. Crise
5. Energia. I. Renzo Romano Taddei; Jean Carlos Hochsprung Miguel. II.
Infraestruturas, Pandemia e Sociedade: Efeitos da Covid-19 no setor elétrico
brasileiro.

Felipe Silva Figueiredo
Infraestruturas, Pandemia e Sociedade:
Efeitos da Covid-19 no setor elétrico brasileiro

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Ciências
Sociais
Universidade Federal de São Paulo

Aprovação: ____ / ____ / _____

Prof. Dr. Renzo Romano Taddei
Universidade Federal de São Paulo

Prof. Dr. Jean Carlos Hochsprung Miguel
Universidade Federal de São Paulo

Prof. Dr. Henrique Zouqui Martins Parra
Universidade Federal de São Paulo

Prof. Dr. Marko Synésio Alves Monteiro
Universidade Estadual de Campinas

Dedico esta dissertação a todas as pessoas
que perderam algo ou alguém ao longo da
pandemia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos guias e orixás que me deram forças e me acompanharam ao longo da jornada do mestrado. Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento de pesquisa e apoio institucional fundamentais para a execução da pesquisa¹. Aos meus pais e minha avó, que nem sempre compreenderam minhas escolhas, porém sempre me apoiaram à sua maneira. Agradeço à minha irmã por ser uma ótima ouvinte. À Leticia Oliver Fernandes, minha companheira de vida e de todos os momentos. Agradeço ao Diego Peralta e ao Rafael Andrade, pela amizade de sempre, sobretudo nesses momentos pandêmicos. Ao Pitoco, meu parceiro de caminhadas e brincadeiras. Agradeço ao Cursinho Popular da Psico, um espaço de luta que transformou minha vida e a de outros estudantes das escolas públicas das periferias de São Paulo. Aos membros do Grupo de Pesquisas Visuais e Urbanas da UNIFESP (VISURB), por proporcionar um espaço de aprendizado e de trocas tão acolhedor. Ao Renzo Taddei e ao Jean Miguel, pela orientação e inspiração na pesquisa, na escrita e na vida acadêmica como um todo. Ao Henrique Parra e ao Marko Monteiro, pelas generosas contribuições na banca de qualificação e defesa. Aos professores e professoras da UNIFESP, em especial Andréa Barbosa, Uirá Garcia, Valéria Macedo, Rodrigo Ribeiro, Alexandre Barbosa, Lindomar Albuquerque, Rogério Schlegel, Alessandra El Far, Aramis Luis, Melvina Araújo, Marta Jardim, Carolin Overhoff, Virgínia Gil e Ilana Goldstein, por marcarem profundamente minha trajetória acadêmica. Às amigas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da UNIFESP, pelas redes de apoio, conspiração e desabafo. Ao Rafael Ferreira, secretário do PPGCS, e demais funcionários do Campus Guarulhos/EFLCH. Aos funcionários e funcionárias das bibliotecas públicas de Barueri e da biblioteca Florestan Fernandes da FFLCH/USP. Por fim, agradeço a todos os trabalhadores e trabalhadoras do setor elétrico brasileiro, em especial do Operador Nacional do Sistema e da Empresa de Pesquisa Energética, por garantir o acesso à informação de maneira transparente.

¹ Processo número 2019/20291-6, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas nessa dissertação são de responsabilidade do autor e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

“É incrível que esse vírus que está aí agora esteja atingindo só as pessoas. Foi uma manobra fantástica do organismo da Terra tirar a teta da nossa boca e dizer: “Respirem agora, quero ver”. Isso denuncia o artifício do tipo de vida que nós criamos, porque chega uma hora que você precisa de uma máscara, de um aparelho para respirar, mas, em algum lugar, o aparelho precisa de uma usina hidrelétrica, nuclear ou de um gerador de energia qualquer. E o gerador também pode apagar, independentemente do nosso decreto, da nossa disposição”.

Ailton Krenak

RESUMO

A pesquisa tem como temática a relação entre a pandemia da covid-19 e o Setor Elétrico Brasileiro. O objetivo geral é analisar como a redução da demanda por energia ao longo da pandemia fez com que processos sociotécnicos da infraestrutura elétrica fossem afetados e como colocaram determinadas práticas e perspectivas políticas acerca da eletricidade em evidência. Momentos de crise no setor elétrico contribuíram para sua reestruturação no passado e, agora, a crise de natureza epidemiológica colocou novos problemas para sua operação. Ao longo da pesquisa foi possível observar como as infraestruturas elétricas são constituídas por relações complexas entre objetos físicos, informacionais, meio ambiente e formas de organização política e social que perpassam desenvolvedores e usuários. A partir de uma perspectiva dos Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia (ESCT), segui as redes que ligam vírus, política e artefatos informacionais da operação elétrica. Para isso, realizei trabalho de campo em reuniões de planejamento do Operador Nacional do Sistema (ONS) e analisei documentos institucionais do setor elétrico. Com base no trabalho de campo e na teoria ESCT, foi possível discutir como momentos de crise proliferam imaginários de futuros energéticos possíveis.

Palavras-chave: infraestrutura; pandemia; Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia; crise; energia.

ABSTRACT

The theme of the dissertation is the relationship between the covid-19 pandemic and the Brazilian Electricity Sector. The main goal is to analyze how the reduction in the electric demand during the pandemic affected sociotechnical processes of the electrical infrastructure and put specific political practices and perspectives into evidence. Moments of crisis in the electricity sector generated transformations in the past, and now the epidemiological crises pose new problems for the electric operation. During the research, we could observe how infrastructures are made up of complex relations among physical and informational objects, environment, and political and social forms of organization through developers and users. From a Science and Technology Studies (STS) perspective, we followed the networks that connect viruses, politics, and information artifacts. The methodological approach was based on field research in the electricity sector, carried out in the National System's Operator planning meetings and archival research in the institutional archives of the electricity sector. From the perspective of STS and grounded in the fieldwork findings, we discuss how crises proliferate imaginaries of possible energy futures.

Keywords: infrastructure; pandemic; Science and Technology Studies; crisis; energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura de governança do SEB [•](#) 30

Figura 2 – Acompanhamento da carga em tempo real [•](#) 41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Capacidade instalada do SIN em MW [•](#) 35

Gráfico 2 – Atendimento eletroenergético do subsistema SE/CO [•](#) 36

Gráfico 3 – Atendimento eletroenergético do subsistema Sul [•](#) 38

Gráfico 4 – Atendimento eletroenergético do subsistema Nordeste [•](#) 39

Gráfico 5 – Atendimento eletroenergético do subsistema Norte [•](#) 39

Gráfico 6 – Carga verificada (MWmed) x índice de isolamento social [•](#) 57

Gráfico 7 – Carga de energia [•](#) 60

Gráfico 8 – Carga ajustada x Nível de Utilização da Capacidade Instalada [•](#) 64

Gráfico 9 - Carga de energia do SIN [•](#) 66

Gráfico 10 - Média móvel mensal de casos de COVID-19 x Carga Mensal do SIN [•](#) 74

Gráfico 11 – Comportamento da carga durante a pandemia [•](#) 76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Impactos da pandemia no setor elétrico [•](#) 14

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1. A INFRAESTRUTURA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	17
1.1 INFRAESTRUTURA, INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO E OBJETOS FRONTEIRA.....	17
1.2. DESENVOLVIMENTO E TECNOLÓGICAS DA INFRAESTRUTURA ELÉTRICA NO BRASIL.....	22
1.3. DINÂMICAS DA OPERAÇÃO ELÉTRICA: O ONS COMO INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO.....	32
2. A PANDEMIA NAS INFRAESTRUTURAS DE INFORMAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO.....	43
2.1 INFRAESTRUTURAS ELÉTRICAS E OS IMPACTOS DA PANDEMIA.....	43
2.2. CARGA: HETEROGENEIDADE E COOPERAÇÃO ATRAVÉS DE OBJETOS FRONTEIRA.....	46
2.3. ADENTRANDO A INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO DO ONS: AS REUNIÕES DE PROGRAMAÇÃO.....	52
2.3.1. REDUÇÃO DA CARGA NA INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO DA OPERAÇÃO.....	53
2.3.2. RETOMADA DA ECONOMIA E INTERFACES TECNOECONÔMICAS DA CARGA.....	62
3. POLÍTICA E ENERGIA: PERSPECTIVAS TECNOECONÔMICAS DA CARGA ELÉTRICA.....	71
3.1. DESENTRELAÇANDO OS DISCURSOS DA OPERAÇÃO ELÉTRICA.....	72
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92

INTRODUÇÃO

A maneira como a pandemia de coronavírus afetou o funcionamento de grandes infraestruturas e os mundos sociais conectados a elas é um tema emergente nas Ciências Sociais (SOVACOOOL; FURSZYFER; GRIFFITHS, 2020; KUZEMKO, 2020). Para além dos enfoques econômicos e das engenharias, os Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ESCT) têm tratado do tema da pandemia do coronavírus por meio de abordagens que trazem à luz as relações sociotécnicas que foram afetadas pela crise (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, 2021). A presente dissertação discute como o funcionamento das infraestruturas elétricas no Brasil foi impactado pela pandemia e de que maneira certas respostas à crise foram formuladas por parte de seus tomadores de decisão.

O objetivo geral é analisar como a redução da demanda por energia ao longo da pandemia fez com que processos sociotécnicos da infraestrutura elétrica fossem afetados. Para tanto, buscou-se: a) caracterizar a operação do setor elétrico através dos fluxos de informação e de artefatos técnicos que o atravessam; b) mapear como os processos de decisão da operação elétrica articulam mundos sociais heterogêneos que constituem as infraestruturas; c) analisar como tais processos de decisão operacional foram alterados com o desenrolar da crise pandêmica. O foco da pesquisa, portanto, dirigiu-se à operação do sistema elétrico, principalmente no que se refere às deliberações e decisões que foram tomadas no curso da pandemia e como elas transformaram percepções e relações entre os “mundos sociais” (STAR, 2010) e os objetos que constituem as infraestruturas elétricas².

O Sistema Interligado Nacional (SIN), nome que se dá ao conjunto dos aparatos técnicos que geram e transmitem energia elétrica no Brasil, é uma infraestrutura composta por diferentes instituições e empresas, que tem sua operação centralizada no Operador Nacional do Sistema (ONS). O ONS é a instituição responsável pelo monitoramento e manutenção da operação elétrica no Brasil, que reúne em seu entorno diferentes atores interessados nas decisões tomadas no âmbito da geração, transmissão e distribuição de energia no país. Nesse sentido, o ONS centraliza as políticas operacionais do SIN e coloca em prática diferentes processos de informação a respeito da operação elétrica. Dentre esses processos, realiza as reuniões de Programação Mensal de Operação (PMO), um evento público que tem como

²O termo “mundos sociais”, utilizado para referir-se ao ONS e aos agentes do setor elétrico, é empregado para identificar determinados indivíduos ou grupos que se reúnem em comunidades de práticas que compartilham uma mesma visão de mundo, convenções, tecnologias, linguagem e ações. Assim, o conceito é usado para expressar a maneira como esses grupos se reúnem e se constituem através das infraestruturas de informação (STAR; BOWKER; NEUMANN, 2003).

objetivo apresentar os principais dados da operação aos chamados “agentes do setor elétrico” (como as empresas geradoras e as empresas comercializadoras de energia), de modo que esses possam basear sua tomada de decisão em uma mesma política operativa, discutida e estabelecida ao longo da reunião. Essa política, por sua vez, é o resultado das previsões realizadas pelo Operador. Ela tem como objetivo estabelecer um planejamento coordenado para a circulação de energia na rede, direcionando a multiplicidade de atores que compõem o SIN de maneira coordenada.

Neste trabalho, em um primeiro momento, buscou-se compreender de que maneira esses processos de informação fazem parte das ações do ONS junto aos diferentes agentes e seus respectivos mundos sociais. O ONS é constituído por inúmeros artefatos informacionais definidos como “uma ampla gama de ferramentas, sistemas, interfaces e dispositivos para armazenar, buscar, mostrar e recuperar informações, estejam elas em papel, armazenadas de forma eletrônica, ou feitas de outro material” (STAR; BOWKER; NEUMANN, 2003, p. 244, tradução livre). Assim, interpretou-se o Operador como uma infraestrutura de informação que, por sua vez, se destaca por seu caráter organizacional, relacional e pela standardização de determinadas práticas sociotécnicas e conhecimentos. Desse modo, ele é responsável por disseminar informações em diferentes tempos e espaços, criando uma textura para outras práticas, como o trabalho tecnocientífico, a geração e a comercialização de energia.

Posteriormente, tratar-se-á de como determinados artefatos técnicos (físicos ou abstratos) que compõem a infraestrutura elétrica passaram a ser pontos centrais de discussão no contexto pandêmico. Alguns dos principais problemas com os quais o ONS teve que lidar durante a pandemia estiveram relacionados com a chamada “carga de energia”. A carga, para os profissionais do setor, refere-se ao montante geral de energia consumida e gerada na rede. Em outras palavras, é a demanda por eletricidade em dada conjuntura econômica e social. Durante a pandemia, o isolamento social reduziu drasticamente o consumo de energia e fez com que a carga se tornasse um fator incerto e preocupante nos processos operativos e decisórios do SIN.

A análise realizada ao longo da pesquisa evidencia que a carga é um artefato sociotécnico central que congrega, ao mesmo tempo, dados físicos referentes às condições meteorológicas, hidrológicas e tecnológicas da geração, assim como dados macroeconômicos (sendo o principal deles o PIB) para a operação do setor elétrico. A carga, portanto, é uma categoria compartilhada entre agentes de geração e transmissão, comercializadores de energia, segmentos da indústria e pelo Estado, podendo ser lida como um “objeto fronteira” (STAR; BOWKER, 1999; MONGILI; PELLEGRINO; BOWKER, 2014).

O conceito de objeto fronteira procura dar conta de como uma rede heterogênea de atores articula ações comuns, ainda que de maneira distribuída (STAR; BOWKER, 1999). Trata-se de um conceito original dos ESCT que emprega noções fundamentais desse campo, dentre elas: a ideia de que objetos técnicos são mediadores das relações sociais; e de que sua presença é produtiva para a forma como tais relações se dão na sociedade moderna.

A apreensão da carga enquanto objeto fronteira ocorre de maneira empírica, ao caracterizar como tal artefato atravessa diferentes mundos sociais e escalas na infraestrutura elétrica. Desse modo, demonstra-se como a carga é definida através de estruturas de modelagem e processos informacionais entre diferentes atores, tornando-se, por fim, um padrão de ação e organização que, por sua vez, é negociado, manipulado, desenhado e apreendido por diferentes visões de mundo articuladas nos processos de tomada de decisão da operação elétrica.

A partir dessa análise, coloca-se a questão de como a carga é significada pelos mundos sociais articulados através da infraestrutura elétrica durante a pandemia, reorganizando determinadas perspectivas a respeito da operação do sistema elétrico e da política operativa. Como se trata de relações dinâmicas e emergentes, geralmente as infraestruturas são pontos chave nos quais determinadas racionalidades políticas são colocadas em prática, proliferando imaginários modernistas de desenvolvimento baseados em promessas otimistas de progresso (ANAND; GUPTA; APPEL, 2018). Portanto, momentos de crise (re)colocam questões para a forma como as infraestruturas são chamadas a endereçar problemas sociais, ambientais e tecnológicos (HETHERINGTON, 2019).

Assim, ao longo da pesquisa, discute-se como a pandemia expôs determinadas perspectivas políticas dos processos técnicos de monitoramento e previsão da carga de energia. A mudança no comportamento da carga expôs um conflito entre a dimensão de sua eficiência técnica e sua eficiência econômica pela maneira como são performadas através dos processos de informação do ONS. Por um lado, a redução da carga de energia ocasionou uma redução dos custos para os usuários do sistema elétrico, redução do acionamento de termelétricas que geram uma energia mais cara, diminuição da importação de energia de países vizinhos e preservação do volume dos reservatórios das hidrelétricas. Por outro, esse acontecimento foi na contramão das perspectivas institucionais de expansão do setor elétrico, as quais são orientadas para a expansão da geração e consumo de energia, o que se relaciona com a demanda de ampliação dos mercados que compõem esse setor (JENSEN, 2019).

Metodologia

A partir da abordagem teórica baseada nos ESCT, que considera as infraestruturas como entidades relacionais (STAR; RUHLER, 1996), constituídas por complexas redes sociotécnicas (HUGHES, 2012; HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017), foram empregadas como técnicas de pesquisa qualitativa o trabalho de campo etnográfico e a análise de documentos oficiais. O trabalho de campo foi realizado nas reuniões de PMO que ocorreram desde o início da pandemia, em março de 2020, até março de 2021, contemplando o período de um ano de observação do período que ficou conhecido como primeira onda de contágio da covid-19.

Três elementos levaram ao recorte do ONS e das reuniões de PMO como ponto de partida da investigação dos efeitos da pandemia no setor elétrico brasileiro: primeiro, por sua centralidade nos processos de tomada de decisão do setor elétrico; segundo, por conta de sua escala de atuação, isto é, pelo fato de que o Operador reúne informações que englobam o sistema elétrico, seus agentes e os “consumidores de energia” (ou usuários), em sua totalidade; e, por último, mas não menos importante, devido à possibilidade de realizar o trabalho de campo online através da transmissão das reuniões que passaram a acontecer exclusivamente de maneira virtual, por conta da pandemia. Pensando na máxima da pesquisa etnográfica de que não fazemos pesquisa sobre as aldeias, mas nas aldeias (GEERTZ, 1981), pode-se afirmar que essa não foi uma pesquisa sobre as infraestruturas, mas na infraestrutura de informação do ONS. Ou seja, muitos dos processos que serão descritos nos próximos capítulos se passam através das infraestruturas e, para ter acesso a elas, foi preciso adentrá-las, ainda que de maneira digital.

A análise documental, por sua vez, foi realizada através de estudos e projeções realizadas pelo Operador com dados sobre a política operativa:

- a. Os Sumários Executivos, Informes e atas de reunião do PMO, que consistem em documentos que servem de subsídio às informações divulgadas ao longo das reuniões. Nestes documentos, pode-se encontrar as principais premissas e resultados dessas reuniões de maneira sistematizada e sintética, de modo a informar os agentes a respeito da operação.
- b. Os Boletins Mensais de Carga, que apresentam as principais ocorrências em relação à carga do SIN, como variações ao longo dos meses, índices econométricos que

influenciam diretamente no consumo de energia e evolução da carga ao longo dos anos.

- c. O Planejamento Anual da Operação Energética e suas Revisões Quadrimestrais, que apresentam as projeções de carga para um período de cinco anos à frente, de modo a subsidiar as tomadas de decisões operativas a longo prazo.

A partir dessa coleta de informações, produziu-se uma análise de conteúdo que categorizou os principais impactos da pandemia no setor elétrico. Tais categorias de impacto são apresentadas na Tabela 1 e serão discutidas ao longo da dissertação.

Tabela 1 – Impactos da pandemia no setor elétrico

Processo infraestrutural	Impacto
Comportamento da energia	Diminuição da carga Mudança nos padrões de consumo de energia Diminuição do intercâmbio de energia
Socioambiental	Perspectiva de manutenção do nível dos reservatórios das hidrelétricas Diminuição da geração térmica
Econômico	Diminuição dos lucros das geradoras e distribuidoras Redução do Custo Marginal de Operação (CMO) Impacto nos contratos de grandes consumidores com distribuidoras
Informação (ONS)	Home office Diálogo reforçado com os agentes para garantir a continuidade do fornecimento de energia de serviços essenciais Aumento dos graus de incerteza dos modelos de previsão e acompanhamento da carga

Fonte: Autor.

O mapeamento e categorização de tais efeitos se deram da seguinte maneira: partindo do material empírico, das discussões do ONS, de suas notas técnicas, notícias e divulgação de estudos realizados sobre a operação do setor elétrico, destacaram-se os impactos discutidos ao longo do primeiro ano de pandemia. Depois, esses impactos foram

reunidos em categorias de processos infraestruturais mais amplas, para dar conta das diferentes dimensões das infraestruturas de energia no Brasil, sendo elas: processos de comportamento da energia, processos socioambientais, processos econômicos, além dos processos informacionais específicos do ONS. Essa categorização dos processos infraestruturais, contudo, é uma síntese do que foi observado e, portanto, tem um caráter estritamente analítico e provisório.

Em suas considerações finais, esse trabalho discute como momentos de crise expõem aspectos importantes do funcionamento das infraestruturas. Indica-se como esses momentos ressignificam o modo de funcionamento das infraestruturas elétricas, revelando a maneira como estas se constituem tanto por acontecimentos planejados como não planejados. Além disso, constata-se a maneira como os artefatos que compõem as infraestruturas dizem respeito não somente a escolhas técnicas, mas também representam visões políticas, econômicas e escolhas éticas.

Estrutura da dissertação

A dissertação está organizada da seguinte maneira: o capítulo 1 tem como objetivo apresentar a constituição da infraestrutura do setor elétrico brasileiro e, mais especificamente, a centralidade do ONS para a circulação de artefatos informacionais na operação do SIN. Em um primeiro momento serão apresentados os principais conceitos dos ESCT empregados nas análises, dentre eles, o de infraestrutura (HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017); o de infraestrutura de informação (STAR; BOWKER; NEUMANN, 2003); objeto fronteira (STAR, 2010); desentrelaçamento de infraestruturas (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, 2021) e o de tecnoeconomia (ÖZDEN-SCHILLING, 2021). Posteriormente, informado pela teoria dos ESCT sobre infraestruturas, é apresentado um breve histórico do SEB. Por fim, o foco se dirigirá ao ONS, tendo como objetivo descrever como ele se constitui enquanto uma infraestrutura de informação.

O segundo capítulo é dedicado especificamente aos impactos da pandemia na carga de energia. Em um primeiro momento, discute-se como a pandemia apareceu na literatura dos estudos energéticos e nos ESCT. Posteriormente, aborda-se a maneira como a carga é constituída nos processos informacionais do Operador em relação a outras instituições e aos agentes do setor elétrico e, dessa forma, como a carga pode ser lida como um objeto fronteira. Dando continuidade à análise, realiza-se em sequência a exposição das informações colhidas durante trabalho de campo nas reuniões de PMO no período da primeira onda de contágio de

covid-19, destacando as principais implicações da pandemia nos processos operativos relativos à carga.

O terceiro capítulo, por sua vez, é dedicado a uma abordagem dos “desentrelaçamentos” sociotécnicos da carga ao longo da pandemia, isto é, a forma como a crise colocou em evidência formas materiais e políticas que em outros contextos são tidas como independentes das infraestruturas. Assim, discuto as principais perspectivas e discursos tecnoeconômicos relacionados à carga e seus processos operativos, tais como: despacho das usinas térmicas, manutenção dos reservatórios, diminuição dos intercâmbios energéticos e redução do custo marginal de operação. Por fim, nas considerações finais retomo os principais pontos discutidos ao longo dos capítulos e elaboro como a pandemia colocou em perspectiva a possibilidade de imaginar outros futuros energéticos.

1. A INFRAESTRUTURA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

No presente capítulo, interpreta-se o setor elétrico brasileiro através do conceito de infraestrutura e, mais especificamente, o Operador Nacional do Sistema como uma infraestrutura de informação. Para essa tarefa, tomo como base a área interdisciplinar dos Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia (ESCT) e a Antropologia das Infraestruturas³ que, ao longo do tempo, definiram as infraestruturas de maneira teórica e problematizaram seus aspectos tecnopolíticos. Assim, em um primeiro momento, apresento as principais discussões teóricas e conceitos que serão elaborados ao longo da dissertação. Posteriormente, traço um breve histórico da constituição do atual modelo do SEB enquanto uma infraestrutura constituída por dinâmicas sociotécnicas. Por fim, elaboro como o ONS atua através de práticas de categorização e padronização de tomada de decisão para a operação elétrica.

O setor elétrico brasileiro (SEB) é uma das mais proeminentes infraestruturas presentes no país e seu desenvolvimento está profundamente ligado a questões políticas, socioambientais, tecnológicas e sociais (HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017; HUGHES, 2012). O Sistema Interligado Nacional (SIN), conjunto dos artefatos tecnológicos que compõem o SEB, possui dimensões continentais e, em seu atual modelo organizacional, toda a circulação da eletricidade ao longo da rede, desde a geração, passa necessariamente pela mediação do ente denominado Operador Nacional do Sistema (ONS), que tem o papel de monitorar e coordenar a tomada de decisão das demais instituições e empresas que compõem o setor. Assim, o Operador centraliza as principais informações e dados a respeito das condições físicas, econômicas e tecnológicas do SIN.

1.1 INFRAESTRUTURA, INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO E OBJETOS FRONTEIRA

A palavra “infraestrutura”, segundo Paul N. Edwards, se originou no âmbito militar, para se referir a instalações fixas, como bases aéreas (EDWARDS, 2003). Hoje, contudo, infraestrutura se tornou um termo menos fixo e mais fluído, sobretudo, se pensarmos nos diferentes sistemas técnicos, digitais e informacionais que compõem o mundo

³ Para mais detalhes sobre o desenvolvimento deste subcampo da Antropologia, ver: <https://ea.flch.usp.br/subcampos/antropologia-das-infraestruturas>. Acesso em: 5 de maio de 2022.

contemporâneo. A onipresença das infraestruturas faz com que questões de ordem política, ambiental e social apareçam intrinsecamente relacionadas a elas. Isso fez com que as infraestruturas se tornassem objetos de novos problemas empíricos, conceituais e analíticos para a teoria social contemporânea.

Em geral, quando ouvimos falar de infraestruturas no noticiário ou mesmo em conversas cotidianas, o termo é usado para descrever um conjunto de elementos que dão suporte ou oferecem uma base sobre a qual aparatos técnicos são construídos ou operam. É o que se diz, por exemplo, da infraestrutura de saneamento básico e da infraestrutura elétrica. As infraestruturas seriam, portanto, aquilo que está por trás dos serviços e das tecnologias que temos à mão em nosso cotidiano e, por conta dessa qualidade, elas geralmente não são notadas, pelo menos até que falhem (STAR, 2020). Quando acendemos uma lâmpada em casa, por exemplo, não temos acesso a uma percepção direta de como essa energia foi produzida e das redes infraestruturais que a possibilitaram. Mas, se a luz falta, logo acionamos as empresas distribuidoras de energia elétrica e lembramos que a energia vem de algum lugar. Em outras palavras, tendemos a naturalizar a presença das infraestruturas em nosso cotidiano e não nos atentamos para a relação de dependência que mantemos com esses amplos sistemas sociotécnicos.

A partir da década de 1990, estudos críticos das infraestruturas passaram a discutir mais diretamente sua composição a partir dos enquadramentos teóricos dos ESCT⁴. As infraestruturas passaram a ser compreendidas como entidades relacionais que integram o formal e o informal, o humano e o não humano em diferentes escalas, afetando mundos sociais de maneira profunda. Ao atentar para o sentido relacional das infraestruturas, Susan Leigh Star e Karen Ruhleder recolocaram a questão de “o que é” uma infraestrutura para “quando é” uma infraestrutura – “*when, not what*” (STAR; RUHLER, 1996, p. 113). As autoras afirmaram que “uma infraestrutura ocorre quando práticas locais são dispostas por um sistema tecnológico de larga escala, que pode então ser usado de maneira *natural* ou disponível *sempre à mão*” (STAR; RUHLER, 1996, p. 114, tradução livre).

Em trabalho mais recentes, Penny Harvey, Casper Bruun Jensen e Atsuro Morita propõem uma definição mínima e provisória acerca das infraestruturas para dar conta da

⁴ O campo interdisciplinar dos Estudos de Ciência e Tecnologia emerge entre as décadas de 1960 e 1970 (LAW, 2008) e lida com a inseparabilidade das ciências e das técnicas de práticas e estruturas sociais. Além disso, os ESCT colocaram novas perspectivas epistemológicas para as Ciências Sociais, ao redefinir as dinâmicas do “social” e incluir na análise objetos não humanos (LATOUR, 2000).

multiplicidade de formas que elas podem assumir. Para os autores, falar em infraestrutura é lidar com:

[...] formas dinâmicas, tecnologicamente mediadas, que continuamente produzem e transformam relações sociotécnicas. Isto é, infraestruturas são extensas composições de materiais que geram efeitos e estruturam relações sociais, sejam elas atividades projetadas [*engineered*] (planejadas e propositadamente elaboradas) ou não projetadas [*non-engineered*] (não planejadas e contingentes). Vistas assim, infraestruturas são duplamente relacionadas às suas multiplicidades internas e suas capacidades conectivas externas. (HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017, p. 5, tradução livre).

Assim, é característico das infraestruturas serem transformadas tanto por intervenções internas (dos chamados “*system builders*” ou desenvolvedores, ou mesmo por marcos regulatórios por parte do Estado) quanto por intervenções externas (como contingências socioeconômicas e ambientais de toda a sorte, por determinadas configurações políticas e sociais ou por influência dos usuários das infraestruturas)⁵ (HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017).

Além das formas materiais e organizacionais que recorrentemente se atribuem às infraestruturas, elas também podem se constituir por fluxos de informação (EDWARDS, 2017). Ainda que as infraestruturas de informação sejam formadas por hardwares, como infraestruturas computacionais e de monitoramento que consomem imensas quantidades de energia para a refrigeração e manutenção; cabos submarinos que interligam continentes, etc.; o que as define, do ponto de vista dos ESCT, é o fato de que elas fazem determinadas informações circularem entre diferentes espaços, temporalidades e escalas. Assim, possibilitam o fluxo de bens, materiais, energia, capital financeiro e dados de maneira geral (MONGILI; PELLEGRINO; BOWKER, 2014). Com isso, enfatiza-se que os artefatos de informação se tornam infraestruturas ao se transformarem em padrões incorporados na cultura técnica de uma comunidade, de um grupo ou da sociedade como um todo (STAR, 2010).

As infraestruturas e, mais especificamente, as infraestruturas de informação, são definidas por Star e Ruhleder de acordo com algumas características: por sua *incorporação em outras estruturas sociais, materiais e tecnológicas*; por sua relativa *invisibilidade*, isto é,

⁵ Nesse aspecto, os estudos críticos desenvolvidos pela Antropologia partem de uma concepção de infraestrutura que difere daquela proposta por Thomas P. Hughes sobre os grandes sistemas técnicos (HUGHES, 2012). Para o autor, o que define um *large technical system* é o fato de articular artefatos técnicos, legislação, elementos tecnocientíficos e ambientais sob a organização unidirecional dos chamados *system builders* (os desenvolvedores). A partir da década de 1990, sobretudo com os trabalhos de Susan Leigh Star e Karen Ruhleder sobre infraestruturas de informação, essa visão começa a ser expandida para as múltiplas articulações entre desenvolvedores e usuários (STAR; RUHLER, 1990). Na última década, essa relação se expandiu também para o efeito de aspectos socioambientais nas infraestruturas, a partir das discussões a respeito das mudanças climáticas (HETHERINGTON, 2019).

pela maneira como ela é tomada como algo “dado” para seus usuários, que só emerge à superfície quando falha ou em momentos de crise; pela maneira como seus usos são apreendidos de forma “natural”, através da participação em determinados mundos sociais; e, por fim, pela maneira como são construídas através de outros artefatos técnicos preexistentes postos em relação (STAR; RUHLER, 1996).

As infraestruturas de informação possibilitam amplamente o trabalho de categorização e padronização de dados e conhecimentos que estão imbricados na vida cotidiana, criando também formas de representação da realidade. A partir disso, é criada uma textura para que outros sistemas sociotécnicos operem e certas comunidades se organizem através de práticas. A heterogeneidade é, portanto, uma marca do trabalho em meio às infraestruturas de informação.

Para superar a dificuldade de se reunir diferentes atores para um mesmo objetivo, os fluxos de informação geralmente mobilizam o que Star e Griesemer chamam de “objetos fronteira” (STAR; GRIESERMER, 1989). Um objeto fronteira pode ser definido por três características fundamentais: a) por sua flexibilidade interpretativa; b) por sua dependência em relação a uma estrutura material e/ou organizacional que reúne outros objetos fronteira; c) pelo fato de que atravessa diferentes escalas de atuação (STAR, 2010). Assim, a palavra “objeto” é tomada aqui mais por sua capacidade de ação (ou seja, por seus agenciamentos) do que por sua materialidade, pois tais objetos podem assumir formas digitais, textuais e gráficas, sem prejuízo de seu caráter relacional. Já a “fronteira” delimita um espaço compartilhado por diferentes mundos sociais, ao invés de um limite específico de ação desses objetos (STAR, 2010). O conceito de objeto fronteira possui, portanto, uma força analítica que permite seguir determinados artefatos a partir das práticas que o colocam em movimento, mas também da compreensão de como práticas se tornam possíveis a partir de sua presença, através de um *modus operandi* mútuo.

Os chamados “estudos de infraestrutura” propõem uma entrada analítica nas infraestruturas a partir de sua materialidade (BOWKER, 1995). Porém, mais do que realizar uma descrição de sua constituição física, trata-se de colocar em evidência as inúmeras relações e práticas que as compõe (VAILATI; D’ANDREA, 2020); a maneira como as infraestruturas passam a atuar de maneira discreta (LARKIN, 2018); como possibilitam a criação de mundos sociais heterogêneos, porém, conectados (STAR; GRIESERMER, 1989); como reconfiguram corpos e moldam discursos (CARSE, 2012); como emergem associadas

aos ideais de progresso e desenvolvimento (HARVEY; KNOX, 2015); em suma, como se constituem como parte fundamental da organização política e econômica moderna (LARKIN, 2013; EDWARDS, 2003).

Um dos conceitos importantes para o presente estudo se refere aos efeitos de *desentrelaçamento* das relações entre infraestrutura e sociedade, discursos políticos e outros objetos técnicos que se apresentam em situações de crise (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, 2021). Com este conceito, pretende-se dar ênfase às dimensões espaciais de redes escalares que formam e conectam amplos sistemas sociotécnicos e que, em momentos de crise, como a da pandemia de covid-19, resistem ao colapso se reconfigurando tecnopoliticamente. Os desentrelaçamentos de infraestruturas, portanto, representam janelas temporais de análise que permitem visualizar como as infraestruturas funcionam e como se transformam perante as crises.

Tratando especificamente das infraestruturas de energia, Dominic Boyer constata como as infraestruturas de energia e as infraestruturas políticas se constituem a partir de relações interdependentes. Para o autor, essas relações ficam mais evidentes a partir da crise do petróleo na década de 1970 e, mais recentemente, em transformações sociotécnicas relacionadas às mudanças climáticas e à transição energética para fontes renováveis (BOYER, 2019). O autor argumenta que mudanças infraestruturais são possíveis apenas através dessa conjugação entre sociedade e tecnologia, sendo que o poder político (para além da política institucional) é exercido também através da energia e das infraestruturas, nas palavras do autor, *energopoliticamente*⁶.

O que parece ser um insumo básico, a energia, na verdade é resultado de inúmeras relações infraestruturais, que perpassam também a política e a economia. Canay Özden-Schilling propõe a noção de *tecnoeconomia*⁷ para analisar o fenômeno da eletricidade enquanto infraestrutura de informação. A autora dá ênfase aos agenciamentos materiais e econômicos que constituem as infraestruturas elétricas. Para Özden-Schilling, as infraestruturas elétricas nascem a partir de fluxos de informação que são indissociáveis dos mercados de energia; de modo que a circulação de artefatos tecnoeconômicos, como o custo

⁶ Ao ressaltar a interdependência de infraestruturas energéticas e políticas, a noção de energopolítica busca explorar “a contribuição dos combustíveis e da eletricidade para a possibilidade da vida moderna e seus modos de ser e conhecer” (BOYER, 2019, p. 8).

⁷ O conceito de tecnoeconomia é inspirado na “performatividade econômica” de Michel Callon (1998), sobre como práticas econômicas ganham uma vida social. Porém, aqui a autora chama a atenção para como a dimensão tecnológica gradualmente ganha contornos econômicos em suas práticas.

operacional da energia, a carga e a bandeira tarifária, forma o que chamamos de setor energético (ÖZDEN-SCHILLING, 2021).

Ao propor essa abordagem, Özden-Schilling busca analisar os esforços de mercantilização da eletricidade através de processos tecnológicos. Segundo a autora, as formas econômicas da eletricidade são imaginadas e construídas na relação entre *experts*, incluindo economistas, usuários das infraestruturas e agentes dos mercados. Os mercados de energia possuem uma dimensão infraestrutural, pois são mediados por representações técnicas, ciência de dados, formas de otimização e interações entre o intencional e o contingente. Assim, a autora propõe um ponto de vista que descreve a eletricidade não como um mero objeto passivo do *design das engenharias*, mas como múltiplos agenciamentos humanos e não humanos, sociais e tecnológicos envolvidos em seu processo de *comoditização*⁸.

A análise aqui proposta, portanto, está embasada nos ESCT e na Antropologia das Infraestruturas (MIGUEL; FIGUEIREDO, 2021). Nessa perspectiva, consideram-se os agenciamentos sociotécnicos que formam infraestruturas. Destaca-se, além disso, que as infraestruturas elétricas são compostas por “objetos fronteira” que conectam mundos sociais por meio de práticas tecnoeconomicamente orientadas. Nas seções seguintes, essas noções são mobilizadas para descrever o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) como infraestrutura.

1.2. DESENVOLVIMENTO E TECNOPOLÍTICAS DA INFRAESTRUTURA ELÉTRICA NO BRASIL

Compreender as dinâmicas que envolvem o setor elétrico é compreender a forma como se organiza uma parte fundamental das sociedades contemporâneas, das relações do Estado e de interesses econômicos. A energia elétrica é um fenômeno físico, uma propriedade material da existência que atua em nossas vidas e, ao mesmo tempo, é também moldada pela indústria, por corporações e por interesses políticos (ANUSAS; INGOLD, 2015), não podendo, assim, ser tratada como um mero insumo ou artefato neutro.

O caso do SEB é particular nesse aspecto. Desde seus primórdios, no final do século XIX, seu desenvolvimento esteve marcado por relações entre Estado e empresas privadas, com promessas de progresso econômico e tecnológico (LORENZO, 2001). Nas primeiras

⁸ Ou seja, o processo em que paulatinamente as relações sociotécnicas envolvidas na energia a transformam em uma mercadoria.

décadas do século XX, ao mesmo tempo que se impulsionava o desenvolvimento da indústria e da economia nacional, no setor elétrico um processo acelerado de concentração de concessionárias estrangeiras começava. Contudo, esse processo foi parcialmente interrompido a partir da criação do Código de Águas na década de 1930, um dos principais marcos regulatórios estatais do SEB, que trouxe restrições na legislação acerca do uso dos recursos hídricos, e culminou na criação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica. Esse Conselho reviu contratos e concessões existentes, além de fixar e regulamentar as tarifas de energia, que antes eram estabelecidas pelas próprias concessionárias privadas (Ibid.).

A partir disso se iniciou um longo, tortuoso e complexo processo marcado por estatizações conforme o setor elétrico ia se expandindo ao longo do século XX, como descreve Helena Carvalho de Lorenzo (2001), até que, na década de 1990, ocorre uma reestruturação. Essa reestruturação foi importante, pois começa a dar ao setor elétrico a forma organizacional que conhecemos hoje. Como comenta Alessandro Leme, a dinâmica dessa reestruturação ocorreu em meio a fatores políticos e econômicos endógenos e exógenos (2021). Um dos fatores exógenos citados pelo autor é o fato de que nos anos 1990 os grandes países capitalistas como Estados Unidos e Inglaterra começam a ressaltar proposições neoliberais, resgatando ideias de Estado mínimo e de que o mercado poderia regular as relações sociais e o desenvolvimento tecnológico. No Brasil, isso se traduziu na forma de privatizações no setor elétrico e em outras infraestruturas consideradas estratégicas para o Estado. Já dentre os fatores endógenos, podemos citar o fato de que, ao longo das décadas anteriores, a maior parte dos investimentos em infraestrutura elétrica ia para a construção de novas usinas geradoras e subestações de distribuição, o que gerou uma falta de investimentos em linhas de transmissão.

A usina de Itaipu, por exemplo, foi uma empreitada que visava atrair recursos econômicos entre as décadas de 1970 e 1980, quando o setor enfrentava uma crise financeira. A partir dessa reestruturação e do avanço de investimentos em linhas de transmissão, se começa a desenhar um Sistema Interligado Nacional (SIN) para realizar a troca de energia entre as regiões do país com melhor aproveitamento dos recursos hídricos, dadas as diferenças climáticas e ambientais do território nacional. Cria-se também, nesse período, a divisão dos segmentos de *geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia*.

Até a década de 1990, a maior parte do SEB era composta por empresas estatais, sendo a mais proeminente delas a Eletrobras. Todas as atividades referentes à gestão, à

expansão e à operação do setor elétrico ficavam a cargo do Estado brasileiro através dela. A crise econômica, aliada à intensificação dessa visão neoliberal acerca das infraestruturas dentro e fora do país, levou a uma crítica interna feita a essa configuração, sob a justificativa de que esse modelo caracterizava-se como um monopólio do Estado no setor elétrico e gerava pouca competitividade de mercado. Estava colocado, assim, o ambiente perfeito para a promulgação da Lei Geral de Concessões (Lei 8987/95), em fevereiro de 1995, que possibilita e estimula o poder público de diversas instâncias da federação (municipal, estadual ou federal) a outorgar a exploração e expansão de serviços e obras públicas à iniciativa privada, o que incluía também o setor elétrico.

O discurso oficial da época, utilizado pelo governo Fernando Henrique Cardoso, era o de “modernizar” o setor elétrico a partir da expertise técnica de empresas privadas especializadas no setor de energia. Esse discurso foi enaltecido com promessas de progresso para o país, narrativa que geralmente está atrelada ao desenvolvimento infraestrutural nos países do Sul global (MIGUEL, 2020). No entanto, tratou-se de uma manobra estratégica do Estado utilizar o desenvolvimento das infraestruturas de energia como um aparato político que teve como principal objetivo abater a dívida pública através dessas concessões (D’ARAÚJO, 2009).

O Ministério de Minas e Energia, sob a consultoria da empresa inglesa Coopers & Lybrand, elaborou um novo modelo institucional e conceitual para o SEB, inspirado no modelo inglês, sob a ideologia da competição de mercado entre seus atores (GONÇALVES JUNIOR; SAUER, 2002). Assim, se estabelece a possibilidade de empresas privadas atuarem na geração e expansão física do setor elétrico brasileiro, prerrogativa que antes era exclusiva de concessões estatais.

É nesse contexto de capilarização das infraestruturas elétricas que o ONS é criado, em 1998, dois anos após a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O ONS foi instituído como “uma pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil sem fins lucrativos⁹”. Essa característica evidencia também a guinada política em direção a uma privatização da governança do setor energético no Brasil no período. Antes, as funções de operar e regulamentar os mercados de energia, atribuídas respectivamente a essas instituições, eram de exercício exclusivo da estatal Eletrobras. Ainda que ONS e ANEEL sejam instituições ligadas ao Estado através do Ministério de Minas e Energia (MME), de

⁹ Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons>. Acesso em: 8 de ago. de 2022.

certa forma sua criação foi também motivada por esse movimento de descentralização do poder estatal sobre o setor elétrico, sob a justificativa de aumentar sua eficiência técnica.

Nesse contexto também são criados os conceitos de “consumidor livre” e “consumidor cativo”, que correspondem àqueles que podem ou não estabelecer contratos bilaterais de compra de energia. Na prática, podem ser caracterizados também como grandes ou pequenos consumidores, respectivamente. Enquanto o consumidor livre (o grande consumidor) pode estabelecer contratos diretos com os comercializadores e geradores de energia, o consumidor do mercado cativo (no geral caracterizado pelo pequeno consumidor de energia) compra energia diretamente do segmento de distribuição.

Além disso, essa transição para o mercado marcada por privatizações teve também consequências físicas e sociais no SEB, com influência na política institucional. Ocorre que a reestruturação associada à crise do fornecimento de 2001 (que ficou conhecida como “apagão”) impactou as tarifas dos consumidores residenciais, e, em alguns casos, até mesmo o acesso à energia, sobretudo das pessoas de baixa renda. Como principal causa do apagão, D’Araujo aponta um problema no modelo que estava sendo desenhado, no qual a responsabilidade pela expansão do setor foi designada para empresas privadas do segmento de distribuição. A questão é que essas empresas estavam preocupadas mais com o lucro em seu caixa do que com o atendimento elétrico em si.

Como as geradoras eram empresas do âmbito federal, fica claro que a responsabilidade da expansão, da noite para o dia, deixou de ser um programa do Estado para ser um programa de ‘mercado’. Num país de dimensões continentais, repleto de desigualdades, com amplos espaços a serem incorporados ao sistema interligado, atribuir à vontade dos novos capitais que recém adquiriram as empresas distribuidoras foi, no mínimo, temerário. (D’ARAÚJO, 2009, p. 144).

Para a política que se desenhava na época, isso significou uma forma de desverticalização do poder do Estado sobre as infraestruturas de energia, sob a justificativa de gerar mais competitividade, com preços definidos pelo mercado, o que supostamente traria menos custos para a sociedade. Porém, da maneira como foi concebido nessa nova configuração o poder político dessa infraestrutura passou a ser, além do Estado, concentrado em grandes empresas privadas nacionais ou estrangeiras, com possibilidade de intervenção sobre as condições sociomateriais do país que se interconectam aos fluxos infraestruturais da energia elétrica. Desse modo, as empresas objetivavam expandir mercados e excluir uma participação efetivamente democrática por parte da população do país em seus processos decisórios.

Uma das respostas políticas a essa crise energética do início do século XXI foi um processo de frenagem das privatizações no âmbito do setor elétrico brasileiro, que fez com que parte dele se mantivesse sob o controle da estatal Eletrobras, enquanto a outra parte ficou a cargo das empresas privadas. Essa ambiguidade na gestão do SEB se dá inclusive no âmbito institucional, em que órgãos de direito privado, como o ONS, ligados ao Estado, centralizam tomadas de decisões de diversas empresas privadas que detêm as usinas geradoras e centros de distribuição de energia. Assim, muitos agentes do setor argumentam que essa reestruturação não foi concluída (BICALHO, 2020), predominando uma ambivalência, já que o SEB nunca se privatizou por completo.

Por outro lado, se desde seu início o desenvolvimento do SEB esteve atrelado a interesses econômicos, ligado também à expansão da indústria, no que diz respeito ao fornecimento elétrico residencial, é possível dizer que a reestruturação veio coroar um processo de construção de uma subjetividade de “consumidores de energia”, ao reduzir o escopo do acesso à eletricidade e da regulação da tarifa como direitos fundamentais dos cidadãos (LEME, 2021). O usuário residencial final da infraestrutura elétrica deixa de ser um cidadão, ou seja, deixa de ter seu atendimento garantido como um direito a um insumo fundamental para a vida, e se torna um mero consumidor de energia elétrica. A construção dessa subjetividade se deu também através de aparatos tecnocientíficos que circulam nas infraestruturas de informação do setor elétrico, os quais concebem a energia como uma forma-mercadoria. Nesse sentido, a eficiência da operação do setor elétrico passou a caracterizar-se não somente por aspectos técnicos baseados nos recursos energéticos disponíveis, mas também por sua eficiência para os mercados de energia, constituindo-se por uma mediação tecnoeconômica (ÖZDEN-SCHILLING, 2021).

A divisão dos segmentos em *geração, transmissão, distribuição e comercialização* também foi um resultado do modelo consolidado no início do século XXI. Essa segmentação teve como principal objetivo gerar mais competitividade econômica dentro do setor, para além do Estado ao descentralizar essas funções da Eletrobrás. Os gestores desses segmentos geralmente são chamados de “agentes” do setor elétrico.

O segmento de *geração* tem como objetivo transformar a energia primária – isto é, a energia resultante do movimento das águas, dos ventos, da incidência de luz solar e da queima de combustíveis fósseis – em energia elétrica, através de suas usinas. São muitos os proprietários e acionistas dessas usinas, podendo ser empresas estatais de capital aberto ou

mesmo empresas privadas. A estatal Eletrobras gere inúmeras usinas do SIN por meio de suas subsidiárias, sendo algumas delas: CHESF, no Nordeste; Eletronorte, no Norte; Eletrosul, no Sul; e Furnas, no Sudeste.

Atualmente, os dez maiores geradores de energia¹⁰ em capacidade instalada¹¹ no Brasil são respectivamente: Norte Energia S.A., consórcio formado por diversas empresas, incluindo construtoras e a mineradora Vale, além de outras empresas do setor de energia, como a Eletronorte; CHESF, empresa de capital aberto criada durante o Estado Novo e posteriormente transformada em subsidiária da Eletrobras; Eletronorte S.A., empresa de economia mista subsidiária da Eletrobras, que atua na região amazônica nas áreas de geração e transmissão; Furnas, a maior subsidiária da Eletrobras, é uma sociedade anônima de economia mista criada na década de 1950 para impulsionar a industrialização do país naquele momento; Itaipu Binacional, uma entidade binacional que pertence ao Brasil e ao Paraguai, constituída durante a década de 1970, em que parte da administração brasileira é exercida pela Eletrobras e pelo Ministério de Relações Exteriores; Petrobras, uma das maiores empresas do país do setor energético, tendo como principal acionista o Estado brasileiro, é a principal responsável pelo processo de manejo e comercialização do petróleo e do gás natural e seus derivados e, em relação à eletricidade, detém diversas usinas termelétricas e eólicas; ENGIE Brasil, um dos maiores grupos empresariais do setor energético do mundo, com sede na França, e o maior gerador 100% privado do país; Rio Paraná Energia, sociedade anônima aberta que tem como principal acionista a CTG, uma empresa chinesa do setor energético; COPEL, empresa privada paranaense de capital aberto, sendo a maior empresa do estado do Paraná; e o consórcio Energia Sustentável do Brasil S.A., que tem como principais acionistas a ENGIE e a Eletrobras¹².

¹⁰Fonte: dados abertos da ANEEL. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/dados/geracao>. Acesso em: 22 de out. de 2021.

¹¹A capacidade instalada diz respeito ao total de energia que *pode* ser gerada, mas não necessariamente reflete quanto está sendo gerada na atual conjuntura do SEB. Isso ocorre porque geralmente a demanda é menor do que a capacidade instalada. Enquanto não há demanda suficiente, algumas usinas do SIN ficam ociosas – como ocorre com boa parte das térmicas em condições hidroenergéticas mais favoráveis.

¹² Vale ressaltar também que parte das ações da Eletrobras estão hoje sob controle de instituições privadas, processo que se intensificou sobretudo a partir do governo de Michel Temer, em 2016. Sob o governo Bolsonaro, o processo vem se acirrando, sobretudo sob a égide do neoliberalismo do ministro da economia Paulo Guedes, que diz que a privatização da estatal vai gerar oportunidades para superar a situação de crise decorrente da pandemia e da crise hídrica, tese questionada por outros economistas. Além disso, a Eletrobras exerce uma importante gestão dos recursos das principais bacias hidrográficas do país. Privatizá-la significa também privatizar essas bacias.

O segmento de *transmissão* é o responsável pelo transporte da energia através de toda a extensão do SIN para os centros consumidores de carga. Esse segmento conta atualmente com 145 mil quilômetros de linhas de transmissão (LT) que cortam todo o país, com perspectivas de expandir para 184 mil quilômetros até 2025, segundo o ONS¹³. Isso porque os grandes consumidores de energia e os grandes centros urbanos, em geral, ficam distantes das usinas geradoras e, além disso, como comentei anteriormente, é justamente pelo fato de possuir uma extensa rede de linhas de transmissão ligando o Norte ao Sul do país que o SIN leva esse nome. A maior parte das LT do SIN são gerenciadas pela Eletrobras e suas subsidiárias, sendo essa uma característica estratégica de gestão da transmissão de energia do SIN, realizada de maneira coordenada pela empresa, e um ponto crítico quando se fala na privatização da mesma. Além da Eletrobras, outra grande empresa digna de nota é a CEMIG, a principal concessionária de energia do estado de Minas Gerais e também alvo de privatizações¹⁴.

O segmento de *distribuição* é aquele responsável por receber a energia das linhas de transmissão, passando por subestações onde a tensão é transformada em um patamar adequado ao consumo e, assim, é distribuída entre os usuários residenciais, industriais, do comércio, da iluminação pública, etc. No geral, quando pagamos nossa conta de energia estamos pagando diretamente às distribuidoras. Desde os anos 1990, praticamente todo o segmento é constituído por empresas privadas. As cinco maiores empresas do segmento, segundo a ANEEL, são: CELESC Distribuição S.A., empresa que atua em toda Santa Catarina; ENEL, uma das maiores empresas de energia do mundo, com sede na Itália, que também atua nos segmentos de geração e transmissão no Brasil; Neoenergia, controlada pelo grupo espanhol Iberdrola, um dos maiores grupos privados do SEB; CEMIG e COPEL.

Já o segmento de *comercialização* se caracteriza especificamente pelos processos de compra e venda de energia no SEB. As empresas que compõem esse segmento geralmente não atuam apenas nele. Muitas empresas de outros segmentos também atuam na comercialização (por exemplo, o grupo Neoenergia, a Engie e a própria Eletrobras), pois se trata de uma atividade que é complementar às outras no modelo atual do SEB, em que temos a criação de mercados de energia. Há outras empresas privadas que atuam principalmente nesse segmento e, em especial, no chamado mercado livre de energia, como a Tradener, uma das

¹³ Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em: 6 de ago. de 2021.

¹⁴ Disponível em: <https://congressoemfoco.uol.com.br/blogs-e-opiniao/forum/cemig-finalmente-a-privatizacao/>. Acesso em: 16 de out. de 2021.

primeiras comercializadoras de energia no país, fundada em 1998, e a Bolt Energy, que, além de comercializar energia, também atua na área de geração eólica e solar.

O mercado de energia, por sua vez, se subdivide em dois: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), ou mercado cativo, e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), ou mercado livre. O ACR representa a parte mais expressiva do mercado de energia no país, e é o ambiente em que atua principalmente o segmento de *distribuição*, que atende, sobretudo, os pequenos consumidores de energia (como residências e comércios de pequeno e médio porte). Com a legislação atual, o consumidor está diretamente relacionado à distribuidora que atende a sua região, não podendo escolher de quem comprar energia, por isso, o ACR recebe o nome de mercado cativo de energia. Nesse mercado, as distribuidoras negociam a energia por meio de leilões, onde quem oferece o menor preço adquire a concessão para atuar em uma determinada região. O preço da energia adquirida pelas distribuidoras por meio dos leilões é repassado ao consumidor final.

Já no ACL, ou mercado livre de energia, as geradoras e comercializadoras de energia negociam diretamente com os grandes consumidores de energia, sem o intermédio das distribuidoras ou de leilões. Nesse ambiente, o consumidor escolhe diretamente de quem comprar energia, levando em consideração o atendimento numa determinada região, a matriz energética utilizada, o preço e o prazo do contrato de energia.

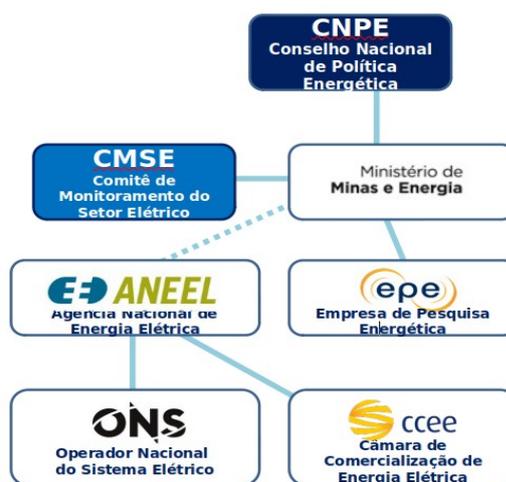
Além dos segmentos energéticos, o setor elétrico também define as classes de consumo de eletricidade em oito, sendo elas, da mais eletrointensiva para a menos: industrial, residencial, comercial, rural, serviço público (como saneamento básico, por exemplo), iluminação pública, poder público e consumo próprio (no caso de plantas autogeradas).

Por fim, o desenho da estrutura de governança do SEB é hierarquizado, porém, cada órgão conta com uma autonomia relativa dentro de suas competências e também dentro das conjunturas econômica, social, política e ambiental. Isso porque, de maneira geral, o papel dos atores que compõem o SEB é trabalhar de forma conjunta para definir uma *política energética* de modo a ter o melhor uso possível das infraestruturas e dos recursos disponíveis para esse objetivo.

Assim, a política energética é um conjunto de diretrizes estabelecido pelas instituições que compõem e organizam o setor elétrico junto do governo federal, que fiscalizam e regulam os segmentos de geração, distribuição e transmissão, as intervenções realizadas na rede elétrica, o uso dos recursos para a produção de energia, além de regular as

diretrizes do mercado de energia. A política energética está diretamente relacionada às infraestruturas elétricas, tendo em vista que é ela quem vai definir muitos dos aspectos regulatórios sobre como essas vão efetivamente operar.

Figura 1 – Estrutura de governança do SEB



Fonte: CCEE

Na hierarquia do SEB, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) é presidido pelo Ministro de Minas e Energia – atualmente o ministro Bento Albuquerque, militar da marinha do Brasil. Ele tem como objetivo assessorar, junto do Ministério de Minas e Energia (MME), o governo federal na proposição de políticas nacionais para o setor energético como um todo. Já o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), também chefiado pelo ministro de Minas e Energia, é composto pelos titulares das demais instituições do SEB, e tem a função de monitorar e reportar as condições de cada um dos segmentos do setor elétrico, bem como avaliar as condições de atendimento da rede elétrica tanto para a indústria e o comércio quanto para a população em geral.

A ANEEL, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o ONS foram concebidos durante a reestruturação do setor elétrico na década de 1990. Anteriormente, a função desempenhada pelas instituições era de responsabilidade da Eletrobras. A essas instituições cabe, respectivamente: o papel de regular e fiscalizar a atuação das empresas nos três segmentos do SEB, além de realizar os leilões de geração e transmissão; realizar pesquisas que têm como objetivo subsidiar o planejamento a longo prazo do setor elétrico e a implementação da política energética; e realizar a operação do setor elétrico e o despacho das

usinas do SIN. Posteriormente, a atribuição de viabilizar a compra e a venda de energia no setor elétrico brasileiro também saiu da gerência da Eletrobras e passou para a Câmara de Comercialização da Energia Elétrica (CCEE), criada em 2004.

Nesse aspecto, o setor elétrico brasileiro é um caso muito particular, pois na maior parte dos países as tarefas de regulação, planejamento, operação e gestão da comercialização são realizadas de maneira centralizada. O que as separou no setor elétrico brasileiro foi justamente a opção política por um modelo que fragmentou as atribuições da Eletrobras em instituições menores, como forma de diluir o poder estatal sobre o setor elétrico. Dadas as condições físicas do SIN, no entanto, essas instituições acabam tendo que atuar de maneira conjunta. As tarefas de planejamento e operação do sistema elétrico, por exemplo, têm de ser tomadas de maneira coordenada, pois dizem respeito à gestão e expansão da parte física do SIN. Tanto a EPE quanto o ONS podem ser consideradas infraestruturas de informação dentro do SEB, pois seus processos se dão, sobretudo, pela produção de conhecimento relevante para o funcionamento do aparato tecnológico que compõe o SIN. Dessa maneira, a EPE e o ONS são responsáveis também pela criação de conceitos e entendimentos a respeito dos processos infraestruturais do SEB que garantem, inclusive, a comunicação entre os agentes de mercado do setor e suas demais instituições, agregando fatores técnicos e econômicos.

Assim, vemos como as infraestruturas são compostas por elementos físicos, por artefatos técnicos informacionais e por formas de organização complexas e heterogêneas entre si. A infraestrutura de informação do ONS, por sua vez, possibilita o fluxo de informação e a operação de maneira centralizada.

De um ponto de vista conceitual, portanto, o setor elétrico brasileiro pode ser entendido como uma infraestrutura, dado que se trata de um sistema tecnológico de larga escala que está sendo continuamente produzido por relações tecnológicas, ambientais, sociais e de trabalho, através do qual é gerido, transformado, monitorado e restaurado em caso de falhas (HUGHES, 2012). A infraestrutura elétrica do SEB é composta, portanto, por artefatos físicos (como linhas de transmissão, transformadores, usinas de geração), formas de organização (compostas por empresas, instituições e pelo Estado), componentes tecnocientíficos (como os modelos matemáticos, livros, artigos científicos e centros de pesquisa), artefatos legais (leis e marcos regulatórios que afetam a energia e seu mercado) e recursos naturais (gás, petróleo, carvão, grandes extensões de terra no caso da energia eólica e bacias hidrográficas).

Os agenciamentos sociotécnicos que dão forma à infraestrutura do setor elétrico acontecem em múltiplas escalas de atuação e, assim, toda a geração, transmissão e comercialização de eletricidade estão sujeitas aos padrões criados e estabelecidos pela infraestrutura do setor elétrico e sua organização física, legal e seus processos técnicos. Por outro lado, ao mesmo tempo que incorporamos essa infraestrutura na vida cotidiana, a forma como consumimos e usamos energia é também parte de uma cultura técnica criada em conjunto com os desenvolvedores do setor, e afeta decisões e políticas operacionais.

1.3. DINÂMICAS DA OPERAÇÃO ELÉTRICA: O ONS COMO INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO

No setor elétrico, o ONS é o principal responsável por metabolizar as informações a respeito da operação das infraestruturas e dos componentes tecnocientíficos envolvidos no processo de coordenação que possibilita o funcionamento da rede elétrica como um todo no país, constituindo-se como uma infraestrutura de informação (STAR; BOWKER; NEUMANN, 2003). Por conta disso, recorrentemente os agentes do setor elétrico se referem ao Operador como o “cérebro” dessa infraestrutura. Ele tem como uma de suas principais funções realizar estudos e projeções das condições de funcionamento do Sistema Interligado Nacional em diferentes temporalidades (de curto, médio e longo prazo).

Através desse processo, são mobilizadas diferentes categorias e artefatos abstratos – como subsistemas, carga, geração distribuída, grandes e pequenos consumidores, etc. – que possibilitam um entendimento comum entre diferentes atores que constituem esse mundo social. As práticas e entendimentos que circulam nos processos do ONS, por sua vez, são incorporados aos dos agentes, criando certa cultura técnica entre esses. Como demonstram Miguel e Taddei, alguns processos envolvidos na divulgação de dados meteorológicos por parte do ONS são fundamentais para a coordenação do sistema, assim como para a precificação da energia nos mercados especulativos (MIGUEL; TADDEI, 2022). Assim, por mais que os agentes tenham autonomia de buscar essa informação em outras instituições, as principais tomadas de decisão dependem especificamente de quando e como o ONS elabora e divulga tais dados.

A *operação* do setor elétrico se caracteriza pelo tratamento de uma extensa gama de dados, informações e previsões realizadas através de modelos matemáticos que têm por objetivo estabelecer uma política de gestão dos recursos energéticos para garantir o funcionamento de sua infraestrutura e o fornecimento elétrico. Isso se dá a partir do acompanhamento das *condições operativas* – sendo as principais delas a vazão das bacias hidrográficas das hidrelétricas, a disponibilidade e custo dos combustíveis fósseis, os índices econométricos e as estimativas da demanda por energia – essenciais para a geração e transmissão de eletricidade. O objetivo do Operador, portanto, é fornecer os meios para uma tomada de decisão por parte dos agentes para garantir o fornecimento elétrico sem interrupções e com o menor custo possível dentro do Sistema Interligado Nacional. No jargão do ONS, isso significa realizar uma *operação otimizada*.

A *política operativa* é, portanto, o resultado da operação. Ela é definida pelo estabelecimento de alguns parâmetros do Operador: a) tomada de decisão a respeito do quanto de energia vai ser gerada, tendo em vista a demanda; b) a partir de quais recursos, para se garantir o menor preço e a maior eficiência possível; c) como ela vai chegar aos usuários finais, de modo que não haja interrupção no fornecimento.

Dentro da infraestrutura de informação do ONS, uma das principais práticas de divulgação dos dados referentes à operação do setor elétrico é a realização das reuniões de Programação Mensal de Operação (PMO), que acontecem ao longo de dois dias, sempre nas últimas quintas e sextas-feiras de cada mês. Ao longo dessas reuniões, são apresentados inúmeros artefatos informacionais como resultados de projeções e acompanhamento das condições físicas do SIN, gráficos, análises estatísticas, além de outros estudos pertinentes à operação realizados pelas diversas equipes do ONS: equipe de carga, equipe de previsão meteorológica e climática, operação eletroenergética, limites elétricos e previsões de curto e médio prazo.

Essas reuniões são abertas ao público, porém, esse é composto majoritariamente de representantes das principais empresas e instituições que atuam no setor elétrico. Trata-se de um tipo de ritual que congrega responsabilização e prestação de contas [*accountability*] em relação aos dados divulgados, para que os agentes detentores das usinas e linhas de transmissão, os investidores do setor de energia e seus técnicos possam agir de maneira coordenada, de modo a homogeneizar a tomada de decisão e reduzir possíveis contingências (MIGUEL; TADDEI, 2022). Por conta dessa característica, as reuniões do PMO são também

um espaço de discussão dos procedimentos do próprio Operador. Ao final de cada apresentação realizada por cada uma das equipes é dada a palavra ao público para que esse questione, tire dúvidas ou dê sugestões com relação à operação e à apresentação das informações. Por outro lado, é um espaço em que os técnicos do ONS também podem fazer certas reavaliações de eventuais problemas na divulgação dos dados, da ocorrência de problemas e falhas contingentes na operação do SIN, ou mesmo de acontecimentos sociais e políticos que afetam o setor elétrico, além de tirar dúvidas dos agentes. De certa forma, esse “fator humano” das reuniões é importante para dar conta de questões “não técnicas” ou “contingentes” da operação nas infraestruturas de informação.

O papel do ONS no setor elétrico brasileiro é justamente o de produzir um tipo de conhecimento específico a respeito do comportamento da energia e suas condições de geração, de modo que esse seja usado mais amplamente nas tomadas de decisões dos agentes do setor e pelo Estado, através do Ministério de Minas e Energia (MME), na forma da política operativa. A operação realizada pelo ONS se caracteriza, portanto, pela gestão do SIN através de infraestruturas de informação.

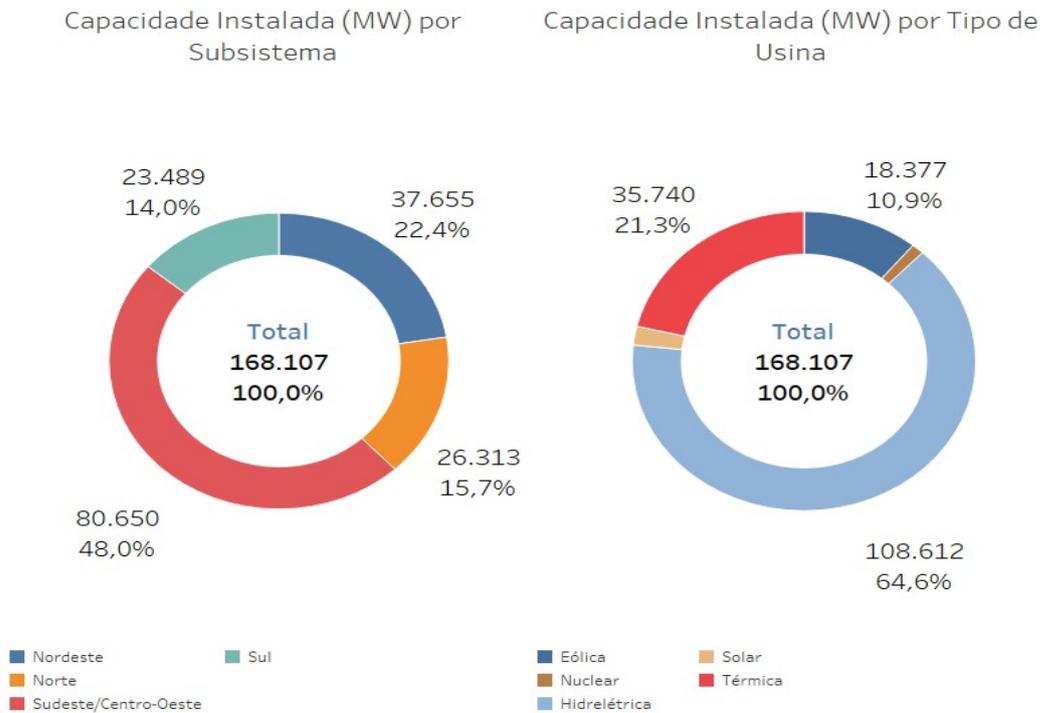
O Sistema Interligado Nacional, por sua vez, é o nome atribuído ao conjunto do *hardware* – o aparato físico – do SEB, que engloba os segmentos de geração, distribuição, transmissão e comercialização¹⁵. Ele é composto por quatro subsistemas, baseados nas regiões geográficas do país: Norte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul, e leva esse nome justamente por interconectá-los através de suas linhas de transmissão. Cada um desses subsistemas tem suas especificidades em relação à matriz energética, isto é, o tipo de fonte que se utiliza na geração. Até pouco tempo atrás, dizia-se que a matriz era hidrotérmica, o que se alterou ao longo dos últimos dez anos com a expansão da energia eólica. Em 2011 havia apenas 1 GigaWatts (GW) de capacidade instalada dessa matriz, e, em 2021, o número se encontra em 18GW¹⁶. Assim, atualmente, o ONS define a matriz elétrica do SIN como majoritariamente hidro-termo-eólica.

¹⁵ Além do SIN, existem também os chamados sistemas isolados, que se concentram sobretudo na região norte do país e na ilha de Fernando de Noronha, onde maior parte das linhas de transmissão do sistema não chega. Atualmente existem cerca de 250 sistemas de energia isolados que geram e distribuem eletricidade apenas a nível local. A maior parte das empresas que gerencia os sistemas isolados é de capital aberto ou misto, como o Grupo Energisa, Amazonas Energia S/A e a Equatorial Energia Pará. Vale ressaltar que muitos dos processos de privatização dos sistemas isolados foram consolidados a partir de 2018, com o governo de Jair Bolsonaro, como é o caso dos sistemas isolados do estado do Amazonas, Acre e Rondônia.

¹⁶Disponível em: <https://canalenergia.com.br/noticias/53163929/energia-eolica-chega-a-18-gw-de-capacidade-instalada-no-brasil> Acesso em: 3 de fev.de 2022.

O Gráfico 1, disponível no site do ONS, apresenta duas informações a respeito da composição da matriz: a primeira destaca a participação de cada um dos subsistemas no valor total da carga do SIN, e a segunda apresenta a participação de cada uma das fontes na matriz energética brasileira atualmente. Vemos a predominância da energia hidrelétrica, com participação de 64,6% na capacidade instalada, seguida de 21,3% das usinas térmicas (valor que congrega tanto térmicas a gás natural, quanto à biomassa, carvão e petróleo), 10,9% de energia eólica, 2% de usinas solares e apenas 1,2% de energia nuclear.

Gráfico 1 – Capacidade instalada do SIN em MW



Fonte: ONS

Essa matriz elétrica começou a ser pensada sobretudo a partir da crise de 2001, quando as usinas hidrelétricas representavam cerca de 85% da matriz. Optou-se por um modelo hidrotérmico, baseado em redundância e acionamento de usinas térmicas caras e poluentes em contextos de escassez hídrica. Essa escolha é um elemento político que impacta diretamente a vida e a economia dos usuários da rede elétrica, sobretudo na guinada mercantil do setor elétrico na época (D'ARAUJO 2009).

A categorização do SIN em subsistemas, por sua vez, é utilizada amplamente pela infraestrutura de informação do ONS. O Operador argumenta que assim é possível estabelecer nuances a respeito dos recursos energéticos disponíveis em cada um deles, além dos intercâmbios energéticos, como veremos a seguir. Dado que o Brasil é um país de dimensões continentais, cada região possui especificidades climáticas e de regimes hidrológicos que são aproveitadas na produção de eletricidade, e essa é a principal justificativa usada pelas instituições do setor para a adoção e continuidade do modelo de um grande sistema interligado. Desse modo, o intercâmbio energético entre subsistemas é um dos aspectos centrais da tomada de decisão da operação energética. O acompanhamento das informações relativas às condições operativas de cada um dos subsistemas no SIN fica evidente nos gráficos abaixo, apresentados pelo ONS durante uma de suas reuniões de Programação Mensal de Operação (PMO).

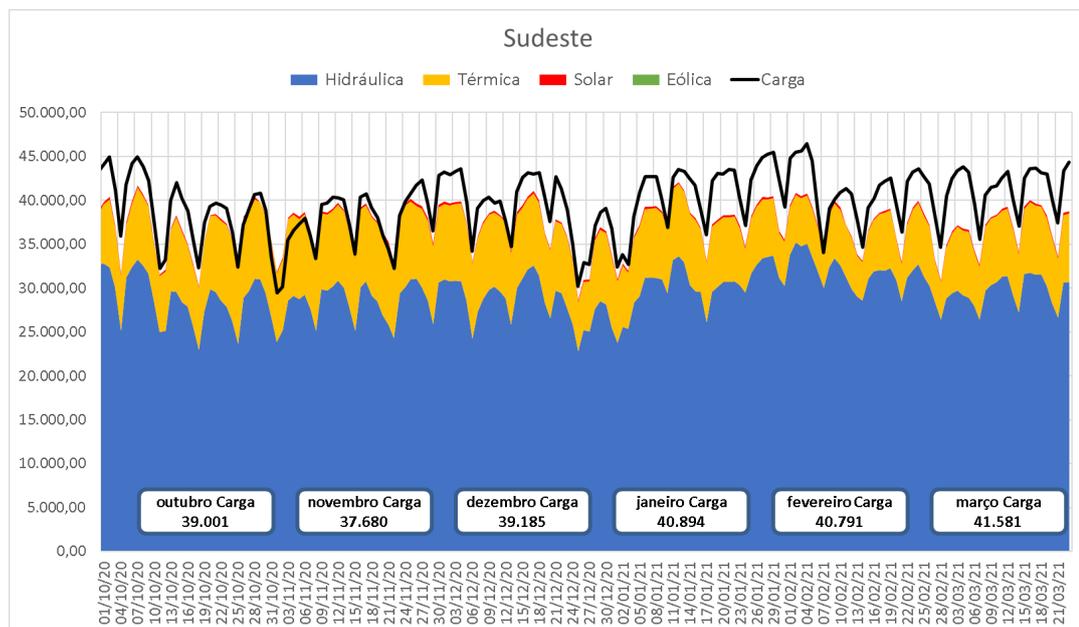


Gráfico 2 – Atendimento eletroenergético do subsistema SE/CO (MW x tempo)

Fonte: ONS

No Gráfico 2, é apresentada a participação de cada uma das fontes de energia no subsistema Sudeste/Centro-Oeste (SE/CO) de outubro de 2020 a março de 2021 em relação à carga de energia em MegaWatts (MW), representada pela linha preta. O subsistema SE/CO é considerado o maior do SIN, tanto em geração quanto em consumo de eletricidade, e abriga a maior parte das bacias hidrográficas do SEB, por isso apresenta expressiva geração hídrica,

mesmo passando por uma crise no abastecimento de água. Por conta da baixa disponibilidade das bacias das hidrelétricas, o Operador optou também pelo aumento do despacho de usinas térmicas no período, representadas pela cor amarela no gráfico. Já a geração solar desse subsistema é pouco expressiva, e, a eólica, inexistente.

Observamos a partir da linha preta que atualmente a carga do subsistema, ou seja, a demanda por energia, supera a geração. De acordo com os processos operativos apresentados, essa informação significa que, para suprir essa demanda, é preciso que haja uma tomada de decisão pelo intercâmbio de energia com subsistemas que exportam para o Sudeste/Centro-Oeste. Com isso, o ONS classifica esse subsistema como “importador” dentro da conjuntura apresentada no período descrito pelo gráfico. Essa conjuntura observada depende das condições sociais, econômicas e climáticas – diretamente relacionadas à demanda por energia – e das condições operativas – que dizem respeito às condições técnicas que possibilitam a geração e transmissão de energia, observadas através das infraestruturas de informação do Operador.

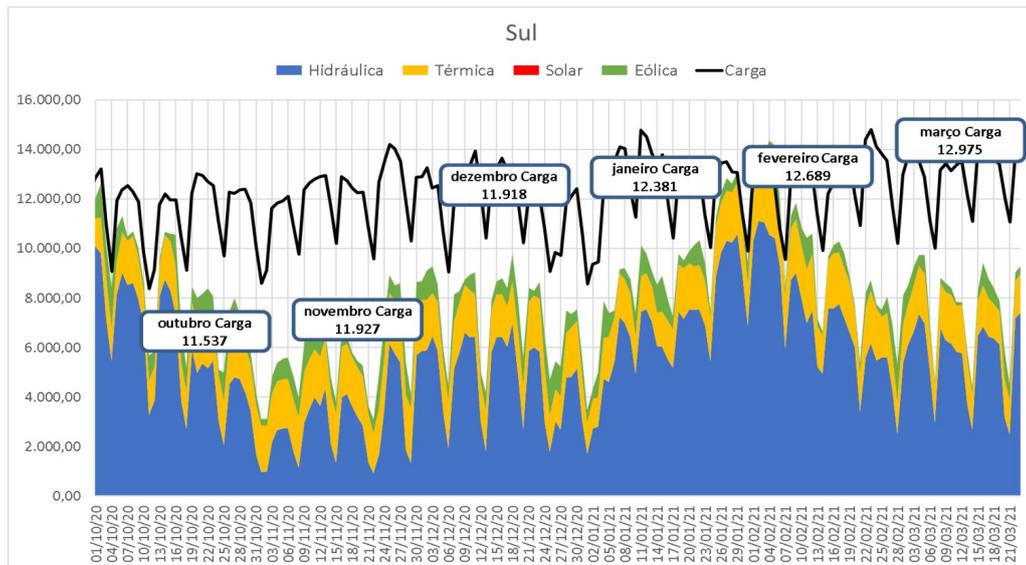
Em linhas gerais, de acordo com o ONS, se a economia tem perspectivas de crescimento, se a população está social e economicamente ativa, a carga de energia tende a ser maior, por conta da demanda expressiva. Por outro lado, se o Operador observa uma tendência econômica de recessão, é comum haver uma redução da carga. Isso também é demonstrado nas reuniões de PMO ao se observar o comportamento da carga ao longo dos dias da semana em comparação aos finais de semana, que possuem uma carga muito menor devido a menor atividade industrial e econômica como um todo.

Outra característica particular da operação do SIN diz respeito às condições meteorológicas: quando as temperaturas verificadas ou previstas são altas, a carga de energia tende a subir também, pois isso gera um maior acionamento de aparelhos de refrigeração que são muito eletrointensivos. Assim, não só a geração de energia é sensível aos fatores meteorológicos – de índices pluviométricos que contribuem para o armazenamento das bacias hidrográficas e para a geração hidroelétrica à incidência de ventos e radiação para a geração eólica e solar –, mas o consumo também, sobretudo por conta da variação de temperatura.

Eventos socialmente relevantes como jogos de futebol, finais de telenovela e eleições também requerem uma atenção especial em relação à demanda de energia: os dois primeiros devido aos picos de energia que geram, sobretudo quando as pessoas abrem a geladeira ao mesmo tempo durante os intervalos dos eventos televisivos. Já eventos como eleições

demandam uma atenção por parte dos agentes do SEB e do Operador para garantir a continuidade do fornecimento. Assim, podemos dizer que a *carga elétrica tem uma vida social* e seu comportamento responde a determinados acontecimentos que não são em si tecnológicos.

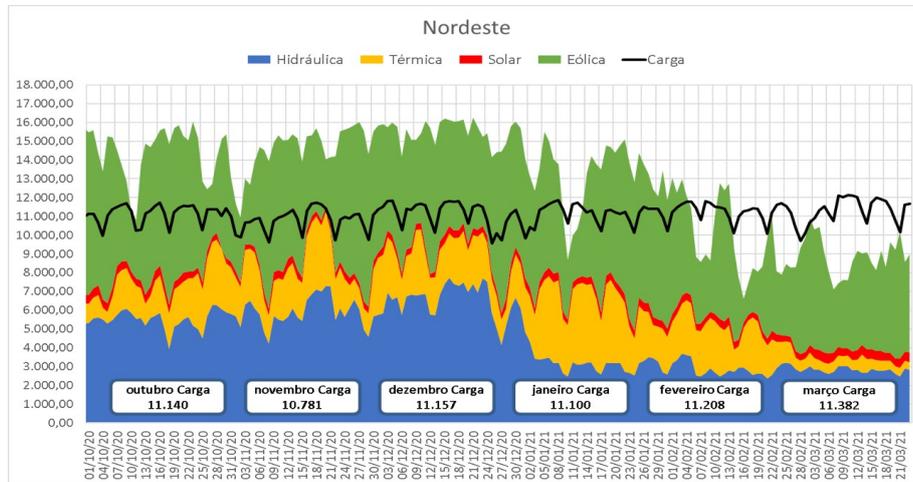
Gráfico 3 – Atendimento eletroenergético do subsistema Sul (MW x dias)



Fonte: ONS

A mesma condição de subsistema importador é atribuída ao subsistema Sul no período descrito no Gráfico 3, ainda que esse seja quase quatro vezes menos eletrointensivo que o Sudeste, quando comparamos a carga de ambos em MW. Isso porque o Sul também vem passando por uma forte estiagem desde 2019, levando ao acionamento de usinas termelétricas e à importação de energia de outros subsistemas, além da importação de energia de países vizinhos.

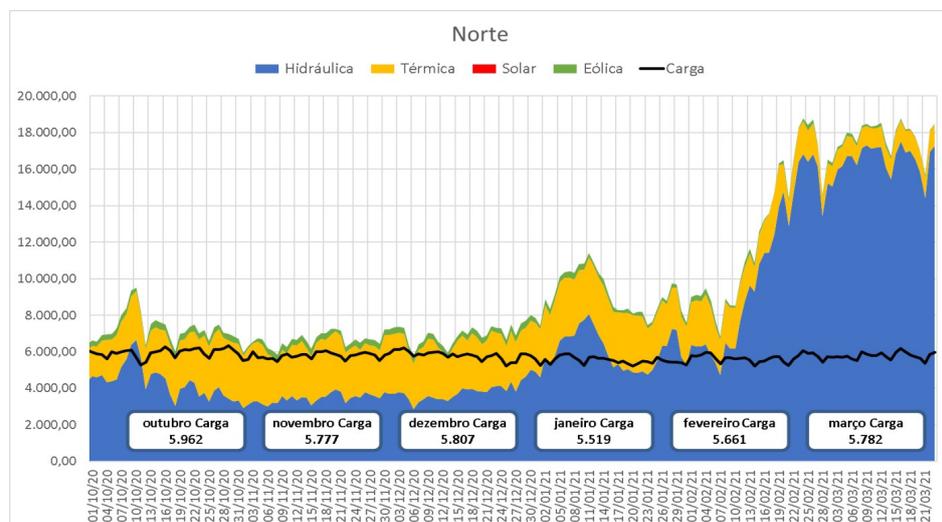
Gráfico 4 – Atendimento eletroenergético do subsistema Nordeste (MW x dias)



Fonte: ONS

Dos quatro subsistemas do SIN, o Nordeste é o único que apresenta uma preponderância de uma fonte que não é a hídrica. Nesse subsistema predomina a geração eólica, que tem aumentado expressivamente nos últimos anos, o que, segundo instituições como o ONS e a EPE, contribuiu para a mitigação da crise hídrica no Sudeste/Centro-Oeste e Sul, já que os ventos do Nordeste contribuem para a conjuntura de exportador do subsistema, além de ser o maior gerador de energia solar do SIN até o momento. Vemos que, no período descrito, na maior parte do tempo o Nordeste permaneceu exportador, isto é, quando a geração ultrapassa a linha da carga e há “sobras” de energia para o atendimento local.

Gráfico 5 – Atendimento eletroenergético do subsistema Norte (MW x dias)



Fonte: ONS

Por fim, temos o subsistema Norte, que apresenta uma carga relativamente estável e a condição de exportador em todo o período descrito, com expressivo aumento da geração hídrica a partir de fevereiro, quando o ONS observa a volta do período chuvoso e aumento da vazão dos rios na região, o que explica o salto de geração hidráulica observado no Gráfico 5. Boa parte das usinas hidrelétricas do subsistema são a fio d'água, o que significa que a geração hidrelétrica é extremamente dependente dos ciclos hidrológicos que variam ao longo do ano. Além disso, o Gráfico 5 é um ótimo exemplo de como as usinas térmicas são despachadas no SIN através da política operativa: essas são usinas pensadas para servirem de redundância para o sistema interligado, isto é, quando a geração hídrica – a mais proeminente do sistema – é escassa, as térmicas são acionadas. Isso porque, no geral, a geração térmica é muito mais cara do que a hídrica, já que exige recursos que dependem, sobretudo, da exploração do solo e de combustíveis fósseis que são também altamente poluentes. Isso tem efeitos diretos na tarifa de energia de todos os consumidores do SIN, podendo criar situações de vulnerabilidade energética para consumidores de baixa renda¹⁷.

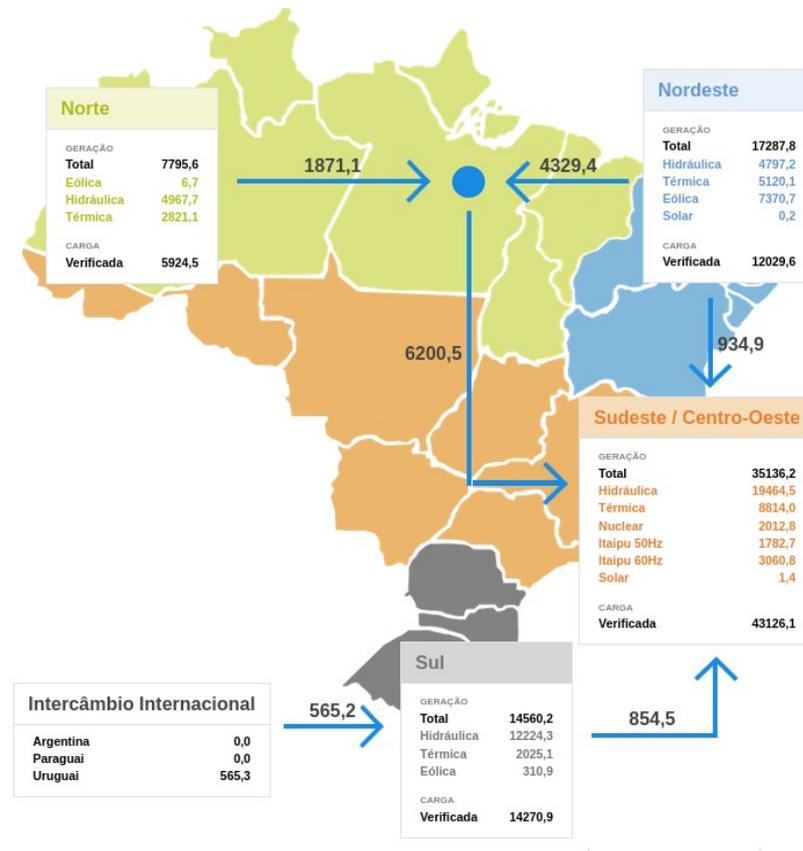
Vale ressaltar também que as linhas de transmissão do subsistema Sul se conectam com a rede do Uruguai e da Argentina. Em situações em que a geração do país não tem condições de atender a demanda com segurança, o Operador decide pela importação de energia desses países. O oposto também é possível e, muitas vezes, com alta na geração, o Brasil também consegue atender a demanda dos dois países vizinhos a partir das linhas de transmissão.

A Figura 2 abaixo é um mapa que apresenta um panorama geral dos subsistemas do SIN, bem como mostra um balanço energético por região, além de destacar os intercâmbios de energia entre regiões, com valores em MegaWatt. O mapa está disponível no site do Operador Nacional do Sistema elétrico¹⁸ e é um importante artefato informacional, atualizado constantemente, mostrando valores da operação do SEB em tempo real. A Figura 2 é um *printscreen* que apresenta a conjuntura da política operativa às 18 horas (considerado o horário de maior demanda de energia no dia) do dia 2 de agosto de 2021.

¹⁷A questão do despacho térmico no SIN exige um estudo mais detalhado. Durante a crise hídrica, o que observamos é uma crise do modelo hidrotérmico do setor elétrico. Se fontes renováveis como a eólica e a solar são vistas como fontes “intermitentes”, podemos dizer que a geração hídrica também o é em um cenário de estiagens cada vez mais frequentes, associadas ao modelo hidrotérmico e sua gestão, além de efeitos das mudanças climáticas.

¹⁸ Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/balanco-de-energia>. Acesso em: 05 de ago. de 2021.

Figura 2 – Acompanhamento da carga em tempo real



Fonte: ONS

As setas azuis representam os intercâmbios de energia por subsistema, e, no dia e horário em que foram obtidos os dados do balanço energético, o único subsistema importador de energia era o Sudeste/Centro-Oeste, sendo os demais exportadores. Podemos atribuir essa característica a diversos fatores socioeconômicos, tecnológicos e socioambientais discutidos nas reuniões de operação. Sabemos, por exemplo, que a região sudeste do país, por suas características históricas, concentra muitos centros econômicos e de informação, além do fato de que a maior cidade da América Latina em número de habitantes se encontra nessa região, São Paulo, que é também uma das mais eletrointensivas. Se o leitor se encontra em São Paulo, por exemplo, pode ser que alguns dos elétrons que permitem a leitura dessa dissertação (se realizada através de um computador) estejam sendo produzidos do outro lado do país, em local próximo à Amazônia, o que denota também certo tipo de extrativismo eletrointensivo por parte dos grandes centros urbanos e conglomerados industriais, os quais importam energia de lugares impactados pela construção de usinas hidrelétricas de grande porte.

Porém, não é sempre que o subsistema SE/CO é apenas importador, uma vez que a carga elétrica é sensível aos fatores socioambientais em curso em seu território. No momento em que eu escrevo essas linhas, a região Sudeste (e conseqüentemente o subsistema SE/CO) passa por uma das piores estiagens dos últimos 90 anos, associada a uma crise de gestão da água dos reservatórios das hidrelétricas da região, contribuindo também para sua condição de importador. Além disso, alguns reflexos da chamada “retomada da economia” (abordada mais adiante na dissertação) também começam a refletir no comportamento da carga do SIN com um aumento gradual ao longo dos últimos meses, fazendo com que os subsistemas também tenham que produzir mais energia num momento de crise no abastecimento. A carga é uma entidade que se comporta de diversas formas e responde à conjuntura, por isso, o ONS vê a necessidade de fazer um acompanhamento detalhado dela para balizar a tomada de decisão dos agentes.

Vemos, assim, como o ONS cria determinadas categorias que permitem um entendimento comum entre os agentes a respeito da operação elétrica. Dessa maneira, o Operador se constitui como uma infraestrutura de informação fundamental para a conexão entre artefatos tecnológicos e sociedade, como um espaço que cria uma textura para as práticas dos agentes de geração e transmissão de energia.

O que a carga faz ver, a partir disso, é a maneira como as infraestruturas se constituem por relações sociotécnicas através de múltiplas escalas de atuação. Isto é, ela não está sujeita somente às decisões que ocorrem a partir de decisões institucionais, condições meteorológicas e o comportamento dos usuários (dos consumidores de energia elétrica) influenciam a carga e impactam os processos que ocorrem em meio às infraestruturas de informação. Desse ponto de vista, pode-se dizer que as infraestruturas se constituem por dinâmicas planejadas e não planejadas (HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017).

Para abordar os efeitos da pandemia no setor elétrico, portanto, sigo os agenciamentos sociotécnicos da carga elétrica. Tomo a carga como *objeto fronteira* fundamental para a discussão a respeito dos elementos físicos e socioeconômicos da eletricidade e, portanto, das relações tecnológicas, sociais e políticas que a constituem. Além disso, busco responder às seguintes questões: Quais discursos e conexões tecnopolíticas a crise pandêmica dá a ver? Quais são suas mediações tecnoeconômicas?

1 2. A PANDEMIA NAS INFRAESTRUTURAS DE INFORMAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

Este capítulo é dedicado aos impactos da pandemia no setor elétrico brasileiro. Mais especificamente, ele trata de como a pandemia afetou a infraestrutura de informação do Operador Nacional do Sistema, sobretudo no que diz respeito aos processos envolvidos na previsão e no acompanhamento do comportamento da carga elétrica. Considerando que a carga é um objeto fronteira que permite a coordenação da operação elétrica, é possível apreender a partir de seus agenciamentos a forma como o setor elétrico foi influenciado e respondeu ao contexto social e econômico mais amplo da intrusão viral. Com isso, é possível perceber a forma como as infraestruturas se constituem por redes de relações heterogêneas e por múltiplas escalas de atuação (EDWARDS, 2017).

Portanto, em um primeiro momento, abordo como as infraestruturas elétricas foram afetadas pela pandemia a partir da literatura produzida ao longo de 2020. Em seguida, elaboro como a carga é constituída como um objeto fronteira a partir dos processos mediados tecnoeconomicamente pelo ONS. Por fim, descrevo como o comportamento da carga foi formulado pelo ONS ao longo das reuniões de Programação Mensal da Operação no período da primeira onda de contágio da pandemia, descrito entre março de 2020 e março de 2021. Divido o relato de campo em dois momentos: o primeiro semestre de 2020, quando as medidas de isolamento social foram implementadas e houve uma redução da carga; e, posteriormente, o período que ficou conhecido como “retomada da economia”. Ao final da última seção, traço uma breve síntese do que foi observado ao longo da descrição do trabalho de campo.

2.1 INFRAESTRUTURAS ELÉTRICAS E OS IMPACTOS DA PANDEMIA

A pandemia afetou o setor elétrico de diversos países de maneiras diferentes de acordo com a data de início do contágio e da intensidade de implementação das medidas de isolamento social. Os efeitos mais imediatos estiveram relacionados à redução da produtividade da indústria, do comércio e das cadeias produtivas de maneira geral, o que

levou a uma drástica diminuição da demanda por energia. Segundo a Agência Internacional de Energia, na metade do mês de abril de 2020, quando havia cerca de três milhões de casos confirmados de covid-19 e mais de 200 mil mortes registradas pela OMS, o uso de energia elétrica retraiu-se em cerca de 50% ao redor do mundo¹⁹.

Em primeiro lugar, o que chama a atenção na maneira como o acontecimento foi mobilizado é o fato de que uma das maiores agências de energia do mundo passou a lidar com dados sobre acontecimentos do âmbito da saúde pública que, por sua vez, passaram a afetar criticamente as infraestruturas de energia. A pandemia colocou também em evidência a relação entre energia e questões políticas, socioambientais e econômicas, além da extrema dependência do uso da energia em nosso atual modo de vida. Em segundo lugar, essa relação entre vírus e elétrons ocasionou diversas respostas das infraestruturas às mudanças colocadas pela pandemia.

Nessa toada, diferentes estudos publicados recentemente nas áreas dos ESCT, em particular dos estudos energéticos, têm tentado dar conta de tais efeitos da pandemia no setor elétrico em diferentes contextos e temporalidades. Boa parte desses estudos chamaram a atenção para a redução da demanda e de mudanças nos padrões de consumo de energia em diferentes países, como na China (NOROUZI *et al.*, 2020), Canadá ([ABU-RAYASH; DINCER, 2020](#)), Alemanha, Grã-Bretanha e França (HAUSER *et al.*, 2020), além do Brasil (GONÇALVES *et al.*, 2021).

O que esses estudos têm em comum é, por um lado, chamar a atenção para a escala da tomada de decisão macroeconômica do setor elétrico em diferentes países e, por outro, propor metodologias de análise de demanda por energia em momentos de crise. Ainda que esse tipo de abordagem seja relevante ao enfatizar a necessidade de preparo do setor elétrico para oferecer respostas a momentos de crise cada vez mais comuns, por outro lado, reitera uma visão particular acerca das infraestruturas do setor elétrico, limitada ao campo econômico e da expertise técnica.

Outros estudos vão além da questão da demanda por energia ao chamarem a atenção para os efeitos da pandemia na transição energética, isto é, para a forma como alguns países estão substituindo uma matriz energética baseada em combustíveis fósseis por outra, baseada em fontes renováveis. Existem aí duas perspectivas e escalas temporais sobre tais efeitos da pandemia. A primeira, de curto prazo, mostra como a interrupção ou diminuição dos fluxos das cadeias globais de suprimento também impactou a transição energética em curso. De maneira geral, como comenta Hosseini, a pandemia desfavoreceu o acesso a materiais e

¹⁹ Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>. Acesso em: 18 de jan. de 2022.

insumos básicos para a implementação de fontes renováveis de energia, além disso, a transição energética deixou de ser prioridade no primeiro momento da pandemia, quando os países dirigiram esforços econômicos para mitigar os efeitos da crise (HOSSEINI, 2020).

A segunda perspectiva, de longo prazo, aponta para como a pandemia tem o potencial de pressionar uma aceleração de transições sustentáveis a partir de efeitos, como a redução da demanda por energia e dos preços, em decorrência da desaceleração da cadeia de suprimentos, como petróleo e gás, que podem levar a uma mudança nos investimentos em combustíveis fósseis (KUZEMKO *et al.*, 2020). Segundo os autores, tal perspectiva depende também da duração de tais efeitos, dos esforços políticos para que perdurem, e de estímulos financeiros na direção de uma retomada sustentável da economia. Além disso, Caroline Kuzemko e seus colaboradores apontam que “a pandemia expôs a falta de resposta política aos avisos sobre os desastres antrópicos e sobre resiliência na saúde pública e no bem-estar, o que dá suporte a argumentos como o de que o mundo pós-pandemia não pode ser pautado pela política do *business as usual*” (Ibid., p. 5, 2020, tradução livre).

A pandemia também expôs cenários de desigualdade social no contexto energético, lançando luz sobre questões como a pobreza e a vulnerabilidade energética. Em diversas situações em que o acesso a essas infraestruturas é dificultado e apresenta falhas constantes, em que altos preços são cobrados nas tarifas ou mesmo onde seu acesso é inexistente, a implementação de uma política de distanciamento social para evitar o contágio acabou sendo dificultada, já que a garantia da continuidade do fornecimento elétrico é fundamental para a manutenção da vida doméstica e de outras atividades do cotidiano.

Essa forma de desigualdade está diretamente associada a uma crise de falta de soberania energética em contextos locais (BROSEMER *et al.*, 2020). A soberania energética é definida pelo direito que comunidades têm de controlar e tomar decisões sobre os serviços energéticos. Pensando em uma perspectiva futura, Kathleen Brosemer e seus colaboradores concluem que essa é uma questão fundamental para o desenho de um sistema elétrico pós-covid, que seja resiliente e justo o suficiente para enfrentar o choque de crises socioambientais que atingem as populações mais vulneráveis, tendo em vista que as políticas centralizadoras atuais acabam favorecendo os interesses de corporações que controlam essas infraestruturas.

Ainda que questões como a pobreza e a insegurança energética tenham sido exacerbadas em diferentes contextos mundo afora ao longo da pandemia, Paolo Mastropietro e seus colaboradores também apontam para uma série de medidas que foram adotadas por parte dos tomadores de decisão ao redor do mundo como tentativa de minimizar tais efeitos (MASTROPIETRO; RODILLA; BATTLE, 2020), sendo também um tipo de externalidade

positiva da pandemia no setor energético. Dentre essas medidas, se destacam a proibição de cortes de energia por falta de pagamento (política que foi implementada no contexto brasileiro, sendo posteriormente interrompida), redução ou cancelamento de tarifas e a criação de fundos e outras políticas de expansão de acesso à energia.

Essas pesquisas nos mostram como a covid-19 tem colocado problemas para a política energética e moldado padrões de consumo de energia, tomadas de decisão políticas, formas de governança energética, bem como aberto perspectivas para imaginar diferentes futuros energéticos. Algumas dessas perspectivas envolvem também a relação dos estudos energéticos com conceitos como justiça, desigualdade e soberania, termos trabalhados por áreas do conhecimento que geralmente são sub-representadas dentro das instituições tradicionais do setor energético como um todo. Em outras palavras, a pandemia colocou um ponto de inflexão para a forma como se organiza a política energética, relacionado também às questões climáticas de maneira geral, expondo o nexos entre política, energia, pandemia e economia ([SOVACOOOL; FURSZYFER DEL RIO; GRIFFITHS, 2020](#)), além de abrir perspectivas para um entendimento mais abrangente do que são as infraestruturas e da centralidade da energia no nosso modo de vida.

Passando para o contexto brasileiro, os efeitos mais diretos da pandemia no setor foram sentidos logo nos primeiros dias de implementação das medidas de isolamento social, em meados de março de 2020, sendo o mais proeminente deles a redução da carga de energia. A pandemia alterou a política operativa do SEB, modificando perspectivas de expansão do SIN, de criação de novos mercados de energia, colocando problemas também para a forma como o ONS mobiliza determinados artefatos técnicos através de seus processos de acompanhamento e previsão das condições operativas.

Assim, minha análise se centra nos efeitos da redução da carga de energia tal como ela é concebida pelo ONS, além de discutir a importância e o papel do Operador e de suas práticas informacionais e como essas foram afetadas pela pandemia.

2.2. CARGA: HETEROGENEIDADE E COOPERAÇÃO ATRAVÉS DE OBJETOS FRONTEIRA

A eletricidade tal como nós a experimentamos e a compreendemos é sempre algo “social”, um projeto de séculos de desenvolvimento das ciências e da engenharia para, como diz Dominic Boyer, “capturar o fenômeno terrestre da eletricidade e domesticá-lo através da geração, transmissão e armazenamento” (BOYER, p. 532, 2015, tradução livre). Para

Gretchen Bakke, o fenômeno da eletricidade é mais fácil de ser produzido do que apreendido intelectualmente. Segundo a autora, quando o assunto é energia elétrica, “alguém pode ir à escola e aprender sobre a física, a matemática, as fórmulas, os desenhos de circuitos, e mesmo assim uma lacuna persiste entre os leigos e os especialistas (...), entre a legislação e a regulação do sistema, entre consumidores e produtores” (BAKKE, p. 45, 2021, tradução livre). Isso se dá porque a eletricidade não é um objeto pronto e imóvel, mas um tipo de fluxo constante que depende de uma rede heterogênea de atores e práticas. Os atores envolvidos no processo que faz com que a energia seja gerada e chegue ao usuário final consistem basicamente nos agentes dos segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização, além das instituições que compõem a estrutura de governança do SEB. Sendo assim, como as infraestruturas elétricas conseguem produzir eletricidade de maneira coordenada e heterogênea ao mesmo tempo?

Ainda que muitas empresas do segmento de geração atuem também em outros, como a distribuição e a comercialização, trata-se de práticas distintas e com preocupações e percepções temporais e espaciais diferentes. Nesse sentido, as práticas e conhecimentos mobilizados por um engenheiro elétrico não são as mesmas de um representante comercial de uma empresa que comercializa energia no ambiente de contratação livre. No entanto, há determinados entendimentos que são compartilhados entre os dois segmentos, sendo um deles a previsão e o acompanhamento do quanto de energia deverá ser gerada para atender uma determinada demanda. Em sua prática local, para um deles essa informação é relevante, pois assim é possível estabelecer uma tomada de decisão para gerar mais ou menos energia em um determinado período. Para o outro, o dado é relevante para o estabelecimento de preços futuros no mercado de energia.

No setor elétrico brasileiro utiliza-se o conceito de “carga” ou “carga global” para dar conta das diferentes necessidades de informação a respeito da demanda e geração de energia entre os diferentes mundos sociais que compõem sua infraestrutura. Trata-se de um artefato informacional que possui uma estrutura fixa o suficiente para que seja compartilhado por todo setor, ao mesmo tempo que possui flexibilidade para que seja utilizado de diversas maneiras em diferentes contextos locais.

Nesse sentido, a carga, tal como concebida pelo ONS, é interpretada por diferentes atores a partir de suas práticas em determinados segmentos (como exemplificado acima, no caso da comercialização e da geração), que dependem da infraestrutura de informação do ONS e da posição que ele ocupa na hierarquia do setor elétrico e no estabelecimento de uma política operativa centralizada. Por fim, ela atravessa diferentes escalas espaciais por estar

presente em diferentes práticas locais, mas também atravessa diferentes escalas temporais, pois a partir dela é possível estabelecer futuras tomadas de decisão, como veremos abaixo.

Em outras palavras, objetos fronteira são formas de ação que geram cooperação entre atores heterogêneos. Para que isso aconteça é preciso que haja uma congregação entre técnica e política, artefatos científicos e formas de organização, recursos materiais e processos informacionais. Nesse aspecto, o ONS e sua infraestrutura de informação são fundamentais, sobretudo através da utilização de determinados artefatos, para o estabelecimento de uma mesma política operativa para toda a rede do SIN.

A carga é um valor, geralmente expresso em Megawatts, que mostra o total de energia elétrica gerada na rede do Sistema Interligado Nacional e, conseqüentemente, da demanda por energia. Isso ocorre porque a geração deve estar alinhada com a demanda, já que, uma vez que a energia elétrica é gerada, seu armazenamento é de difícil execução. Nas palavras da equipe que realiza seu monitoramento, a carga é representada pelo “somatório das gerações e intercâmbios que entregam energia a uma determinada região elétrica, contemplando toda a geração que injeta energia nas redes de transmissão e distribuição²⁰”.

Existem dois movimentos de exposição e articulação da carga para a política operativa que ocorrem nas reuniões de PMO do ONS: o *acompanhamento* e a *previsão* da carga. O primeiro movimento é retrospectivo, e mostra os valores de carga ao longo dos dias e meses passados. O segundo é prospectivo, e mostra a previsão da carga para semanas, meses e anos seguintes, respectivamente o curto, médio e longo prazo estabelecidos pelo ONS.

Para realizar o acompanhamento da carga, inicialmente o Operador recebe informações de todos os agentes de geração e distribuição a respeito da geração e dos intercâmbios elétricos despachados e recebidos. Assim, pode-se estabelecer uma equação em que os intercâmbios podem ser tanto negativos (quando uma região elétrica manda energia para outra) quanto positivos (quando uma região elétrica recebe energia de outra). A carga global, portanto, é o montante total de geração e intercâmbios do SIN, contemplando todos os subsistemas:

$$C \text{ (carga)} = G \text{ (geração)} + I \text{ (intercâmbios)}$$

Aqui a carga é tomada em sua dimensão física, medida nos barramentos das usinas geradoras e nas fronteiras das centrais de distribuição. Além da demanda por energia, esses dados físicos dizem respeito às condições operativas das usinas, isto é, de sua relação com grandes reservatórios de água que compõem o sistema, da vazão de rios, das condições

²⁰ Transcrição de uma fala de um dos membros da equipe de carga do ONS durante o Workshop de Carga Global da instituição realizado em dezembro de 2020.

meteorológicas, além da disponibilidade de combustíveis fósseis, como petróleo ou gás natural. Conforme diferentes tipos de organização do segmento de geração ganham proeminência no SIN, o Operador realiza atualizações das medições de carga para incluí-las. Foi o que aconteceu em 2016, quando o ONS realizou um workshop com outras instituições e com os agentes do setor para incluir as usinas de pequeno porte na medição da carga, e em 2022, quando houve um novo workshop para incluir a micro e minigeração distribuída na composição da carga (geralmente aquela realizada através de painéis solares nos telhados de residências e outros estabelecimentos comerciais).

A previsão de carga, por sua vez, é realizada pelo ONS em conjunto com a EPE, em que suas equipes de economistas têm o trabalho de transformar dados macroeconômicos, como o PIB e índices de confiança na indústria e no comércio, em projeções de consumo de energia. Nesse sentido, é interessante ressaltar que não é raro que o PIB utilizado pela EPE (e, portanto, pelos tomadores de decisão do ONS) seja diferente do valor utilizado pelo Ministério da Economia ligado ao Estado. As infraestruturas de conhecimento do SEB estão estritamente preocupadas com o consumo de energia elétrica e, portanto, com fatores relacionados à produtividade, além do consumo doméstico, da iluminação pública e do consumo elétrico de instâncias governamentais e de serviços. Além disso, o setor elétrico brasileiro trabalha com projeções que são sensíveis ao risco, assim, leva-se em consideração o contexto mais amplo dos acontecimentos sociais e políticos que podem ocasionar uma diminuição ou aumento da produtividade e, logo, do consumo de energia.

Na composição do valor final da projeção de carga, os técnicos do ONS consideram também as “perdas sistêmicas”. Eles dividem essas perdas entre técnicas e não técnicas. A primeira se caracteriza pelas propriedades físicas da eletricidade, quando essa é dissipada ao longo de seu trajeto até os pontos de consumo. Por exemplo, uma parte da energia elétrica é transformada em calor nas linhas de transmissão e na distribuição e, conseqüentemente, é “perdida” do montante total gerado. Já as perdas não técnicas se caracterizam, sobretudo, pela designação do “furto” de energia, que, no linguajar do setor elétrico, é denominado ligações clandestinas, ou mesmo adulteração dos medidores, os famosos “gatos elétricos”. Segundo um relatório da ANEEL, as perdas técnicas e não técnicas no ano de 2018 giravam em torno de 7,5% e 6,6%, respectivamente, do valor total da carga (ANEEL, 2019); ou seja, as perdas totais representavam cerca de 14%. Portanto, a previsão de carga é composta tanto por dados macroeconômicos quanto por questões sociotécnicas:

$$\text{Projeção de carga} = \text{Consumo} + \text{Perdas sistêmicas}$$

A projeção de consumo de energia elétrica – que tem como premissa a conjuntura macroeconômica do país – é posteriormente transformada em projeção de carga ao somarem-se as perdas sistêmicas, para assim informar aos agentes detentores das usinas e das linhas de transmissão como vai se dar a operação num determinado período, considerando possíveis intercâmbios energéticos entre regiões, além do acionamento de termelétricas, etc. Essa previsão é considerada fundamental também para o estabelecimento de preços da energia a partir da projeção futura acerca da oferta (medida através da capacidade instalada das usinas, além da conjuntura socioambiental e meteorológica e dos recursos energéticos disponíveis) e da demanda por eletricidade no SIN²¹.

Mais que uma forma de representação da geração, a carga reúne ao mesmo tempo aspectos físicos e criação de mercados relacionados à demanda por eletricidade, constituindo-se como um aparato tecnoeconômico do setor elétrico. É um objeto fronteira que atua também estabelecendo determinados padrões de comportamento para a energia elétrica: se as temperaturas se elevam, a expectativa dos agentes é de elevação da carga. Se a economia está em crise, a expectativa é de redução. Além disso, ela estabelece também a padronização de determinadas práticas dentro da infraestrutura elétrica, entre elas o acompanhamento da carga ao longo do PMO como um “momento sagrado para o estabelecimento dos preços de energia”, segundo disse um dos responsáveis pela apresentação da carga em uma das reuniões acompanhadas no decorrer da pesquisa. Assim, o PMO é um ritual que faz parte da cultura técnica dos agentes que participam “religiosamente” das reuniões para poder balizar sua tomada de decisão operativa e de mercado.

A composição da carga, por sua vez, exige a mobilização e a troca de informação entre diferentes atores que compõem o SEB, posteriormente centralizadas pela infraestrutura de informação do ONS, a partir da qual é possível quantificar, precificar, planejar e comercializar a eletricidade, esse fluxo energético que integra o mundo material a nossa volta, bem como serve de insumo a inúmeras outras infraestruturas. De certa maneira, trata-se de procedimentos tecnoeconômicos que buscam materializar esse fluxo imaterial que é a eletricidade, de maneira que seja possível gerenciá-la como uma mercadoria, o que significa também impor formas de controle político e econômico sobre sua infraestrutura (ÖZDEN-SCHILLING, 2021).

²¹ Alguns detalhes e dados mais específicos referentes à precificação da energia podem ser encontrados no site da CCEE, na subseção “Dados e Análises”. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest>. Acesso em: 21 de fev. de 2022.

Através desse objeto fronteira, o ONS procura estabelecer práticas coordenadas e entendimentos comuns acerca da eletricidade para os agentes e instituições heterogêneas que compõem o setor elétrico, de modo que diferentes empresas e organizações com funções distintas entre si possam cooperar e trabalhar com os mesmos parâmetros e medidas em relação a ela²². Ao seguir determinados objetos fronteira é possível apreender, portanto, como ocorrem as dinâmicas das infraestruturas de informação, o que é mobilizado a partir delas e como elas se constituem.

É interessante também notar a forma como o ONS se refere à carga em termos de “comportamento”. De certa forma, o comportamento da carga é reflexo de dimensões mais amplas da política econômica e social, além da política ambiental. Aqui, vocabulário técnico e energia se juntam a práticas políticas, constituindo os processos infraestruturais. Como fluxo, a eletricidade é uma entidade volátil e sensível a determinados tipos de acontecimentos que acometem suas infraestruturas.

Por fim, as principais tomadas de decisão operativas baseadas nos valores de carga são: manter o equilíbrio entre demanda e geração em toda a rede; determinar o montante de energia a ser gerado por cada usina, de modo que atenda à demanda de uma determinada região; determinar os intercâmbios energéticos tanto internos quanto internacionais; gerir os recursos dos reservatórios das usinas hidrelétricas; estabelecer os preços da energia elétrica a partir da relação entre geração e demanda; propor um planejamento de expansão do Sistema Interligado Nacional a longo prazo.

Assim, o comportamento da carga passou a responder à mudança brusca do comportamento coletivo tão logo as primeiras medidas de isolamento social começaram a ser decretadas pelos municípios e pelos estados brasileiros. Como comentei anteriormente, as infraestruturas se constituem tanto por processos advindos de seus desenvolvedores, quanto de seus usuários ou de acontecimentos não planejados (STAR; RUHLER, 1996). Foi através da apresentação da carga nas reuniões de programação do ONS e de sua conceitualização como objeto fronteira que pude seguir e mapear a influência da pandemia e das políticas de isolamento social no setor elétrico no Brasil.

²² Como demonstrado por Miguel e Taddei, algo similar ocorre também com a informação meteorológica e a forma como ela é usada pelos atores do setor elétrico através do ONS (MIGUEL; TADDEI, 2022).

1.1 2.3. ADENTRANDO A INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO DO ONS: AS REUNIÕES DE PROGRAMAÇÃO

Como de costume, na sexta-feira, dia 20 de março de 2020, ocorreu, no auditório do Operador Nacional do Sistema elétrico, no Rio de Janeiro, mais uma de suas reuniões semanais de programação. O objetivo dessas reuniões é realizar uma revisão dos principais dados da operação do setor elétrico brasileiro ao longo da semana anterior. Esses dados são inicialmente apresentados nas reuniões de Programação Mensal de Operação, com base em estudos e previsões realizadas pelas diversas equipes de técnicos do ONS, e, a cada sexta-feira, é feito um balanço dos mesmos a partir do acompanhamento das condições operativas do setor ao longo dos dias.

No entanto, algo diferente começava a acontecer a partir dessa reunião. O auditório do ONS contava apenas com a presença de seus técnicos, responsáveis pela apresentação dos dados pertinentes a operação, enquanto o público – composto majoritariamente por representantes de empresas públicas e privadas do setor elétrico, que reage às apresentações fazendo perguntas, dando sugestões de aprimoramento dos dados e de suas exposições, e acrescentando falas na ata de reunião – era exclusivamente virtual. Era o início do home office e das medidas de isolamento social, que já vinham sendo implementadas pelo Operador desde a declaração da Organização Mundial da Saúde (OMS), no dia 11 de março, que decretou o estado de pandemia de coronavírus no mundo.

Nessa ocasião eu estava em minha casa, e acompanhava atentamente a apresentação dos técnicos através da plataforma de *streaming* disponibilizada pelo site do ONS, quando algo chamou minha atenção: não só os processos de trabalho do Operador foram afetados pela pandemia, como o próprio comportamento da carga de energia e os modelos de previsão haviam sido impactados já nos primeiros dias de implementação das medidas de isolamento social em todo o país. Não era mais possível, portanto, falar do comportamento da carga e da política operativa sem mencionar a pandemia.

O primeiro impacto da pandemia destacado ao longo dessa reunião estava diretamente relacionado à implementação das medidas de isolamento social. Com o fechamento de boa parte do comércio e da indústria, houve uma redução abrupta na demanda por energia elétrica, o que desestabilizou todas as previsões antes realizadas pelo ONS que balizavam a tomada de decisão da geração, transmissão e comercialização elétrica até então. A carga elétrica, sensível a fenômenos meteorológicos e econômicos, começou a responder

também a mudanças no comportamento social devido à pandemia e às políticas de isolamento. O problema pandêmico do setor elétrico e, mais especificamente, do ONS, se tornou também o meu problema de pesquisa. Assim, na descrição das reuniões de PMO tratadas nas próximas subseções, procuro não só evidenciar os impactos da primeira onda da pandemia na curva de carga elétrica, mas me adentrar na maneira como o ONS cria e reproduz determinadas práticas infraestruturais através desse objeto fronteira mediadas tecnoeconomicamente.

2.3.1. REDUÇÃO DA CARGA NA INFRAESTRUTURA DE INFORMAÇÃO DA OPERAÇÃO

Geralmente a apresentação dos estudos realizados pelo Operador fica a cargo das equipes de meteorologia, de carga, hidrologia, previsões de curto e médio prazo e de limites elétricos. Porém, a reunião do PMO de abril foi um acontecimento excepcional, e contou também com a presença e a fala de abertura do diretor de operações, Dr. Sinval Gama, que destacou algumas das respostas institucionais do ONS acerca da redução da carga.

Em sua fala, Gama citou os esforços do ONS para manter a maior parte de seus funcionários no regime de trabalho remoto e para implementar medidas de segurança sanitária nas instalações do Operador para aqueles que continuariam trabalhando presencialmente. Ele comenta também a implantação de um comitê interno de crise para o monitoramento de fatos relevantes para a operação e a participação do ONS no comitê especial de crise do MME, onde diariamente são reportados acontecimentos significativos, tanto no que diz respeito a questões internas da instituição quanto no que concerne a ocorrências no SIN que possam afetar a operação.

Gama também comentou os esforços em estreitar o diálogo do Operador com os agentes – sobretudo os de geração e distribuição – para haver a menor descontinuidade possível do fornecimento, em especial para os serviços considerados essenciais no período de pandemia, como hospitais e supermercados, além das infraestruturas de comunicação, como a internet. Nesse sentido, a fala do diretor de operações ressalta a importância do setor elétrico no período da pandemia como uma infraestrutura fundamental para garantir a vida, e também reitera a centralidade do Operador nos processos informacionais da infraestrutura elétrica.

Ao destacar os efeitos de redução da carga, o diretor afirmou que a maior dificuldade do Operador no primeiro momento de pandemia foi realizar seu monitoramento e planejamento, o que foi reiterado pela equipe de carga ao longo da reunião, já que os modelos computacionais não estavam respondendo à situação colocada pelas políticas de isolamento social, comprometendo a previsão e, conseqüentemente, a tomada de decisão da política operativa. O acompanhamento e previsão da carga é uma tarefa fundamental para garantir a segurança do sistema em larga escala e para que recursos não sejam desperdiçados, além de ser um dado relevante para realizar projeções de expansão do SIN, processos que foram dificultados pela falta de resposta dos modelos.

Essa perspectiva também foi destacada no Sumário Executivo relativo a reunião do PMO de abril de 2020:

As medidas restritivas contra a propagação do Covid-19 no país, provocaram a interrupção das atividades normais das pessoas, e dos mais variados setores da economia do país. Essas medidas implicaram negativamente o comportamento da carga observado no final do mês de março e conseqüentemente as previsões adotadas para os meses de abril e maio também refletem esse comportamento. (ONS, 2020a).

A carga, como um objeto fronteira, possibilita determinadas conexões entre mercados, agentes e técnicos, e é submetida também às condições meteorológicas e contingências sociais e políticas. Sua definição na política operativa é central para todo o funcionamento do segmento de geração, distribuição e transmissão, balizados pelos modelos matemáticos que, por sua vez, dão voz às condições operativas do SEB, para que tudo funcione de maneira específica e coordenada.

A pandemia foi categorizada pela equipe de carga como uma crise de difícil aplicação em modelos matemáticos, colocando dificuldades para a infraestrutura de informação do ONS estabelecer padrões para a tomada de decisão dos agentes. Referindo-se ao primeiro momento da pandemia, uma das técnicas da equipe de carga afirmou que “os modelos deixaram de ser balizadores nesse momento para nossa tomada de decisão” no primeiro momento da pandemia. Já um segundo técnico, encarregado pela equipe de carga, disse durante uma das reuniões durante as primeiras semanas da pandemia:

a questão do impacto da covid-19, ela já começou a ocorrer em todos os subsistemas (...) e já é evidente que isso já reflete no comportamento das pessoas e conseqüentemente no perfil de consumo [de energia]. O perfil hoje está mudando para um consumo mais residencial, as pessoas estão em home office, usam [energia] mais durante o dia de uma maneira acentuada.

Porém, a equipe de carga, o ONS e o setor elétrico brasileiro como um todo não podiam ficar sem uma previsão de carga para operar, dado que, por conta da mediação tecnoeconômica da carga, é com base em seus resultados que as empresas geram e comercializam a energia. Assim, a equipe destaca que foram feitos estudos para propor uma nova metodologia em que se pudesse calcar sua tomada de decisão na utilização das melhores informações disponíveis naquele momento. A equipe projetou um modelo de previsão de caráter emergencial que fez simulações das condições de isolamento social a partir da comparação com o histórico de anos anteriores, quando a carga era estruturalmente mais baixa devido à capacidade instalada e operacional do SIN, isto é, o montante total de carga que poderia ser gerada numa determinada conjuntura física (de disponibilidade de usinas) e ambiental (relativas às condições meteorológicas e hidrológicas, sobretudo). Em outras palavras, esse modelo tomou como ponto de partida anos anteriores, quando não havia tantas usinas operando e a carga era estruturalmente menor.

A partir disso, a equipe pôde estabelecer uma estimativa de como seria a carga no momento pandêmico. A equipe de previsão de carga destaca que o comportamento da carga foi diferente entre os subsistemas do SIN, e sua redução teve um ponto de partida diferente em cada um deles. A carga do subsistema Sudeste/Centro-Oeste foi a primeira a apresentar uma mudança de comportamento já no início da terceira semana de março, a partir do momento da paralisação das escolas, do comércio e de outros serviços, e da implementação do home office por algumas empresas. Nos subsistemas Nordeste e Sul esse impacto foi um pouco mais demorado, se consolidando somente a partir da quarta semana de março, seguido pelo sistema Norte que, além da implementação das medidas de isolamento social, teve uma redução da carga por conta de uma falha na planta de um consumidor livre de grande capacidade.

Essa dimensão da crise nos mostra, além dos resultados da carga em si, conexões críticas das infraestruturas de energia com a política, com os setores produtivos e com a população de maneira geral (BOYER, 2019), enquanto usuários da rede elétrica. Os usuários não são uma dimensão independente ou passiva da composição das infraestruturas elétricas, mas seus agenciamentos também impactam diretamente a operação.

Mesmo se tratando de um momento de grandes incertezas, ao longo do tempo a carga começou a apresentar alguns padrões, conforme os modelos iam absorvendo as informações a respeito da pandemia. O comportamento da curva de carga observada pelos técnicos sofreu pequenas variações em seu perfil, isto é, ao longo do dia a carga se comporta da mesma maneira que no período pré-pandêmico, apesar da drástica redução. Mesmo com a

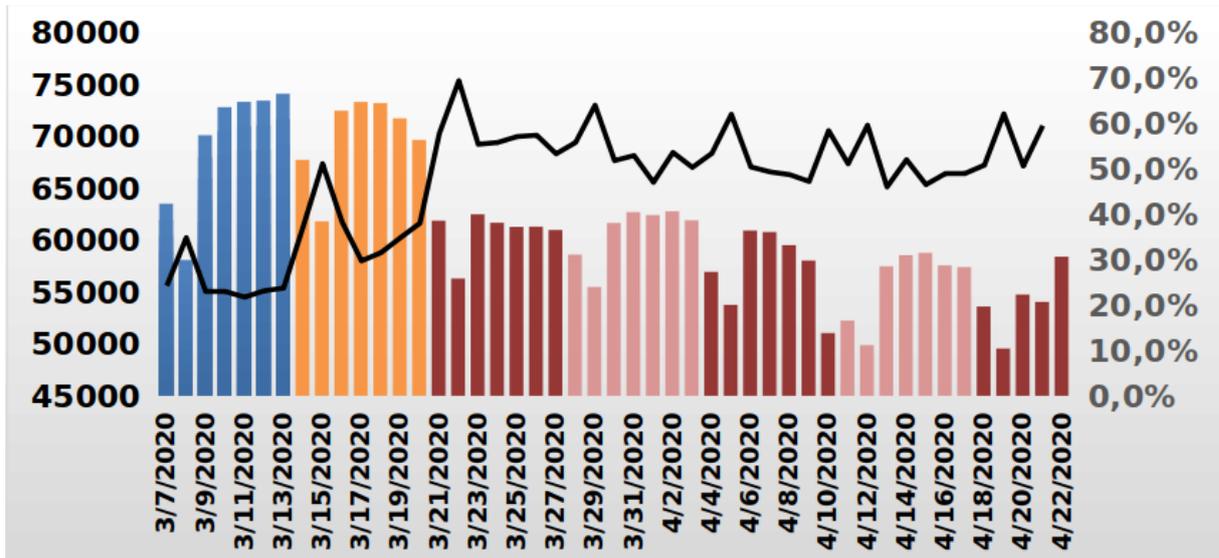
dificuldade de realizar previsões, após alguns meses de pandemia a equipe de carga apontou que os modelos “já começaram a se habituar, no sentido de entender o que está acontecendo”, como observado por um dos técnicos do ONS.

Uma dimensão colocada em evidência pela crise pandêmica, a respeito da projeção de carga realizada pelo ONS, é a de que se considera que os modelos têm uma maneira “correta” de responder, mesmo sabendo que a carga é extremamente sensível a questões socioambientais e econômicas. Nas primeiras reuniões, após a implementação de algumas medidas restritivas nos estados, um dos técnicos da equipe de carga comentou que “os modelos passaram a não responder de forma correta. Os modelos não vão responder nos próximos dias até eles se ajustarem a essa nova situação que a gente vive”. O fato de que tais modelos fazem projeções a partir de processos regressivos dos dados históricos de carga, isto é, a partir de ocorrências econômicas e meteorológicas similares no passado, faz com que o modelo gere uma ou mais previsões possíveis para o futuro. Assim, quanto maior e mais diverso o histórico usado, melhor a previsão. Em outros termos, os dados a respeito do passado constroem as previsões para o futuro nesses modelos e, assim, eles podem ser “ensinados” a responder de uma determinada maneira, ou se “habituar” a uma nova realidade.

Nesse sentido, para os técnicos da equipe de carga os modelos passaram a não responder de maneira “correta” durante o início da pandemia pois não havia até então nada parecido no histórico que pudesse balizar sua previsão de maneira coerente com as condições observadas e a clara tendência de uma redução da carga. Isso levou também o ONS a categorizar a pandemia como uma “crise de natureza epidemiológica” sem precedentes no histórico de previsão. Além disso, a mudança do perfil de consumo de energia e a proeminência do consumo residencial alterou as expectativas de crescimento do consumo energético por parte da indústria no primeiro momento. Em outros termos, pode-se dizer que se trata de uma dimensão tecnoeconômica da carga, coloca em evidência com a crise pandêmica. Acerca da possibilidade de realizar projeções de carga, um dos chefes encarregados pela equipe afirmou o seguinte:

Estamos trabalhando junto com a EPE e a CCEE, estamos trabalhando nos cenários econômicos (...). Tendo em vistas a mudança na estrutura de consumo, isso [as previsões] tem que ser muito bem vistas, muito bem estudadas, principalmente nesse ano de 2020 quando esses impactos [da pandemia] serão muito, mas muito relevantes.

Gráfico 6 – Carga verificada (MWmed) x índice de isolamento social (%)



Fonte: ONS

No gráfico acima, vemos o acompanhamento da carga ao longo das semanas operativas de março e abril. As barras verticais representam a carga em Megawatts médios e a linha preta representa o índice de isolamento social em porcentagem no país. Enquanto a carga foi medida através das informações disponibilizadas pelos agentes do setor elétrico, o índice de isolamento social foi calculado com base no GPS do celular da população, ou seja, além dos processos sociotécnicos envolvendo o setor elétrico, o ONS mobilizou também aqui outras infraestruturas de informação, como as operadoras de celular²³.

O gráfico demonstra uma relação inversamente proporcional entre isolamento social e carga de energia. Observamos que, em momentos em que o índice de isolamento social chegou por volta de 60% (lembramos que a recomendação da OMS era de 70% da população em isolamento para a eficácia das medidas), a carga abaixou para patamares próximos de 55.000MWmed. Para essa época do ano, o esperado seria algo em torno de 70.000MWmed em dias da semana, ficando próximo de 60.000MWmed nos domingos.

Um fator relacionado a esse fenômeno da redução da carga decorre de mudanças nos padrões das classes de consumo, isto é, dos usuários das infraestruturas elétricas ao longo do primeiro semestre da pandemia, em 2020. Nesse período, a pandemia e as medidas de isolamento social deixaram a classe de consumo industrial em suspenso. A classe de consumo residencial, por sua vez, que normalmente é vista como secundária nessas projeções de

²³O tema da vigilância ganhou destaque ao longo da pandemia, conforme práticas de biossegurança e tecnologias de informação se disseminaram, colocando novas perspectivas para questões como privacidade, esfera pública e democracia. Ver: <https://www.brasil247.com/blog/capitalismo-de-vigilancia>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

expansão, tornou-se proeminente em decorrência da mudança no comportamento coletivo. No mês de maio de 2020, enquanto o consumo residencial crescia em 6% em relação ao ano anterior, o industrial teve uma redução de 12,4% (somente com saldo positivo para o setor de extração de minérios metálicos, o mais eletrointensivo de tal classe de consumo), e redução de quase 18% da classe de consumo comercial.

Segundo o ONS, o segmento industrial mais afetado pela pandemia no primeiro semestre de 2020 foi o setor automotivo, com uma redução de cerca de 29% do consumo elétrico, seguido pela indústria têxtil, com uma redução de 19,2%, e pelo segmento de produtos metálicos (que não inclui aí máquinas e equipamentos), com uma redução de 17,4% do consumo energético. As únicas variações positivas dentre os 10 segmentos mais eletrointensivos da indústria foram do setor da metalurgia, com um aumento de 0,3% no consumo elétrico e o setor da indústria de alimentos, que teve um aumento de 1,2% no consumo energético no período.

Falando especificamente da carga, em março de 2020, mês em que as medidas de isolamento social começaram a se estabelecer pelo país, a carga verificada foi 0,6% menor em comparação com o mês de março de 2019. Já no mês de abril, quando as medidas começaram a se consolidar efetivamente, essa redução foi de 11,6% em comparação com o mesmo mês do ano anterior. Ocorre que a previsão realizada durante a reunião de PMO para o mês de abril foi de 8%, destoando 3,6% do que foi posteriormente observado. Essa imprevisibilidade da carga foi a regra ao longo de todo o primeiro semestre de 2020, sendo a expectativa de redução o único padrão possível de ser apreendido pelos modelos do Operador.

Assim, para o mês de maio, a expectativa apresentada pela equipe de carga, baseada nos novos estudos realizados pelo modelo emergencial, era de uma redução de 8,3% da carga total do SIN, enquanto o valor posteriormente observado no acompanhamento do mês foi de uma redução de 10,2%. O Operador não observou nenhuma condição meteorológica atípica para o período, ou mesmo outros acontecimentos sociais que pudessem ter levado a esse aumento da redução. Portanto, apenas as medidas de isolamento social foram apontadas como fatores dessa expressiva diminuição.

A apresentação da equipe de carga ao longo da reunião de PMO referente ao mês de junho, por sua vez, foi marcada pelo agravamento da pandemia e do cenário socioeconômico que se desenhava como consequência da falta de ação centralizada do governo federal na contenção de seus efeitos na economia. A covid-19 se espalhava tão rapidamente quanto as *fake news* e o negacionismo científico, o que, por conta da negligência política, acabou

gerando efeitos negativos para o setor produtivo e para as infraestruturas que se relacionam com ele, como é o caso do setor elétrico.

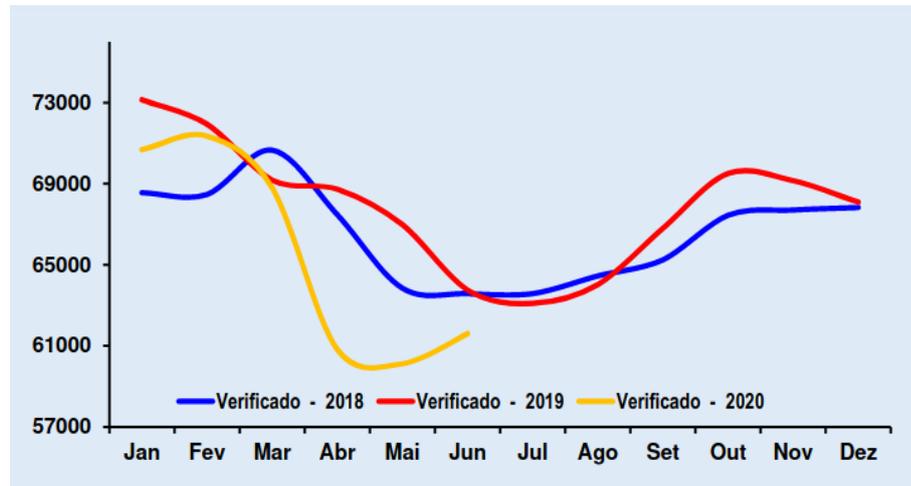
Tendo em vista esse cenário, a expectativa realizada a partir do modelo emergencial para o mês de junho ainda era de uma expressiva diminuição da carga, de 5,4%. Nesse período, a expectativa já era de uma carga mais baixa por conta das temperaturas amenas esperadas para a época do ano, que faz com que equipamentos como ventiladores e ar condicionado sejam menos utilizados em todo o país. Contudo, foi observada uma diminuição de 3,4%, menor do que o esperado.

Pode-se estabelecer uma relação entre o relaxamento das medidas de isolamento social, a partir da segunda metade do mês de junho, e o comportamento da carga, notadamente a partir da reabertura de grandes shoppings centers e do comércio de maneira geral. Esse relaxamento veio sob o argumento dos setores econômicos de que seria preciso dar início à retomada da economia, tendo em vista que o número de casos de covid-19 começou a apresentar uma leve queda. Em 30 de junho, segundo os relatórios de situação da OMS, foram registrados cerca de 30.500 novos casos da doença (uma queda de cerca de 10 mil casos em relação ao mesmo período do mês anterior) e mais de 550 óbitos (uma redução de cerca de 400 óbitos diários em relação ao mesmo período do mês anterior)²⁴. Ainda assim, contraditoriamente, optou-se por relaxar as medidas que levaram a essa pequena redução.

O ONS apresentou também dados de comparação da carga verificada nos primeiros meses de 2020 com a carga verificada nos anos de 2019 e 2018. Essa comparação mostra o quão expressivas foram as reduções, ficando com valores abaixo de 2018, quando supostamente a carga deveria ser menor, tendo em vista que existe uma necessidade de sempre aumentar a produção de energia ao longo do tempo (JENSEN, 2019). A ênfase a essa redução por parte do ONS se deu em decorrência do deslocamento do progresso que é supostamente intrínseco ao desenvolvimento das infraestruturas na modernidade (MIGUEL, 2020) e às formas tecnoeconômicas da carga mediadas pelo imperativo do crescimento econômico.

²⁴Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

Gráfico 7 – Carga de energia (MW médios)



Fonte: ONS

No contexto do PMO, portanto, esse gráfico se apresenta como uma forma de materialização da carga elétrica, como um objeto fronteira que faz convergir inúmeras relações sociotécnicas envolvidas nos procedimentos das infraestruturas elétricas. Em diferentes contextos tecnoeconômicos, a curva de carga pode representar expectativas e aspirações distintas em termos de geração e utilização da capacidade instalada das usinas (no caso do segmento de geração), da realização de intercâmbios energéticos (no segmento de transmissão) e de fluxo de caixa das distribuidoras de energia (para a comercialização e distribuição). Do ponto de vista do ONS, por outro lado, há todo um trabalho informacional mediado por modelos matemáticos, os quais são operacionalizados pela equipe de acompanhamento e previsão de carga.

A equipe de carga aponta, a partir do gráfico, que há uma tendência de redução da carga no período do primeiro semestre também nos anos anteriores, em decorrência das temperaturas cada vez mais amenas conforme o ano avança sobre os períodos de outono e inverno. Porém, em 2020, essa redução foi muito mais expressiva por conta dos efeitos das medidas de isolamento social, colocando também um ponto de inflexão para as expectativas dos agentes em relação ao ano. No planejamento anual de carga apresentado no final do ano de 2019 pelo ONS, esperava-se uma carga no patamar de 67 mil MW para junho de 2020. No entanto, a carga ficou próximo a 60 mil MW no período.

Além disso, a diferença entre as previsões realizadas pelo modelo emergencial e o que foi efetivamente observado, ainda que percentualmente baixa, implica na dificuldade de se realizar um planejamento efetivamente otimizado a partir da política operativa. As

consequências disso para a operação do sistema, destacadas pelo ONS ao longo desse período, foram as seguintes: imprevisibilidade em relação à utilização dos recursos energéticos, sobras de energia no sistema, queda dos preços de energia e consequente diminuição de lucros para as empresas do setor elétrico.

A menção ao vírus, seus efeitos econômicos e tecnopolíticos começam a ser uma questão de preocupação para a operação na medida em que o acompanhamento das ocorrências da pandemia passa a ser um fato relevante para esses processos informacionais que fazem parte de sua infraestrutura. Não só dados de temperatura, consumo de energia e outros processos econômicos e sociomateriais passam a ser considerados para compor a carga, como também a própria pandemia começa a ser um elemento fundamental para o entendimento e quantificação da mesma para a operação do setor elétrico.

A projeção do PIB praticada nas previsões do setor elétrico para o ano de 2020 passou de 0,0% para -5,0%. No planejamento anual divulgado em 2019, a taxa de crescimento da carga do SIN era de 4,4%, passando para -0,9% na primeira Revisão Quadrimestral apresentada ao longo do PMO de maio e despencou para -2,9% na Revisão Extraordinária divulgada em junho.

Vemos nessas premissas apresentadas pelo ONS, portanto, uma articulação importante das infraestruturas de energia elétrica com os setores produtivos. Fica evidente o quanto energia e política econômica estão entrelaçadas em uma determinada esfera de ação macroeconômica. Por outro lado, essas premissas são uma expressão também de como acontecimentos externos às infraestruturas as influenciam a ponto de modificar seus procedimentos internos e sua política.

O fato é que os rumos da política adotada para o combate à pandemia no Brasil – ou, melhor dizendo, a falta de uma política centralizada para tal – tiveram consequências catastróficas em vários aspectos da vida, não apenas no campo da saúde pública, mas também para processos tecnológicos e políticos relacionados ao Estado e para além dele. Essas consequências, no entanto, devem ser analisadas sob determinados aspectos temporais, pois ainda que os primeiros meses de pandemia tenham sido marcados por essa baixa na produtividade industrial, logo a narrativa da retomada econômica começou a despontar no horizonte, com o início de uma aceleração da atividade industrial e do consumo de energia a partir do segundo semestre de 2020.

2.3.2. RETOMADA DA ECONOMIA E INTERFACES TECNOECONÔMICAS DA CARGA

A partir da reunião do PMO de julho, realizada na última semana de junho de 2020, foi observado o início de uma retomada gradual da carga de energia, associada ao início do que se chamou por parte da grande mídia e por analistas políticos de “retomada da economia” dos setores produtivos brasileiros e de diversos setores do comércio, da exportação e importação, ou seja, dos processos econômicos que haviam desacelerado com a pandemia.

As mudanças nos padrões de consumo também começaram a se alterar com essa retomada. Se no início do período pandêmico o ONS observou a preponderância da classe de consumo residencial, a partir de meados de julho o setor industrial começa a voltar a ser o mais eletrointensivo. Segundo o Operador, esse comportamento influenciou também o índice de utilização da capacidade instalada do SIN de maneira expressiva e, conseqüentemente, o comportamento da carga elétrica.

Esse movimento de retomada da economia ficou marcado no setor elétrico a partir do momento em que os governos municipais e estaduais anunciaram a reabertura da maior parte do comércio nas grandes capitais e metrópoles do país, fazendo com que houvesse uma elevação da carga no SIN no segundo semestre de 2020. O ONS, portanto, teve de estar a postos para se preparar para essa retomada na definição da política operativa do SIN, já que a produção é extremamente dependente das infraestruturas de energia elétrica.

Com isso, foi destacado que a pior fase da crise pandêmica no setor elétrico se concentrou no primeiro semestre de 2020, observando-se um maior recrutamento das condições operativas e da produtividade das usinas a partir do segundo semestre. Além do aumento da atividade industrial, nota-se nas reuniões de PMO que o auxílio emergencial também influenciou o comportamento da carga. Esse auxílio foi uma medida do Estado brasileiro para desempregados e mães solteiras durante o período da primeira onda de pandemia. O Operador destacou sua influência na recuperação da carga, porque a medida reanimou o poder de consumo da população economicamente inativa e, portanto, acentuou as atividades comerciais.

Ainda assim, mesmo com essas expectativas de melhora dos indicadores do ONS, ainda foi apontada certa incerteza em relação à velocidade dessa recuperação econômica por conta da possibilidade de uma segunda onda de contágio que começava a aparecer nos

discursos de especialistas na grande mídia e mesmo no discurso da OMS²⁵, além da perspectiva de interrupção do auxílio emergencial em meados de setembro²⁶.

Em julho, houve um crescimento da carga da ordem de 0,4% em relação a julho do ano anterior, representando um montante de 63.303Mwmed, indicando também como a flexibilização do isolamento social e a retomada da economia começaram a afetar a carga. Já em agosto, a carga continuou a crescer, ficando num valor 0,9% superior em relação a 2019, somando um total de 64.614Mwmed. Além disso, as temperaturas para o mês de agosto ficaram também dentro do previsto pela operação, consolidando o argumento do ONS de que essa previsão de aumento da carga ocorreu estritamente por conta de fatores socioeconômicos decorrentes da retomada dos processos produtivos, sobretudo da indústria.

A carga em setembro teve uma elevação de 3,8% em relação ao ano anterior e foi 7,4% maior que em agosto, com um montante de 69.302Mwmed. Dois fatores foram destacados pelos técnicos do operador para essa expressiva elevação da carga de energia no período: em primeiro lugar, a ocorrência de temperaturas acima da média histórica em todas as capitais brasileiras, o que impacta muito a carga, tendo em vista que as grandes cidades têm alta demanda por energia. Em segundo lugar, a própria retomada econômica foi um desses fatores, porém, como destacado pela equipe de carga, essa recuperação começou a ocorrer de maneira muito mais intensa do que o esperado. Além do valor verificado da carga em si, o nível de utilização da capacidade instalada do SIN é algo representativo desse aspecto, pois já em setembro ele alcançou um patamar de 78,4%, superando inclusive os níveis pré-pandêmicos. Vale dizer também que o maior acionamento das termelétricas em decorrência da crise hídrica no país também contribuiu para essa elevação da utilização da capacidade instalada no período.

Esses dados podem ser ilustrados pelo Gráfico 8 relativo à evolução da carga ajustada²⁷ e ao nível de utilização da capacidade instalada (NUCI) entre novembro de 2019 e outubro de 2020. Esse dado é interessante, pois permite observar também que houve uma grande capacidade do SIN que ficou ociosa durante o período considerado mais crítico da pandemia para o setor elétrico.

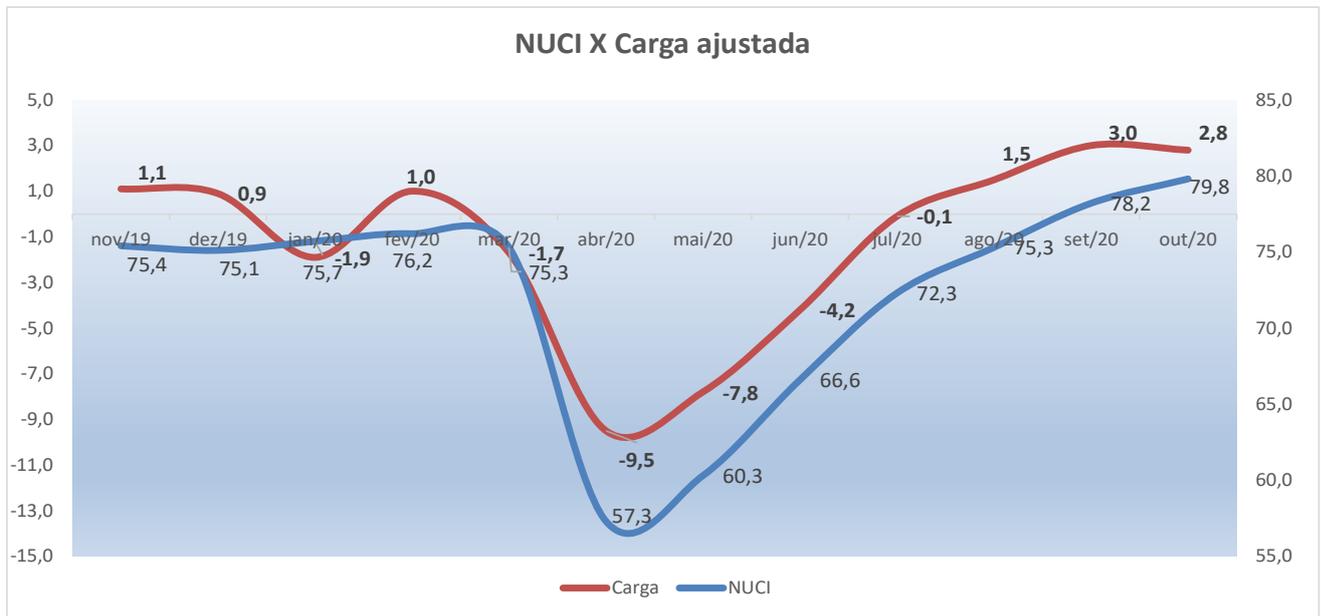
²⁵Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-54982109>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

²⁶ Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2020/06/09/governo-confirma-prorrogaao-do-auxilio-emergencial-por-dois-meses.ghtml>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

²⁷ A “carga ajustada” é um subconceito da carga global, e diz respeito a um valor estimado da carga total sem os chamados “efeitos fortuitos”, isto é, sem os efeitos das temperaturas ou do calendário na carga. Trata-se de uma estimativa que permite visualizar a carga em seu estado “bruto”, ou seja, na base da geração. Mas, para efeitos de tomada de decisão e implementação da política operativa, leva-se em consideração apenas a carga global.

O que o Operador quis evidenciar ao apresentar esse gráfico foi como a curva de utilização da capacidade instalada superou os níveis pré-pandêmicos, argumentando que as infraestruturas elétricas estavam voltando a sua operação “normal”. Para além da tomada de decisão relacionada à geração, transmissão e comercialização de energia, os próprios modelos do ONS voltavam a responder como o esperado. Nesse sentido, o gráfico é ilustrativo de como determinados artefatos informacionais mobilizam também aspirações e visões de mundo dos atores envolvidos nas infraestruturas.

Gráfico 8 – Carga ajustada x Nível de Utilização da Capacidade Instalada (NUCI)



Fonte: ONS

Representativas dessa retomada industrial da economia foram também as previsões de carga específicas para o subsistema Norte no PMO de outubro. Enquanto outros subsistemas tiveram pouca elevação, ficando próximo de 1%, o Norte, que tem a maior parte de sua carga representada por plantas altamente eletrointensivas de grandes consumidores industriais, teve sua previsão de elevação de 7,2% da carga. A carga do SIN como um todo teve uma elevação de 2,2% no mês de outubro, sendo 2,5% maior do que em setembro.

No sumário executivo referente ao PMO de novembro, as premissas que nortearam as previsões de carga foram as seguintes:

A sondagem industrial de outubro disponibilizada pela Fundação Getúlio Vargas – FGV mostra que o índice de confiança da indústria avançou 4,5% em outubro, alcançando 111,2 pontos, sendo esse o maior nível desde abril 2011 (111,6 pontos). Além disso, destaca-se o aumento de 1,6 ponto percentual do Nível de Utilização da Capacidade Instalada, de 78,2% para 79,8%, maior valor desde novembro de 2014 (70,3%). Esses fatores corroboram com a afirmação de que as atividades

econômicas continuam em recuperação (produção industrial, comércio, serviços, etc), pós efeito do isolamento social em função da pandemia, o que tem se refletido positivamente no comportamento da carga. (ONS, 2020).

Além disso, as temperaturas esperadas para o mês de novembro ficaram dentro da normalidade em relação ao histórico dos modelos matemáticos utilizados pelo Operador para previsões meteorológicas. Temos, portanto, a continuidade dessa elevação da produtividade industrial a níveis superiores aos esperados para a recuperação econômica, impactando diretamente a carga. É preciso dizer que esse nível elevado de carga além do esperado para essa época levou a uma tomada de decisão por parte dos modelos e da política operativa para uma maior utilização dos reservatórios das usinas hidrelétricas que já vinham a níveis baixos, mesmo com a redução na carga durante o primeiro semestre de 2020, contribuindo para o agravamento da crise hídrica, acionamento das termelétricas e, conseqüentemente, para o aumento do preço da energia.

Mesmo com tudo isso, ainda que a carga verificada em novembro de 2020 tenha sido 0,9% maior que em novembro de 2019, ela acabou ficando num montante de 69.732Mwmed, 1,8% menor do que a carga de outubro, fato que foi inclusive questionado pelos agentes ao longo da reunião, fazendo com que a equipe de carga tivesse que dar explicações específicas dos motivos, uma vez que a expectativa do SEB como um todo é sempre de uma elevação dos valores ao longo do ano.

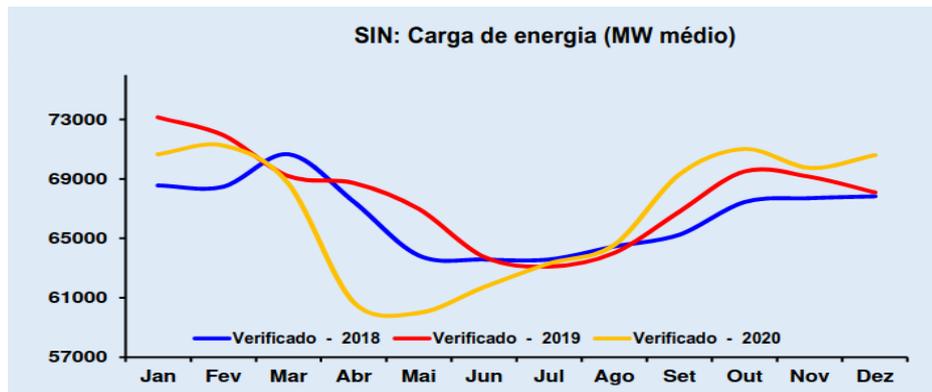
Dois fatores foram destacados para esses valores: um deles, acerca da ocorrência de menos dias úteis no mês de novembro em grandes metrópoles do subsistema Sudeste/CentroOeste, já era esperado pelo Operador, sobretudo por conta do feriado do dia da Consciência Negra nesses lugares. O outro fator de diminuição da carga foi “contingente”, acerca do apagão que ocorreu no Amapá no mês de novembro, deixando o estado todo completamente sem energia ou com acesso à energia de maneira intermitente ao longo do mês todo, com episódios de falhas na rede elétrica que se estenderam até pelo menos fevereiro de 2021. Durante os blecautes, portanto, a demanda por energia na região acabou sendo quase nula, fazendo com que os dados de carga do SIN se reduzissem, o que contribuiu para esse montante relativamente menor para o mês de novembro. Essa falha na rede, decorrente da explosão de uma subestação no Amapá, ocorreu em meio à pandemia de covid-19 e impactou de diversas formas a vida das pessoas do estado, levantando questionamentos acerca das promessas de modernização da vida decorrentes dessas infraestruturas (MIGUEL, 2020).

Além disso, o questionamento dos agentes a respeito dessa redução para o mês de novembro, quando supostamente o setor começava a “voltar ao eixo”, é representativa de

como a operação energética – e, sobretudo, o acompanhamento e previsão da carga – tem um custo político elevado e está sempre no centro das preocupações. Se para o ONS a questão é apresentar os dados da melhor maneira possível, é na relação com os agentes que a carga se constitui como objeto fronteira mediado tecnoeconomicamente.

No mês de dezembro de 2020, a indústria foi apontada como “o motor da recuperação econômica”, fazendo com que a carga apresentasse um comportamento de elevação, mesmo com incertezas referentes ao risco da segunda onda de contágio e aos efeitos do fim do auxílio emergencial no período, que teve impactos diretos no consumo e na renda da população brasileira. A carga, em dezembro, foi 3,7% maior do que em relação ao mesmo período em 2019.

Gráfico 9 - Carga de energia do SIN



Fonte: ONS

Ao final do ano, portanto, o ONS apresentou os resultados apresentados no Gráfico 9. Enquanto materialização da carga, o gráfico é significativo das infraestruturas como entidades relacionais que são influenciadas por acontecimentos sociotécnicos. Nesse sentido, o gráfico “dá voz” à maneira como a eletricidade se comportou e respondeu aos acontecimentos pandêmicos ao longo do período descrito. Do ponto de vista da operação e, portanto, do ONS em relação aos agentes, o crescimento ficou aquém do esperado, se considerarmos os valores acumulados ao longo do ano. Porém, mesmo com a crise, o setor energético conseguiu se recuperar e, em termos de produtividade, realizar uma performance considerada superior ao esperado para o período pandêmico, sob a narrativa da retomada econômica.

Uma análise comparativa da curva de carga desses três anos exigiria um aprofundamento nos acontecimentos socioambientais, econômicos, políticos e

tecnocientíficos – sobretudo no que diz respeito à modelagem do ONS – que afetam seu comportamento. Porém, em linhas gerais, é possível destacar que a situação da energia elétrica no Brasil passa por um período de incerteza, elevada desde pelo menos 2016 com a última grande crise econômica. Contudo, como apontado no planejamento anual energético de 2019, a perspectiva era de um crescimento significativo na carga de energia para os próximos anos, perspectiva que se concretizou apenas parcialmente por conta da pandemia.

De maneira geral, a perspectiva considerada para o ano de 2021 foi apresentada ao longo do PMO de dezembro com otimismo em relação aos setores produtivos e à economia, com uma perspectiva de crescimento do PIB de 3,3% e um ambiente econômico mais estável para curto e médio prazo, de recuperação do mercado de trabalho e expansão da demanda por energia, com uma aceleração do crescimento econômico no mundo todo. Com tudo isso, o ONS ainda apontou para a necessidade de levar em consideração algumas incertezas importantes, como o impacto do fim do auxílio emergencial, a disponibilidade e velocidade da vacinação no país e a segunda onda de infecção de covid-19, que impactam não só a economia diretamente, mas também, de maneira indireta, causam mudanças significativas na vida social, como a circulação de pessoas e a atividade do comércio. Como apontou uma das técnicas da equipe de carga a respeito dos indicadores econômicos que impactam diretamente a carga:

O que temos falado é que a indústria tem sido um grande motor de recuperação econômica (...), o indicador de confiança na indústria está num nível muito superior do que aquele encontrado no período pré pandemia. (...) Já o comércio teve uma queda muito em função das incertezas decorrentes da segunda onda de covid e também da expectativa dessa ajuda emergencial do governo às famílias.

Observa-se, assim, certa forma de interdependência dos processos políticos e econômicos mais amplos e das infraestruturas de energia nos discursos a respeito da pandemia e seus efeitos no setor elétrico.

Contudo, no domingo, dia 17 de janeiro de 2021, após a aprovação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), iniciou-se a campanha de vacinação contra a covid-19, começando por populações indígenas, profissionais da saúde e pessoas com mais de 60 anos. O início da vacinação foi marcado também por disputas políticas, sobretudo entre o governador do estado de São Paulo e o presidente Jair Bolsonaro, sendo esse último um negacionista com relação à pandemia, o que acabou também dificultando o acesso a insumos e a vacinas ao longo da campanha de imunização²⁸.

²⁸Ver: <https://brasil.elpais.com/brasil/2021-03-27/corrida-de-doria-e-bolsonaro-pela-vacina-propria-contr-a-covid-19-tem-acodamento-e-omissoes.html>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

De toda forma, posteriormente destacou-se, durante a reunião do PMO de janeiro, que os índices de confiança nos serviços e no comércio responderam de maneira otimista ao início da vacinação, acendendo também um sinal de alerta ao Operador com relação a um possível aumento no consumo de energia e conseqüente aumento da utilização dos recursos energéticos.

Os agentes chegam ao PMO de março de 2021, portanto, com uma expectativa de manutenção do cenário econômico de crescimento da atividade industrial, sobretudo dos setores da construção civil e de eletrodomésticos. Soma-se a isso também o otimismo com relação à campanha de imunização da covid-19 e a possibilidade de uma reedição do auxílio emergencial, ainda que com um valor menor que o anterior. Ao destacar os índices econométricos que influenciam o comportamento da carga, o técnico responsável pela apresentação das previsões destacou que:

o índice de confiança dos consumidores apresentou uma elevação de 2,2 pontos, a primeira subida após quatro meses de queda consecutivos. (...) Essa melhoria encontra-se muito em função do início da campanha de imunização contra a covid no país e a possibilidade de reedição do auxílio emergencial. (...) Para o mês de março e abril nossas previsões sinalizam um crescimento [da carga] de 4,1% em março e para abril, um crescimento de 15,5%.

Esses aspectos sinalizam pelo menos três dimensões do acompanhamento e da previsão da carga durante a pandemia: o primeiro é referente ao crescimento econômico, já conhecido do setor elétrico de muito tempo; o segundo é relativo ao andamento da pandemia e ao isolamento social, além da imprevisibilidade econômica decorrente disso; o terceiro tem a ver com o acesso a bens e serviços, além de fatores ligados à renda e ao desemprego que também influenciam indiretamente na carga e em seu planejamento. O que esses indicadores nos mostram, em suma, é como a carga – e além dela os processos de informação relacionados às infraestruturas de energia – está relacionada a fatores não técnicos e não planejados, que, de certa forma, estão para além da expertise própria às infraestruturas de energia.

Com isso, foi verificada uma carga 6,0% maior para março de 2021 em relação ao mesmo período do ano anterior. A justificativa do Operador para esse aumento expressivo foi a ocorrência de temperaturas acima da média para o mês, sem falar o fato de que os setores produtivos já se encontravam em um nível mais elevado do que no início da pandemia, deixando comparativamente a carga maior do que o observado em relação a março de 2020, quando as primeiras medidas de isolamento social foram adotadas e a produção industrial caiu drasticamente.

No entanto, se a expectativa era de que a pandemia chegasse ao fim no ano de 2021 com o início da vacinação, ao final do mês de março, ou seja, um ano depois do início da declaração da OMS acerca da pandemia e do início do contágio no Brasil, a perspectiva dos rumos do vírus tomou uma guinada completamente diferente dessas previsões otimistas. No dia 24 de março de 2021, o Brasil registrou mais de 300 mil mortes em decorrência da covid-19, apenas dois meses e meio após superar o número de 200 mil óbitos pela doença. Em apenas um único dia, no dia 23 de março, foram registradas três mil mortes pela doença, somando cerca de 50 mil mortes em menos de um mês. Nesse momento, as UTIs alcançavam uma taxa de ocupação de mais de 90%, e diversos estados brasileiros apresentavam dificuldades em manter sua cota de oxigênio para tratar os casos mais severos da doença. Além disso, nesse momento o andamento da vacinação caminhava a passos lentos, apenas 2% da população estava vacinada com as duas doses e cerca de 6% com até a primeira dose²⁹. Ainda assim, as projeções de carga continuaram elevadas, o que era um sinalizador também da ausência de medidas de isolamento social no período, mesmo com a continuidade da pandemia.

Ao seguir os agenciamentos da carga na infraestrutura de informação do ONS, foi possível descrever sua composição através de outros artefatos informacionais, tais como previsões meteorológicas e índices econométricos. Os objetos fronteira são interessantes nesse aspecto, pois a partir de seu mapeamento através das infraestruturas, é possível compor a ecologia de práticas que as constituem. Por ser um objeto que permite a ação mútua, acaba sendo relevante também para a análise das infraestruturas em momentos de crise, pois é nesses momentos que suas redes se reorganizam e seus entrelaçamentos sociotécnicos ficam mais visíveis (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, 2021).

Foi possível apreender, a partir da descrição do trabalho de campo apresentada ao longo deste capítulo, como as infraestruturas que compõem o setor elétrico são compostas não só por fluxos de energia, mas também por fluxos de informação (MIGUEL; TADDEI, 2022). Para além dos artefatos físicos, como linhas de transmissão, turbinas geradoras e barragens, os artefatos informacionais, aliados a estruturas de organização política, são centrais para os processos que possibilitam a energia elétrica no nosso cotidiano. A operação do setor elétrico designa-se assim pela produção de conhecimentos e práticas através de fluxos de informação que possibilitam o trabalho dos demais atores do setor elétrico. Trata-se de processos em meio a infraestruturas de informação que fazem convergir práticas heterogêneas para uma mesma

²⁹ Ver: <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2021/03/brasil-chega-a-300-mil-mortos-por-covid- apenas-75-dias-depois-de-registrar-200-mil.shtml>. Acesso em: 2 de jul. de 2020.

finalidade e para a cooperação, para garantir que o sistema opere de maneira segura e eficiente, tanto do ponto de vista mercantil quanto técnico.

Além disso, tomando as infraestruturas como constituídas por relações sociotécnicas, foi possível apreender como as mudanças nos padrões de consumo na escala dos usuários dessas infraestruturas afetou a operação, isto é, os agenciamentos da escala de seus desenvolvedores. Os modelos de carga tomam como base temas e materiais muito explícitos, tais como o PIB, valores econométricos de confiança na indústria e no comércio, comparação histórica e dados meteorológicos. No entanto, eles também têm conteúdos e valores implícitos baseados em expectativas políticas e econômicas, sobretudo no que diz respeito à demanda por energia. Nesse sentido, o comportamento social é implicitamente modelado também (JENSEN, 2019). No capítulo seguinte, abordo a maneira como o comportamento da carga durante a pandemia formatou determinadas políticas operativas que moldaram as expectativas, os valores e racionalidades políticas e econômicas que permeiam as infraestruturas.

3. POLÍTICA E ENERGIA: PERSPECTIVAS TECNOECONÔMICAS DA CARGA ELÉTRICA

No capítulo anterior, apresentei como a pandemia influenciou o comportamento da carga elétrica, a partir da operação elétrica discutida em meio à infraestrutura de informação do ONS. No presente capítulo, descrevo como as infraestruturas e seus processos são mediados também por valores e imaginários políticos. Assim, abordo como formas de racionalidade desenvolvimentista permearam as decisões operativas do ONS ao longo da pandemia, ressaltando a interdependência das infraestruturas econômicas, políticas e energéticas (BOYER, 2019).

A pandemia da covid-19 colocou diversos problemas em escala global para a configuração atual dos modos de vida das chamadas sociedades modernas. No Brasil, ainda que as respostas políticas para conter o espalhamento da covid-19 não tenham sido suficientes para lidar com a gravidade do problema, os efeitos do isolamento social no comportamento coletivo, na saúde, na economia e na educação foram tema de amplo debate na esfera pública e nas Ciências Sociais (GROSSI; TONIOL, 2020). Muitos desses estudos mobilizam os discursos políticos que foram impulsionados pelos efeitos da pandemia.

No setor elétrico não foi diferente e, ao acompanhar os agenciamentos da carga ao longo da primeira onda de contágio da pandemia, foi possível vislumbrar como momentos de crise colocam e recolocam perspectivas para essas infraestruturas. Além disso, esse contexto mais amplo do vírus evidenciou a forma como determinados artefatos que compõem as infraestruturas elétricas são resultados não apenas de perspectivas e decisões técnicas, mas também como são mediados por valores éticos e perspectivas políticas específicas. Nesse sentido, o caráter relacional das infraestruturas elétricas com seus usuários dos setores produtivos não se dá apenas na dimensão material, mas também na dimensão das decisões políticas que organizam a operação elétrica, que pode ser tida como uma construção sociotécnica.

Mesmo com a queda da atividade industrial no primeiro semestre de 2020, tanto a indústria quanto o agronegócio bateram recordes de produção no segundo semestre, de modo que foram considerados os principais pilares da retomada da economia no país.³⁰ Essa relação engendrou diversas reações por parte do ONS, sobretudo no que diz respeito ao acompanhamento e previsão da carga. Essas relações evidenciadas pela crise pandêmica –

³⁰ Ver: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao2020/06/14/agronegocio-bate-records-e-aumenta-seu-peso-na-economia-em-meio-a-pandemia.htm>. Acesso em: 15 de jul. de 2020.

movimento que chamo de desentrelaçamento (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, 2021) – são abordadas nas páginas abaixo. Descrevo como as consequências operativas acerca da diminuição da carga evidenciaram um certo caráter ético a respeito das expectativas de eficiência da operação por parte do ONS e, por fim, faço um balanço de como essa percepção da eficiência molda mundos e perspectivas futuras.

3.1. DESENTRELAÇANDO OS DISCURSOS DA OPERAÇÃO ELÉTRICA

O conceito de carga pode ser visto como uma forma de conjugação de fatores sociopolíticos e energéticos que, dentro dos processos infraestruturais do ONS, tem como principal objetivo estabelecer um diálogo entre os diferentes mundos sociais que compõem o setor elétrico: os engenheiros elétricos das usinas geradoras, os comercializadores de energia, economistas, climatólogos (tendo em vista que os fatores meteorológicos e climáticos também contribuem para a previsão de carga), além da classe política envolvida no MME. Em outras palavras, a carga pode ser vista como um tipo de objeto fronteira que permite estabelecer campos de ação comum entre sofisticados modelos computacionais e as práticas sociotécnicas envolvidas no processo de consolidação da política operativa.

O acompanhamento da carga ao longo do período da primeira onda de contágio da covid-19 não só mostra como a pandemia atingiu os setores produtivos e as infraestruturas de energia elétrica, como também pode ser visto como um sinalizador tecnopolítico da condução da pandemia no país. A pandemia constitui-se, assim, como um acontecimento relevante para se pensar a relação intrínseca entre infraestruturas energéticas e políticas (BOYER, 2019). A curva de carga responde aos acontecimentos sociopolíticos do país e ao comportamento social, econômico e ambiental de uma perspectiva que enxerga as infraestruturas como uma série de relações que se constituem como ecologias complexas (STAR; RUHLER, 1996; HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017)³¹.

A pandemia permitiu mais do que a visualização das conexões sociotécnicas e de sua natureza relacional entre diferentes artefatos físicos e abstratos que compõem as infraestruturas elétricas. Tampouco esse efeito de “desentrelaçamento” – isto é, de crise nos diferentes componentes de uma infraestrutura que tornam visíveis suas conexões insuspeitas –

³¹ Aqui a complexidade não tem a ver necessariamente com formas de progresso científico ou tecnológico quantitativo, mas sim está relacionada ao número e “qualidade” de relações e conexões estabelecidas entre diferentes atores ao longo de seus processos.

se restringiu aos processos materiais relativos ao comportamento da carga. Foi possível também observar mediações tecnoeconômicas atreladas a um imaginário desenvolvimentista como prática preponderante de governo das infraestruturas e da vida (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, 2021).

Isso pôde ser observado ao longo das reuniões de PMO pela forma como a carga elétrica é articulada em termos de eficiência técnica e operativa, por um lado e, por outro, em termos de eficiência econômica. Ou seja, trata-se de uma constatação de como processos técnicos medeiam a mercantilização da energia elétrica através da operação elétrica (ÖZDEN-SCHILLING, 2021). Na prática, a despeito do acesso à rede elétrica ser considerado um direito, “o esforço para providenciar um serviço universal para as necessidades energéticas de toda a população tem uma baixa prioridade em relação ao atendimento da demanda industrial e do crescimento econômico” (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, p. 4, 2021, tradução livre). A curva de carga, por sua vez, acompanhou a lógica dessa prioridade de mercantilização da vida ao longo da pandemia.

Se, por um lado, os impactos das medidas de isolamento social na carga ocorreram de maneira mais intensa nos três primeiros meses de pandemia, quando tais medidas coexistiram em todos os subsistemas do SIN para conter o avanço do vírus, por outro lado, a retomada da carga não esteve relacionada a uma diminuição da curva de contágio no Brasil. Pelo contrário, de maneira geral, como observado no capítulo anterior, desde junho de 2020 a carga veio alcançando valores cada vez mais altos, sofrendo leves quedas esporádicas, sobretudo por conta dos efeitos das temperaturas e de outros fatores relacionados ao calendário, como ocorrência de feriados, ou por falhas – como a que ocorreu no Amapá em novembro de 2020.

Para evidenciar essas conexões, elaborei o Gráfico 10. Ele apresenta a relação entre a média móvel de casos de covid-19, ao final de cada mês, e a carga verificada do SIN ao longo do período contemplado pela pesquisa. Esse cenário é particular ao caso brasileiro, pois, como esboçado na literatura, as respostas políticas de enfrentamento à pandemia em diferentes países, associadas às condições socioambientais e meteorológicas e à composição da matriz elétrica, geraram diferentes comportamentos da curva de carga ao longo do período descrito no gráfico (podemos ver isso em ABU-RAYASH; DINCER, 2020; HAUSER *et al.*, 2021; JIANG; FAN; KLEMEŠ, 2021). Como apontam Clarissa Gonçalves e seus colaboradores, em diversos países da Europa e da Ásia o consumo de energia só voltou a crescer com o relaxamento das medidas de isolamento social, após a constatação de uma redução da média móvel de casos da doença (GONÇALVES *et. al.*, 2021).

Gráfico 10 - Média móvel mensal de casos de COVID-19 x Carga Mensal do SIN (Mwmed)



Fonte: Autor, com base em dados do ONS e do Ministério da Saúde.

A curva de carga é um artefato informacional que parte de uma construção social e tecnológica. Além de permitir a tomada de decisão por parte da operação elétrica, ela dá voz a certas narrativas políticas pautadas pelo crescimento econômico. As expectativas e desejos de desenvolvimento que estão por trás da curva de carga constroem os mundos nos quais as infraestruturas elétricas operam. Assim, da perspectiva do Operador, não há contradição a respeito do crescimento da carga ao longo da pandemia, visto que se tratava de um acontecimento desejável ou mesmo considerado “normal” para seu comportamento.

Além das premissas que norteiam as perspectivas apresentadas ao longo do PMO, é possível observar como o crescimento econômico está atrelado às aspirações dos processos de acompanhamento da carga no Boletim Mensal de Carga, divulgado pelo ONS: “Com o prosseguimento da reabertura da economia após a paralisação causada pela pandemia do coronavírus, a demanda [por energia] se fortaleceu melhorando o grau de otimismo em relação ao futuro (...)” (ONS, 2020c). Essa perspectiva de otimismo em relação ao futuro foi apresentada no documento divulgado em julho, quando a carga alcançou o maior patamar desde o início da pandemia, é um exemplo de como o crescimento é sempre valorado positivamente quando o assunto é a carga e o aumento do consumo de energia para o ONS e o setor elétrico como um todo.

Observando o gráfico, pode-se notar que, até maio, a curva de carga observada pelo Operador acompanhou de maneira inversamente proporcional a curva de contágio da covid-19. A partir de junho, como detalhei no capítulo anterior, houve uma leve retomada da carga

como resposta ao relaxamento de algumas medidas, como a reabertura de shoppings e outros serviços altamente eletrointensivos.

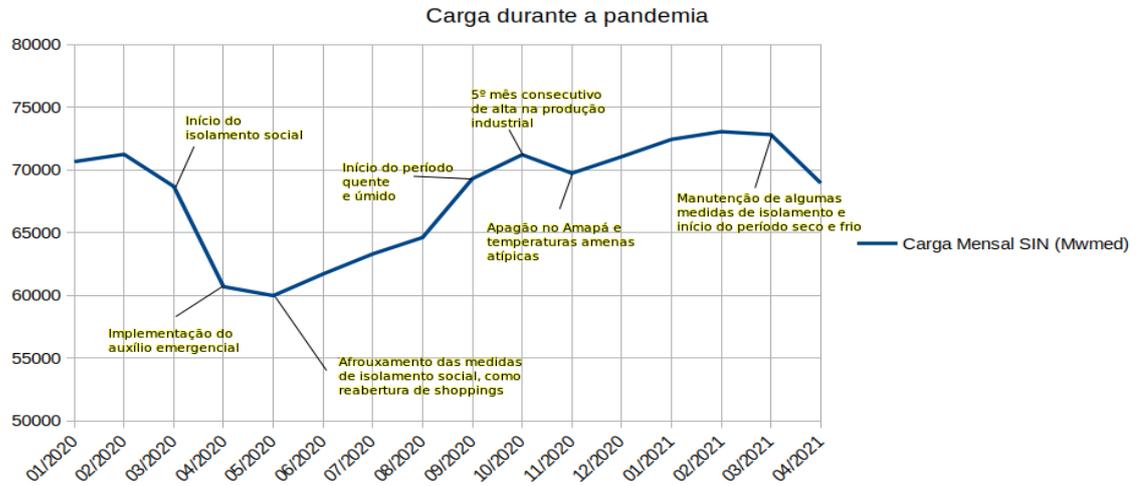
Em suma, ao longo do tempo, por mais brandas que tenham sido tais medidas, elas não perduraram – o que refletiu no comportamento da carga de energia. De agosto a outubro, houve uma leve redução da média móvel de casos registrados pela covid-19³². De qualquer forma, essa redução na média móvel, vista como um “resfriamento” da pandemia, levou a um maior relaxamento das medidas de isolamento, que teve como consequência um aumento expressivo da carga no período, seguido também de uma elevação do contágio até março de 2021.

Acrescentei ainda no gráfico acima o mês de abril de 2021, quando muitas das medidas de isolamento social foram retomadas – como o fechamento do comércio. Essas medidas começaram a refletir também no acompanhamento da carga para abril de 2020, momento em que a carga teve um acréscimo de mais de 13%, pois já se encontrava num patamar mais elevado. Porém, houve uma redução de 5,3%, se comparado ao mês anterior, assim como o nível de utilização da capacidade instalada do SIN que recuou cerca de 1,6%. Além disso, se olharmos para a média móvel de casos de covid-19, vemos que ela acompanhou essa redução da curva de carga, sendo um possível indicador também da eficácia das medidas de isolamento social para a contenção da pandemia.

Com isso, é possível notar como a energia estabelece relações sociotécnicas para além de sua dimensão técnica e material, relações essas que podem ser mapeadas através das infraestruturas de informação e de objetos fronteira que retraçam as associações entre infraestruturas e política. A própria maneira como a carga é concebida, tanto ao longo do seu acompanhamento físico junto aos barramentos das usinas e distribuidoras quanto das projeções realizadas a partir das condições operativas e macroeconômicas do país, é um reflexo disso. Assim, destaquei alguns acontecimentos relevantes que influenciaram o comportamento da carga ao longo do período analisado, como representado no Gráfico 11.

³²É preciso também levar em consideração o alto índice de subnotificação dos casos de covid-19 no país. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-brasil/2022/05/13/pesquisa-da-ufmg-mostra-subnotificacao-de-casos-de-covid-19-em-2020.htm>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

Gráfico 11 – Comportamento da carga durante a pandemia



Fonte: autor, com base em dados do ONS.

O Gráfico 11 foi elaborado a partir de um mapeamento da *vida social da carga de energia* ao longo do período descrito na ilustração acima, com base nas observações realizadas nas reuniões de PMO. Pode-se observar como a carga se comportou de maneira diferente no primeiro e segundo semestre do ano de 2020, em decorrência das respostas políticas ao contágio. Essa observação, de certa forma, faz cair por terra as expectativas colocadas por alguns críticos do capitalismo no início da pandemia de que o vírus poderia trazer uma perspectiva de frenagem do progresso capitalista que coloca em risco a existência dos ecossistemas terrestres.

Se no início da pandemia muitos pesquisadores e pesquisadoras apontaram com otimismo um certo caráter de desaceleração do processo econômico, pensando em seus efeitos a curto e longo prazo, fazendo com que certo imaginário de possível mitigação de efeitos das mudanças climáticas despontasse no horizonte – sobretudo no que diz respeito às questões energéticas e à redução de gases do efeito estufa (SOVACOOOL; FURSZYFER DEL RIO; GRIFFITHS, 2020; LATOUR, 2020) –, a curva de carga do setor elétrico aponta para uma guinada no sentido contrário. A retomada da economia e dos setores produtivos eletrointensivos fez com que a carga superasse patamares pré-pandêmicos, fato evidenciado não apenas pelos valores verificados da carga em si, como também pela retomada da

participação da classe de consumo industrial, com sua produtividade sendo considerada o motor da recuperação econômica pelo ONS.

Quais as consequências desse processo socioenergético da pandemia para a operação do sistema elétrico? Em um primeiro momento, a redução da carga ao longo da pandemia fez com que o sistema ficasse “sobreatimizado”. Isto é, com uma menor demanda por energia, houve uma maior conservação dos recursos energéticos e, portanto, uma menor necessidade de acionamento de usinas térmicas na política operativa. Quanto menor a carga escoada para o SIN, maior a margem de operação do ONS, no sentido de que foi possível conservar recursos disponíveis para a geração, garantindo maior resiliência das bacias hidrográficas. Uma menor carga no sistema, de maneira geral, garante maior segurança física para os reservatórios das hidrelétricas, pois quanto menor a demanda por energia, menor a necessidade de deplecionar os reservatórios – o que, no jargão do setor elétrico, significa utilizar o contingente de água para a geração de energia.

O aspecto da segurança dos reservatórios de grandes usinas foi pontuado pelo ONS também ao longo das reuniões, sobretudo porque o subsistema Sul vinha passando por uma forte estiagem no início do ano de 2020. Em meados de março, os reservatórios desse subsistema operavam com cerca de 29% da MLT³³, sendo considerada a pior média para o mês de maio de todo o histórico de modelagem do Operador, o qual leva em conta os últimos 90 anos. Nesse contexto, a política operativa definiu tal subsistema como importador de energia, recebendo carga tanto de outros subsistemas quanto de outros países, necessitando também de um despacho de energia termelétrica adicional para garantir a continuidade de seu fornecimento elétrico.

Em maio, mês de menor valor de carga do ano de 2020, a carga do subsistema Sul ficou 8,5% menor em comparação ao mês de maio de 2019, e cerca de 2.000MWmed inferior ao mês de março de 2020. Nesse período, não é possível afirmar que houve uma elevação significativa do volume dos reservatórios do subsistema Sul, que apresentou um valor de 18% da MLT. Porém, a partir dos dados apresentados pelo ONS, é possível dizer que houve uma redução significativa da geração hidráulica desse subsistema (cerca de 1300Mwmed inferior em relação ao início da pandemia em março). Essa mudança de política operativa em apenas

³³ MLT é a “média de longo termo” referente à energia natural afluente, isto é, a energia potencial que pode ser gerada a partir da vazão dos reservatórios das hidrelétricas. Essa média é calculada a partir de uma série histórica que leva em consideração valores de precipitação, vazão dos rios e o armazenamento propriamente dito. Essa média varia bastante mês a mês, a depender das condições meteorológicas e da utilização da energia natural afluente, e é calculada por subsistema. Seus valores são representativos a respeito da possibilidade de utilização da água dos reservatórios das hidrelétricas para a geração.

dois meses foi atribuída pela equipe de operação eletroenergética do ONS à redução da carga decorrente da pandemia.

Tendo esses acontecimentos em vista, o ONS considerou a possibilidade de manutenção dos reservatórios se os seus efeitos perdurassem a longo prazo, sobretudo por conta da redução do consumo industrial que fez com que a carga abaixasse significativamente. Desde a última crise hídrica, em 2014, os reservatórios do SIN enfrentaram dificuldades para se recuperar a níveis estáveis, sobretudo nos subsistemas Sul e Sudeste/Centro-Oeste. Após considerar tal perspectiva diversas vezes nos primeiros meses de pandemia, o ONS a retirou de cena na medida em que o isolamento social começou a ser flexibilizado.

No segundo momento, marcado pela recuperação econômica, a elevação da produção industrial e da carga a níveis superiores aos pré-pandêmicos exigiram mais da utilização dos recursos energéticos para atender essa demanda crescente. Dessa forma, chegamos ao ano de 2021 com o anúncio de uma crise hídrica pelo governo federal, com riscos para os usos múltiplos da água, incluindo a pesca, a navegação e a geração de energia hidrelétrica nas principais bacias hidrográficas das regiões Sudeste e Sul, e para seus respectivos subsistemas.

Outro aspecto operativo influenciado pela redução da carga durante a pandemia foi a redução do despacho térmico. Como mencionei anteriormente, as usinas termelétricas do SIN ficam ociosas até que a política operativa estabelecida pelo ONS decida despachá-las. De maneira geral, essas termelétricas, que geram uma energia relativamente mais cara, são despachadas somente em caso de necessidade, ou seja, para atender a algum pico de demanda, garantindo a segurança do sistema. O caso do subsistema Sul mencionado acima é paradigmático dos efeitos da redução da carga do SIN na política operativa, mas, mesmo com ele, a redução da carga foi suficiente para reduzir o despacho térmico em toda a rede.

Um terceiro aspecto operativo influenciado pela redução da carga foi a redução na importação de energia vinda do Uruguai e da Argentina, sobretudo no período de abril a junho, quando houve uma redução da demanda de maneira mais acentuada. Geralmente essa importação fica a cargo de algumas distribuidoras da região Sul, que importam um montante energético baseado na previsão de carga realizada pelo ONS. O preço da energia importada, por sua vez, é acrescido nas contas de energia dos usuários da rede.

Esses três acontecimentos – redução da geração hidráulica, do despacho térmico e das importações – influem diretamente sobre uma redução da tarifa de energia como um todo, porque o sistema ficou “sobreatimizado” durante o período de maior redução da carga de

energia. Por mais que os modelos de previsão de carga não estivessem respondendo, o que influenciou diretamente as projeções de custos futuros dos mercados de energia, de certa forma as condições operativas se tornaram muito favoráveis por conta da redução da demanda, sobretudo num contexto de baixa dos principais reservatórios do SIN. Se o papel do ONS consiste em realizar uma operação otimizada do sistema, ou seja, em garantir que se gere energia sem interrupções no fornecimento, ao mesmo tempo que se garante a melhor utilização dos recursos energéticos a partir das melhores informações disponíveis no momento, então houve pouca margem para efetivamente otimizar a operação no período da crise pandêmica.

A redução da carga e a conseqüente diminuição do deplecionamento dos reservatórios, a diminuição do intercâmbio energético com países vizinhos e a redução do uso das termelétricas, à revelia de qualquer planejamento estratégico e por conta dos efeitos da pandemia, contribuíram para a redução do Custo Marginal de Operação (CMO). Trata-se do custo atribuído ao próximo MW/hora gerado no sistema em um dado momento, calculado a partir da diferença entre a disponibilidade dos recursos hidrotérmicos e a demanda de carga do SIN. O CMO é um valor base para a precificação da energia elétrica no curto prazo para atender uma unidade adicional de energia. Se há recursos hídricos disponíveis e hidrelétricas gerando energia, esse custo é reduzido, ao passo que, se há o acionamento de termelétricas com o aumento da demanda por energia, o custo aumenta. Nos primeiros meses de pandemia, por exemplo, o CMO chegou a ser zero em todos os subsistemas por conta da redução na demanda por energia, não havendo cobrança adicional no preço. Em outubro de 2020, quando a carga já havia retornado a patamares pré-pandêmicos, esse valor chegou a uma média semanal de R\$368,03 por MW adicional na demanda.

Não quero com isso apenas demonstrar como esses cálculos são feitos, mas também relacioná-los às condições da política operativa realizadas ao longo da pandemia, estabelecendo conexões com questões relativas aos efeitos da pandemia nas infraestruturas de energia e em seu nexos energia-sociedade-economia-ambiente, além de demonstrar como é feita a gestão desses recursos a partir da operação.

Ocorre que, mesmo tendo em vista essas três ocorrências que culminaram em uma sobreotimização do sistema, a redução da carga foi vista pelas instituições do SEB, em particular para a operação energética, como um efeito negativo para o setor elétrico como um todo (GONÇALVES, 2021). Como demonstra Dominic Boyer, uma das principais funções da política energética é reproduzir as configurações das infraestruturas elétricas e das relações sociopolíticas delas codependentes como uma forma de manter a hegemonia do poder técnico

e econômico exercido através da energia (2019). A concepção de eficiência para o setor elétrico, portanto, reflete nos modelos do ONS um aspecto subjetivo que é a necessidade de gerar cada vez mais energia, com a expectativa de uma curva de carga cada vez maior, relacionada a imaginários de produtividade que são também um produto das relações constituídas entre infraestruturas de energia e política econômica (JENSEN, 2019). Assim, por mais que uma redução na carga tenha resíduos positivos, como os que culminaram na sobreotimização do sistema, no contexto político de suas instituições esse fenômeno não era desejável.

Para além das organizacionais e operativas, das quais o aumento da imprevisibilidade e a falta de resposta dos modelos são sua expressão técnica, a crise pandêmica evidenciou a dimensão política e valores éticos envolvendo os processos de circulação da carga no PMO. É possível dizer que tal valoração negativa tenha se dado, em primeiro lugar, por conta da relação intrínseca que o setor elétrico estabelece com a indústria e com os setores produtivos. A carga, portanto, permite determinadas leituras tecnoeconômicas a respeito dos efeitos da pandemia no setor elétrico. O ONS, por sua vez, expressa essa narrativa do crescimento econômico através dos modelos e de seus resultados apresentados ao longo das reuniões. Ao mesmo tempo, a carga possui um agenciamento que escapa do controle dos técnicos, evidenciando também o caráter relacional das infraestruturas elétricas com a sociedade. A pandemia gerou efeitos que derrubaram as perspectivas de crescimento econômico no curto prazo e, por conta da relação da carga com indicadores e projeções macroeconômicas, tais efeitos negativos para a indústria foram lidos em termos negativos também para as perspectivas do setor elétrico.

Ademais, houve um aumento da imprevisibilidade econômica, o que colocou em xeque o mercado especulativo de energia ao aumentar o grau de incerteza relacionado à precificação futura. Tal incerteza a respeito da intensidade e duração da crise foi compartilhada entre o ONS e os agentes do setor elétrico, para os quais a comercialização dessa energia, para além dos aspectos operacionais, constituía uma preocupação³⁴.

Com a pandemia e a paralisação das atividades produtivas, indústrias, prestadores de serviço e comércios deixaram de consumir energia e a ANEEL estimou que agentes de distribuição perderam cerca de 6,3% da receita no período. Houve também um aumento da inadimplência das contas de energia, sobretudo da população de baixa renda, em mais de

³⁴Ver: <https://canalenergia.com.br/artigos/53136550/gerenciamento-de-riscos-na-comercializacao-de-energia-em-tempos-de-pandemia>. Acesso em: 5 de jun. de 2021.

10%³⁵ por conta do aumento do desemprego, o que fez com que esses agentes buscassem ajuda do Estado para aliviar seus encargos a partir de empréstimo junto ao BNDES. Esse empréstimo acabou ficando conhecido como “Conta Covid”, e foi uma das primeiras medidas econômicas anunciadas pelo governo ao longo da pandemia, que beneficiava especialmente as distribuidoras do setor elétrico brasileiro.

Decorre disso um terceiro fator de influência dessa valoração negativa a respeito da redução da carga, que é a diminuição dos preços da energia e, conseqüentemente, dos lucros dos agentes. Como mencionei há pouco, houve uma redução do CMO, do despacho térmico, e, conseqüentemente, uma diminuição dos custos para a geração por um curto período de tempo. Assim, houve uma quebra de expectativa por parte dos detentores das usinas e das centrais de distribuição no que diz respeito à margem de lucro esperada.

É possível dizer, partindo de uma perspectiva tecnoeconômica, que enquanto se tem condições operativas – e, portanto, técnicas – favoráveis, com uma perspectiva de sobreotimização do sistema, ao mesmo tempo há condições desfavoráveis em termos econômicos. Há, portanto, uma valoração ética a respeito de ambas as dimensões da carga, de modo a não haver contradição entre os termos.

Essa mediação, por sua vez, é feita no campo da flexibilidade interpretativa da carga enquanto objeto fronteira. Por mais que o ONS performe como uma entidade neutra, que tem uma atuação estritamente técnica, suas práticas estão inseridas no jogo de relações políticas dessas infraestruturas com os setores produtivos, com conseqüências para o funcionamento considerado “normal” do mercado de energia. Nesse sentido, a eletricidade não é apenas entendida como um conceito físico, mas sobretudo a partir do conceito de carga, sujeito aos imperativos do crescimento econômico, e que influencia a tomada de decisão tecnopolítica e a tomada de decisão e o estabelecimento das políticas operativas.

Ainda que na lógica do mercado a energia apareça como uma mercadoria ordinária, a eletricidade é, na verdade, algo “extraordinário”, dada sua constituição, que passa por processos infraestruturais particulares. Ela é de difícil armazenamento, possui uma maneira peculiar de transporte – que exige a expansão de infraestruturas – e, além disso, sua demanda é caracterizada pelo que os economistas chamam de “inelasticidade”, isto é, a demanda não se altera profundamente conforme a variação de preços, e, no caso da eletricidade, isso ocorre, pois ela é algo único em nossa sociedade, difícil de ser substituída ao mesmo tempo em que é

³⁵ Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/06/aneel-regulamenta-conta-covid-para-minimizar-efeitos-da-pandemia-no-setor-eletrico>. Acesso em: 1 de mar. de 2022.

fundamental para a vida tal como a conhecemos hoje (ÖZDEN-SCHILLING, 2021). Sendo assim, não há como separar sua dimensão física da econômica.

A narrativa da retomada da economia que começou a circular através da grande mídia e por agências como o Fundo Monetário Internacional, por outro lado, priorizou os aspectos econômicos envolvidos também no setor elétrico. De maneira geral, ela foi uma forma de resposta aos problemas colocados pelas políticas de isolamento social na economia global, criando expectativas não só de retomar a economia nos patamares anteriores, como também de superá-los, algo como “recuperar o tempo perdido”. Essa narrativa adentrou o setor elétrico justamente por seu nexos com a economia, isto é, a partir do ponto de vista da energia como uma oportunidade de expandir a produção, o que colocou também os mercados de energia dentro das expectativas de crescimento pós-pandêmico.

Essa narrativa considera a pandemia como um mero entrave econômico, propondo soluções de mercado. A Agência Internacional de Energia, por exemplo, estimulou que os países realizassem a transição energética para uma matriz mais sustentável como uma oportunidade de sair da crise colocada pela pandemia, com a abertura de novos mercados para o setor (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020). Contudo, a retomada da carga industrial e do comércio associada à crise hidroenergética levou a um maior acionamento de termelétricas. Podemos dizer, portanto, que, no aspecto energético, a retomada da economia no Brasil foi baseada no aumento da queima de combustíveis fósseis. Portanto, o Brasil, na verdade, foi na contramão dessa perspectiva de transição energética, tanto no que diz respeito aos aspectos técnicos quanto econômicos.

Além disso, a pandemia reaqueceu o debate a respeito da privatização do setor elétrico, sendo vista por seus agentes como uma das soluções possíveis para as crises nas caixas das empresas, além das intervenções da política operativa já mencionadas³⁶. A energia está sempre moldando e sendo moldada por discursos e relações de poder que perpassam diferentes facetas do Estado e do mercado (BOYER, 2019). Se é possível dizer que no

³⁶ No Brasil, o debate mais proeminente em curso a esse respeito é o da chamada “modernização do setor elétrico”, sintetizada sob o PLS 232 no Senado e pelo PL 1917 na Câmara dos deputados. Trata-se de uma visão economicista da energia sob uma ótica neoliberal, que propõe a criação de marcos regulatórios que possibilitam uma transição para o mercado, o qual prevê uma maior mercantilização da energia elétrica com uma maior liberalização do mercado de energia. O objetivo dessa proposta é abrir margens para mais privatizações no setor elétrico e expandir os mercados e as empresas que participam nos segmentos de distribuição e comercialização de energia. O fato é que essa pauta é extemporânea aos problemas colocados atualmente pelo setor elétrico no Brasil e no mundo, onde a discussão que predomina é a respeito da transição energética e das mudanças climáticas. Na prática, essa modernização significa retomar uma pauta colocada no final dos anos 1990 a respeito da privatização da Eletrobrás, que nunca se consolidou até suas últimas consequências. A respeito dessa discussão, ver: <https://infopetro.wordpress.com/2021/04/06/o-desempenho-de-mercados-livres-diante-das-mudancas-climaticas-alcunas-licoes-do-texas/> e <https://infopetro.wordpress.com/2020/11/22/a-modernizacao-do-setor-eletrico-brasileiro/>. Acesso em: 1 de mar. de 2022.

capitalismo a energia está sempre associada à produtividade, as infraestruturas elétricas se tornam também objetos de certa economia moral voltada ao aumento das forças produtivas, do lucro, enfim, da percepção de que o crescimento econômico é moralmente desejável para o bem-estar social, o que não necessariamente se verifica nas práticas tecnopolíticas do setor elétrico brasileiro, tampouco nas práticas políticas do Estado brasileiro de maneira geral.

A pandemia de covid-19 trouxe problemas sanitários que colocaram em risco a vida de milhões de pessoas no mundo todo. Desigualdades foram exacerbadas, sobretudo no que diz respeito ao acesso a sistemas de saúde e infraestruturas de saneamento, além da maneira como os países responderam à emergência. Graves consequências sociais, econômicas, psicológicas e culturais decorreram da intrusão viral. Por outro lado, seus impactos exigiram novas configurações, tomadas de decisão e experimentações dos processos de produção e consumo de energia elétrica. A perspectiva de manutenção dos reservatórios e redução da carga com a otimização do sistema são resíduos positivos desses impactos. São experimentações ontológicas (JENSEN; MORITA, 2015) que podem ou não ser levadas adiante a depender das decisões e construções de futuros energéticos. Coube ao ONS, em diálogo com os agentes do SEB, e junto a outras instituições ligadas ao Ministério de Minas e Energia, a decisão de aliar-se à retomada da economia.

O que as respostas dadas à pandemia pelo setor elétrico nos mostram, dentre outras coisas, é como a narrativa modernista do progresso e do desenvolvimento é intrínseca às infraestruturas, nesse caso também sob a roupagem da retomada econômica do mundo “pós-pandemia”. A pandemia foi tratada por boa parte das instâncias de poder como um fenômeno sanitário com graves consequências econômicas, mas é preciso expandir essa visão. Mais que uma crise, vivemos um momento de mutação das relações com a Terra (LATOIR, 2020b), as quais exigem novas configurações e imaginações de outros mundos e futuros energéticos possíveis.

Assim, ao longo do capítulo abordei em detalhes a forma como a pandemia mobilizou formas de racionalidade política e imaginários de desenvolvimento a partir da operação do setor elétrico. Abordei a maneira como a redução na carga impactou a tomada de decisão do Operador, sobretudo no que diz respeito à geração de energia, aos intercâmbios energéticos e ao despacho de energia térmica, que acabou gerando uma forma de sobreotimização do sistema. Não obstante, a forma como as instituições do SEB e o ONS, em particular, percebem a energia sob sua forma tecnoeconômica, também é um fator determinante para a consideração da política operativa, o que impacta a maneira como experienciamos o fenômeno da eletricidade em nossas vidas.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da realização desta dissertação, foi possível analisar como a pandemia engendrou mudanças nas práticas sociotécnicas das infraestruturas elétricas no Brasil. As medidas de isolamento social implementadas, a queda da atividade industrial e o fechamento do comércio impactaram o comportamento da carga de energia do Sistema Interligado Nacional, afetando a política operativa e, conseqüentemente, a tomada de decisão dos diferentes mundos sociais que compõem o setor elétrico.

Enquanto os impactos da pandemia nos sistemas de saúde, na economia, na biossegurança e em formas de sociabilidade foram amplamente discutidos na esfera pública e acadêmica, as implicações do vírus na política energética e nas infraestruturas, de maneira geral, foram mais ignotas. A contribuição desta pesquisa reside em enfatizar essa dimensão pouco notada dos efeitos da pandemia a partir de uma abordagem baseada nos ESCT e na Antropologia das Infraestruturas, sendo essa última uma subárea ainda pouco desenvolvida no campo das Ciências Sociais brasileiras (VAILATI; D'ANDREA, 2020; MIGUEL, 2020).

A questão antropológica que se buscou responder foi acerca de como as infraestruturas se constituem a partir de complexas relações sociotécnicas e como respondem a momentos de crise. Ao menos três dimensões da infraestrutura do setor elétrico foram elaboradas no curso da pesquisa: 1) a operação do setor através de uma infraestrutura de informação que coordena a tomada de decisão de atores heterogêneos; 2) a relação entre desenvolvedores e usuários das infraestruturas, representados pelo ONS e pelos consumidores de energia, respectivamente; 3) como a crise evidenciou perspectivas éticas e políticas mediadas tecnoeconomicamente. Considerando que as infraestruturas operam mediante distintos regimes de visibilidade (LARKIN, 2013), é possível dizer que, enquanto o primeiro aspecto é mais evidente no cotidiano do setor elétrico, os outros dois transpareceram por conta da crise pandêmica.

Em primeiro lugar, a partir da observação de que a operação do sistema elétrico se caracteriza pela produção de informações e dados com objetivo de balizar a tomada de decisão dos agentes, considera-se que o setor elétrico é composto não apenas de artefatos físicos, mas também por fluxos de informação (MIGUEL; TADDEI, 2022). O SEB apresenta, portanto, dimensões que o constituem, tanto como infraestrutura elétrica quanto como

infraestrutura de informação, sendo esse segundo aspecto materializado através do ONS. Dentro da estrutura atual do SEB, as práticas do Operador são consideradas necessárias para a geração, comercialização, transmissão de energia e para a garantia de sua segurança física.

Além de possibilitar que outros artefatos operem por meio da circulação de objetos informacionais, as infraestruturas de informação também criam standardizações, categorias e delimitam sobre o que pode ou não ser conhecido a partir de seus processos. Com isso, ao longo da pesquisa se impôs uma dificuldade metodológica: qual o limite do que pode ser conhecido através do trabalho de campo realizado em meio a infraestruturas de informação?

Para responder isso, a análise buscou apreender, através das lentes dos ESCT e da Antropologia das Infraestruturas, como experiências, significados e categorias são criadas através das infraestruturas. Nessa toada, levou-se em consideração “ao mesmo tempo os aspectos materiais das infraestruturas de energia, os discursos criados em torno delas, as organizações sociais e políticas que dão suporte a elas e as afecções e experiências de quem as imagina e as constrói” (JENSEN, 2019, p. 220, tradução livre). Essa tarefa, por sua vez, não se limita apenas à análise, mas procura dar resposta às diversas formas de precariedade da vida ao articular novas formas de relações e futuros alternativos, sobretudo quando momentos de crise parecem ser paralisantes. Assim, foi possível destacar ao longo da pesquisa não só os aspectos técnicos que foram desestabilizados e transformados com a intrusão viral nas infraestruturas de energia, como também discursos e racionalidades políticas que as governam e as reproduzem (MIGUEL; TADDEI; FIGUEIREDO, 2021).

Nesse sentido, a abordagem mostrou como a operação do setor foi afetada pela crise através da diminuição da demanda por energia, matizada no conceito de “carga”. Esse, por sua vez, é um artefato técnico que permite a tomada de decisão coordenada de atores heterogêneos a partir de processos de previsão e acompanhamento de suas condições, realizados pelo ONS. A carga é tomada tanto por sua dimensão física, em relação à circulação dos elétrons na rede, quanto como ordem de grandeza econômica, em relação ao consumo de energia. É através dos valores de carga que se definem diretrizes de geração e intercâmbios de energia. Assim, a carga é uma forma de representação específica da eletricidade, constituída e mediada por relações sociotécnicas, que estabelece padrões de comportamento, formas de quantificar, precificar e controlar a energia elétrica. Trata-se, portanto, de um objeto fronteira (STAR; BOWKER; NEUMANN, 2003) que circula através da infraestrutura de informação do setor elétrico.

Ao longo do ano de 2020, foi observada uma redução de 1,5% da carga elétrica. No entanto, quando observamos os impactos na demanda de eletricidade apenas no primeiro semestre desse ano, o número aumenta para 11,4%. Isso ocorreu porque as medidas de isolamento social foram implementadas com maior intensidade entre março e junho, período em que elas coexistiram na maior parte do país. A partir de julho, foi observada uma retomada gradual das atividades econômicas com o relaxamento dessas medidas. Isso fez com que a carga aumentasse gradativamente ao longo do segundo semestre, atingindo níveis superiores aos pré-pandêmicos em outubro do mesmo ano.

Ao se destacar os acontecimentos pandêmicos que transformaram os padrões de consumo de eletricidade ao longo do primeiro semestre de 2020, foi possível notar como mudanças no comportamento social dos usuários dessas infraestruturas – especificamente das classes de consumo industrial, comercial e residencial – impactaram a política operativa estabelecida pelo ONS. Essa segunda dimensão abordada pela pesquisa revela como as infraestruturas são coproduzidas na interface entre desenvolvedores e usuários (STAR; RUHLER, 1997), tecnologia e sociedade, acontecimentos planejados e não planejados (HARVEY; JENSEN; MORITA, 2017), além de cultura e natureza (CARSE, 2012).

No caso estudado, o ONS teve de se adaptar às mudanças no comportamento da carga para dar respostas operacionais aos demais componentes da infraestrutura elétrica. Com isso, vírus, curva de contágio, perspectivas de isolamento social e índices de vacinação passaram a ser considerados também como acontecimentos relevantes nos processos informacionais do Operador e para a constituição sociotécnica da carga. Esse aspecto mostrou como artefatos técnicos que integram as infraestruturas se transformam no curso das mudanças sociais e políticas, assim como as práticas sociotécnicas envolvidas em seus processos de constituição. Assim, considera-se as infraestruturas como entidades dinâmicas e emergentes (JENSEN; MORITA, 2015).

As principais consequências da pandemia e da redução da carga para a política operativa foram: a) diminuição da geração térmica e hidrelétrica; b) diminuição dos intercâmbios energéticos entre regiões; c) redução da importação de energia de países vizinhos; d) redução do Custo Marginal de Operação. De maneira geral, observou-se que esses eventos acarretaram em uma maior resiliência do modelo hidro-termo-eólico do setor elétrico a curto prazo, considerando o volume baixo dos reservatórios no período, além do alto custo (econômico e ambiental) da energia térmica. Se o objetivo do Operador é realizar

uma otimização da operação, então essas mudanças ocasionaram uma “sobroptimização” do sistema.

Não obstante, ainda que o Brasil seja um dos países com maior potencial hidrelétrico do mundo, sua retomada econômica “pós-pandemia” se baseou na aceleração da queima de combustíveis fósseis. A retomada da economia que aconteceu a partir do segundo semestre de 2020 reaqueceu a demanda por energia, sobretudo pela classe de consumo industrial, superando os níveis pré-pandêmicos. Associado à escassez hídrica, o aumento da curva de carga levou o ONS a estabelecer o despacho de usinas termelétricas para suprir a demanda crescente, elevando também os preços das tarifas de energia.

Por último e, relacionado a essas práticas operativas, ao mesmo tempo que o ONS se apresenta como uma instituição estritamente técnica, suas decisões afetam amplamente a política e a organização da infraestrutura de energia elétrica no país. Ao longo da pandemia foi possível mapear a forma como discursos e práticas realizados por suas equipes externalizavam proposições e perspectivas éticas e políticas, no sentido do que é considerado eficiência. Através das reuniões de PMO, observou-se como a eficiência elétrica não é medida somente por graus de confiabilidade nas infraestruturas enquanto artefatos técnicos, mas, sobretudo, enquanto elementos de mercado atrelados à produtividade econômica e a ideais desenvolvimentistas. Nesse sentido, o conceito de carga pode ser tomado por sua dimensão tecnoeconômica, isto é, pela maneira como decisões ao mesmo tempo técnicas, sociais e políticas criam mercados e perspectivas de desenvolvimento econômico (ÖZDEN-SCHILLING, 2021).

Se, por um lado, a redução da carga aconteceu por conta do imperativo das condições objetivas de existência no momento pandêmico, por outro lado, houve considerações éticas feitas pelo Operador no curso da crise. Ainda que a sobreotimização técnica pudesse ser vista como uma externalidade positiva dos efeitos da pandemia na carga, do ponto de vista das instituições que controlam o setor ela significou um déficit em sua dimensão econômica, o que fez com que fosse vista apenas sob seus aspectos negativos. Essa visão foi compartilhada pelos agentes e, portanto, pelo ONS enquanto responsável por conduzir sua tomada de decisão.

Isso é significativo a respeito da forma como a carga, enquanto conceito que define o comportamento e a demanda por eletricidade na rede, é praticada a partir de uma perspectiva tecnoeconômica atrelada ao imperativo do crescimento econômico. A expectativa de um

comportamento “normal” ou mesmo “desejável” da carga é baseada no aumento de sua curva. O ponto de inflexão colocado pela pandemia foi tomado, sobretudo, por seu aspecto econômico que, a partir das conexões do setor elétrico com os setores produtivos, vê no aumento da curva de carga mais uma possibilidade de expansão da produtividade e de mercados de energia.

Como comenta Serge Latouche, em uma sociedade baseada no crescimento, quando ocorre uma desaceleração ou parada dos processos produtivos há crise ou até pânico, pois “o emprego, o pagamento dos aposentados, a renovação dos gastos públicos (educação, previdência, justiça, cultura, transporte, saúde, etc.) supõem o aumento constante do PIB” (LATOUCHE, 2009, p. 17). Nessa direção, o crescimento econômico – considerado o status quo das infraestruturas elétricas – supõe também o aumento da utilização dos recursos energéticos e da carga de energia que possibilitam esse modo de vida cada vez mais eletrointensivo. Nesse modelo, portanto, uma queda na curva de carga é sempre algo indesejável.

Contudo, a energia elétrica e suas infraestruturas são importantes demais para serem reduzidas a uma (infra)estrutura do crescimento econômico. Ainda que, no jogo de relações políticas, escolhas baseadas em perspectivas de crescimento econômico acabem prevalecendo, a análise da carga mostra como ela é, na verdade, constituída por múltiplos agenciamentos sociotécnicos. A composição da carga envolve os mundos sociais dos agentes do SEB, dos usuários das infraestruturas elétricas, além dos processos técnicos das equipes do ONS.

Para além dessas especificidades, a infraestrutura elétrica é a base para diversas práticas necessárias para a reprodução dos modos de existência humanos e não humanos, e para a garantia da qualidade de vida da população em geral. Por conta disso, trata-se de um setor essencial também para a construção de futuros possíveis no contexto das mudanças climáticas.

Crises no setor elétrico brasileiro serviram como gatilhos para transformações em sua estrutura no passado, culminando no modelo organizacional e técnico de que dispomos hoje (D’ARAÚJO, 2009). Essas transformações, contudo, se deram também ligadas a formas de práticas políticas econômicas que resultaram em mais privatizações, apontando também na direção da codependência entre as infraestruturas de energia e as infraestruturas políticas e econômicas. Assim, imaginar uma alternativa ao modelo elétrico de que dispomos atualmente é “em essência, imaginar uma alternativa a centralização da autoridade política, da

democracia e do Estado” (BOYER, 2019, p. 16, tradução livre), ou seja, não se trata apenas de mudanças tecnológicas, mas sociais.

Enquanto isso, nós temos que “ficar com o problema” (HARAWAY, 2016) das infraestruturas, para além de perspectivas “tecnosolucionistas” (de que as tecnologias vão nos salvar das crises ambientais, sociais e políticas em curso) e “tecnoapocalípticas” (de que as tecnologias são necessariamente agentes de desagregação dos processos ambientais e políticos), e nos perguntar com quais infraestruturas queremos viver e de que maneira. De um ponto de vista ontológico, as infraestruturas podem ser vistas também como formas de materializações da política que moldam nossa experiência com o real (MOL, 2008). Isso nos coloca diante de questões sobre o que é participação política, qual é o estatuto da democracia hoje e qual a possibilidade de construir mundos futuros.

Assim, os imaginários criados a respeito de conceitos como produtividade e crescimento econômico acabam se tornando discursos proeminentes sobre energia, infraestruturas, e terminam por classificar quais tomadas de decisão são consideradas eficientes ou não para uma determinada política operativa. Por outro lado, a crise pandêmica também colocou a perspectiva de que outros futuros energéticos são possíveis. Porém, mais que mudanças de ordem infraestrutural e tecnológica, precisamos também ser capazes de imaginar outras formas configuração política. Uma vida menos eletrointensiva é possível, e a maneira como a pandemia afetou a carga de energia nos mostra que isso só será realizável transformando múltiplas escalas tecnológicas e sociais.

Para essa tarefa seria necessário um esforço no sentido de transformar as práticas tecnoeconômicas que regem a carga de energia através de uma configuração sociopolítica que não esteja baseada no crescimento econômico altamente dependente das infraestruturas de energia. Uma das “alternativas sistêmicas” (SOLÓN, 2019) a esse modelo seria a do decrescimento. O decrescimento se caracteriza por uma mudança qualitativa nos processos econômicos e sociais, e não é uma mera oposição quantitativa às perspectivas de crescimento e desenvolvimento postas pelo capitalismo neoliberal, ou seja, “não se trata de fazer o mesmo em menor quantidade” (TAIBO, 2010, p. 62), mas sim de uma concentração das infraestruturas, bens e serviços voltados para a satisfação das necessidades vitais da população.

Essa transformação passa por uma difícil tarefa ontológica, considerando que vivemos em um mundo onde a ideologia dominante da economia parece ter impregnado os

imaginários políticos acerca do real com noções como crescimento, produtividade e competitividade. O crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico parecem ser, na perspectiva desenvolvimentista, a solução para inúmeros problemas sociais, políticos e ambientais que enfrentamos. No entanto, como nota Carlos Taibo, não há dados que confirmem que as notáveis melhoras registradas no Produto Interno Bruto dos países ocidentais nos últimos decênios se traduzam em uma maior coesão no terreno social: “pelo contrário, geraram maiores diferenças e um significativo engrossamento dos grupos mais pobres da população e, com ele, do desemprego” (TAIBO, 2010, p. 11).

Além disso, segundo o último relatório do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas, para limitar o aquecimento global em 1,5°C é preciso não apenas descarbonizar nossa matriz, como também diminuir o uso de energia globalmente³⁷. Ao relacionar satisfação das necessidades humanas e o uso de energia, Jefim Vogel e seus colaboradores sugerem que crescimento econômico e extrativismo não são sinônimos de bem-estar, ao mesmo tempo que consomem energia em níveis considerados insustentáveis para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (VOGEL *et al.*, 2021). Por outro lado, como demonstram os autores, é possível atender necessidades básicas – como garantia de saúde e aumento da expectativa de vida, nutrição, acesso à água potável e saneamento básico, educação e renda – a partir de um baixo consumo energético. Mais que uma questão colocada pelas condições objetivas das mudanças no clima, essa tarefa deveria ser vista como um problema ético.

Diante do tempo de catástrofes que atravessamos, como anunciado por Isabelle Stengers (2015), são exigidas novas formas de mobilização política para a mitigação das mudanças climáticas³⁸ e, poderíamos dizer, para a prevenção de próximas pandemias. Ou seremos agentes de transformações infraestruturais e políticas, no sentido de um decrescimento dos processos produtivos e energéticos globais, ou seremos agentes aceleradores dessas crises e acabaremos arrastados mais uma vez por seus efeitos, fazendo com que essas transformações sejam um imperativo da catástrofe e ocorram a contrapelo de nossas ações, como aconteceu com a pandemia de covid-19, que deixou mais de 650 mil mortos somente no Brasil.

³⁷Ver: <https://www.ipcc.ch/2022/04/04/ipcc-ar6-wgiii-pressrelease/>. Acesso em: 8 de mar. de 2022.

³⁸ O último relatório, publicado no dia 26 de fevereiro de 2022 pelo IPCC, não deixa dúvidas: a maior parte das mudanças no clima atualmente é de origem antrópica. Ver: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em: 8 de mar. de 2022.

São exigidas, assim, novas habilidades e concepções de engenharia que considerem as infraestruturas como entidades complexas, social, ecológico e tecnologicamente constituídas (MARKOLF *et al.*, 2018), e de uma comunidade de práticas comuns, pois, como comenta Henrique Parra, “uma tecnologia alternativa sem uma comunidade que lhe dê suporte não sobreviverá assim por muito tempo. Um coletivo que não cuida das infraestruturas que dão suporte a suas práticas não terá vida longa” (PARRA, 2017). Em outras palavras, precisamos de formas de compreensão das infraestruturas que vão para além do conceito econômico de “eficiência” e que garantam maior participação dos usuários em seus processos de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABU-RAYASH, A.; DINCER, I. Analysis of the electricity demand trends amidst the COVID-19 coronavirus pandemic. **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101682, 1 out. 2020.
- ALESSANDRO LEME. State, development and the Brazilian electric sector: biref construction of the research problem. v. Article 2890, 2021. <https://doi.org/10.20935/AL2890>.
- ANAND, N.; GUPTA, A.; APPEL, H. (EDS.). **The promise of infrastructure**. Durham: Duke University Press, 2018.
- ANEEL. **Perdas técnicas de energia na rede de distribuição**, 2019.
- ANUSAS, M.; INGOLD, T. The Charge against Electricity. **Cultural Anthropology**, v. 30, n. 4, p. 540–554, 2 nov. 2015.
- BAKKE, G. Electricity is not a noun. In: SIMONE ABRAM; BRIT ROSS WINTHEREIK; THOMAS YARROW (Eds.). **ELECTRIFYING ANTHROPOLOGY: exploring electrical practices and infrastructures**. S.l.: ROUTLEDGE, 2019.
- BICALHO, R. A modernização do setor elétrico brasileiro. **Blog Infopetro**, 2020. Disponível em: <https://infopetro.wordpress.com/2020/11/22/a-modernizacao-do-setor-eletrico-brasileiro/>. Acesso em: 30 jul. 2021
- BOWKER, G. C. Second Nature once Removed: Time, Space and Representations. **Time & Society**, v. 4, n. 1, p. 47–66, fev. 1995.
- BOWKER, G. C.; STAR, S. L. **Sorting things out: classification and its consequences**. Cambridge, Mass: MIT Press, 1999.
- BOYER, D. **Energopolitics: wind and power in the Anthropocene**. Durham; London: Duke University Press, 2019.
- BROSEMER, K. *et al.* The energy crises revealed by COVID: Intersections of Indigeneity, inequity, and health. **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101661, 1 out. 2020.
- BRUUN JENSEN, C. Can the Mekong speak? On hydropower, models and “thing-power”. In: SIMONE ABRAM; BRIT ROSS WINTHEREIK; THOMAS YARROW (Eds.). **Electrifying Anthropology: exploring electrical practices and infrastructures**. London: Routledge, 2019.

- CALLON, M. An Essay on Framing and Overflowing: Economic Externalities Revisited by Sociology. **The Sociological Review**, 1998.
- CARSE, A. Nature as infrastructure: Making and managing the Panama Canal watershed. **Social Studies of Science**, v. 42, n. 4, p. 539–563, ago. 2012.
- EDWARDS, P. N. Infrastructure and Modernity: Force, Time and Social Organization of Sociotechnical Systems. In: MISA, T. J.; BREY, P.; FEENBERG, A. (Eds.). **Modernity and Technology**. Cambridge, MA: MIT Press, 2003. p. 185–225.
- EDWARDS, P. N. Knowledge infrastructures for the Anthropocene. **The Anthropocene Review**, v. 4, n. 1, p. 34–43, 1 abr. 2017.
- GEERTZ, C. Uma Descrição Densa: Por uma Teoria Interpretativa da Cultura. In: **A Interpretação das Culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 1981.
- GONÇALVES, C. P. *et al.* The impact of COVID-19 on the Brazilian Power Sector: operational, commercial and regulatory aspects. **IEEE Latin America Transactions**, v. 100, n. 1e, 19 mar. 2021.
- GONÇALVES JUNIOR, D.; SAUER, I. L. Reestruturação do setor elétrico brasileiro: estratégia de retomada da taxa de acumulação do capital? 2002.
- GROSSI, M. P.; TONIOL, R. **Cientistas sociais e o Coronavírus**. São Paulo; Florianópolis: ANPOCS; Tribo da Ilha, 2020.
- HARAWAY, D. J. **Staying with the trouble: making kin in the Chthulucene**. Durham: Duke University Press, 2016.
- HARVEY, P.; JENSEN, C. B.; MORITA, A. (EDS.). **Infrastructures and social complexity: a companion**. London ; New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2017.
- HARVEY, P.; KNOX, H. **Roads: an anthropology of infrastructure and expertise**. Ithaca ; London: Cornell University Press, 2015.
- HAUSER, P. *et al.* Covid-19's Impact on European Power Sectors: An Econometric Analysis. **Energies**, v. 14, n. 6, p. 1639, 15 mar. 2021.
- HETHERINGTON, K. (ED.). **Infrastructure, environment, and life in the Anthropocene**. Durham: Duke University Press, 2019.
- HOSSEINI, S. E. An outlook on the global development of renewable and sustainable energy at the time of COVID-19. **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101633, 1 out. 2020.

- HUGHES, T. The Evolution of Large Technological Systems. In: BIJKER, W. E.; PINCH, T.; HUGHES, T. (Eds.). **The social construction of technological systems**. Cambridge, Mass: MIT Press, 2012.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2020**. [s.l: s.n.].
- JENSEN, C. B.; MORITA, A. Infrastructures as Ontological Experiments. **Engaging Science, Technology, and Society**, v. 1, p. 81–87, 8 nov. 2015.
- JIANG, P.; FAN, Y. V.; KLEMESŠ, J. J. Impacts of COVID-19 on energy demand and consumption: Challenges, lessons and emerging opportunities. **Applied Energy**, v. 285, p. 116441, 1 mar. 2021.
- KUZEMKO, C. *et al.* Covid-19 and the politics of sustainable energy transitions. **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101685, out. 2020.
- LARKIN, B. The Politics and Poetics of Infrastructure. **Annual Review of Anthropology**, v. 42, n. 1, p. 327–343, 2013.
- LARKIN, B. Promising Forms: The Political Aesthetics of Infrastructure. In: **The Promise of Infrastructure**. Durham: Duke University Press, 2018.
- LATOUCHE, S. **Pequeno Tratado do Decrescimento Sereno**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.
- LATOUR, B. When things strike back: a possible contribution of ‘science studies’ to the social sciences. **The British Journal of Sociology**, v. 51, n. 1, p. 107–123, 2000.
- LATOUR, B. **Imaginar gestos que barrem a produção pré-crise**. Disponível em: <<https://n-1edicoes.org/008-1>>. Acesso em: 14 jul. 2020a.
- LATOUR, B. **Diante de Gaia: Oito conferências sobre a Natureza no Antropoceno**. São Paulo: UBU EDITORA, 2020b.
- LAW, J. On Sociology and STS. **The Sociological Review**, v. 56, n. 4, p. 623–649, 1 nov. 2008.
- LORENZO, H. C. DE. O setor elétrico brasileiro: passado e futuro. **Perspectivas: Revista de Ciências Sociais**, 2001.
- MARKOLF, S. A. *et al.* Interdependent Infrastructure as Linked Social, Ecological, and Technological Systems (SETSS) to Address Lock-in and Enhance Resilience. **Earth’s Future**, v. 6, n. 12, p. 1638–1659, 2018.

- MASTROPIETRO, P.; RODILLA, P.; BATLLE, C. Emergency measures to protect energy consumers during the Covid-19 pandemic: A global review and critical analysis. **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101678, 1 out. 2020.
- MIGUEL, J. C. H. Perspectivas das infraestruturas: organização, conhecimento e poder. **Pensata: Revista dos Alunos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da UNIFESP**, v. 9, n. 2, 2020.
- MIGUEL, J. C. H.; FIGUEIREDO, F. **Antropologia das Infraestruturas**. Disponível em: <<https://ea.ffe.usp.br/subcampos/antropologia-das-infraestruturas>>. Acesso em: 22 maio. 2022.
- MIGUEL, J. C. H.; TADDEI, R. Electrical energy infrastructure and social worlds: An anthropological perspective on the circulation of meteorological artifacts. **Energy Research & Social Science**, v. 90, p. 102641, 1 ago. 2022.
- MIGUEL, J. C. H.; TADDEI, R. R.; FIGUEIREDO, F. S. Coronavirus, infrastructures and the sociotechnical (dis)entanglements in Brazil. **Social Sciences & Humanities Open**, v. 4, n. 1, p. 100146, 1 jan. 2021.
- MOL, A. Política ontológica: Algumas ideias e várias perguntas. In: ARRISCADO NUNES, J.; ROQUE, R. (Eds.). **Objectos impuros: experiências em estudos sobre a ciência**. Biblioteca das ciências. Porto: Afrontamento, 2008.
- MONGILI, A.; PELLEGRINO, G.; BOWKER, G. C. (EDS.). **Information infrastructure(s): boundaries, ecologies, multiplicity**. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2014.
- NOROUZI, N. *et al.* When pandemics impact economies and climate change: Exploring the impacts of COVID-19 on oil and electricity demand in China. **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101654, out. 2020.
- ONS. **Sumário Executivo da Programação Mensal de Operação - Abril de 2020**. , 2020a.
- ONS. **Sumário Executivo da Programação Mensal de Operação - Novembro de 2020**, 2020b.
- ONS. **Boletim Mensal de Carga - Abril de 2020**, 2020c.
- ÖZDEN-SCHILLING, C. **The current economy: electricity markets and technoeconomics**. Stanford, California: Stanford University Press, 2021.

- PABLO SOLÓN. **Alternativas Sistêmicas: Bem viver, decrescimento, comuns, ecofeminismo, direitos da Mãe Terra e desglobalização**. São Paulo: Editora Elefante, 2019.
- PARRA, H. **Tessituras de uma cultura tecnopolítica**, 2017. Disponível em: <<https://pimentalab.milharal.org/2017/09/19/sol/>>. Acesso em: 30 jan. 2021
- ROBERTO D'ARAUJO. **O setor elétrico brasileiro - uma aventura mercantil**. Brasília: Confea, 2009.
- SOVACOOOL, B. K.; FURSZYFER DEL RIO, D.; GRIFFITHS, S. Contextualizing the Covid-19 pandemic for a carbon-constrained world: Insights for sustainability transitions, energy justice, and research methodology. **Energy Research & Social Science**, v. 68, p. 101701, out. 2020.
- STAR, S. L. This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. **Science, Technology, & Human Values**, v. 35, n. 5, p. 601–617, 2010.
- STAR, S. L. A Etnografia da Infraestrutura. **Revista AntHropológicas**, v. 31, n. 2, 2020.
- STAR, S. L.; BOWKER, G. C.; NEUMANN, L. J. Transparency beyond the Individual Level of Scale: Convergence between Information Artifacts and Communities of Practice. In: BISHOP, A. P.; BUTTENFIELD, B. P.; VAN HOUSE, N. A. (Eds.). **Digital Library Use: Social Practice in Design and Evaluation**. London; Cambridge: MIT Press, 2003.
- STAR, S. L.; GRIESEMER, J. R. Institutional Ecology, “Translations” and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. **Social Studies of Science**, v. 19, n. 3, p. 387–420, 1989.
- STAR, S. L.; RUHLEDER, K. Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access for Large Information Spaces. **Information Systems Research**, v. 7, n. 1, p. 111–134, mar. 1996.
- STENGERS, I. **No tempo das catástrofes - resistir à barbárie que se aproxima**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.
- TAIBO, C. **Decrescimento, Crise, Capitalismo**. [s.l.]: Estaleiro Editora, 2010.
- VAILATI, A.; D'ANDREA, A. Antropologia da Infraestrutura no Brasil: Desafios Teóricos e Metodológicos em Contextos Emergentes. **Revista AntHropológicas**, v. 31, n. 2, 2020.
- VOGEL, J. *et al.* Socio-economic conditions for satisfying human needs at low energy use: An international analysis of social provisioning. **Global Environmental Change**, p. 102287, 29 jun. 2021.

