

## REGULADO

MERCADO DISTRIBUIÇÃO MERCADO REGULADO - 19 de Maio de 2020

# Quantificando os Efeitos da COVID-19 no Consumo de Energia Elétrica Brasileiro

Nas nossas análises, estimamos uma não materialização (redução) de 12.2% do consumo total do Brasil que deveria ter ocorrido entre os dias 24 de março de 2020 e 06 de maio de 2020 em função da COVID-19.

O perfil de consumo de energia elétrica do brasileiro mudou drasticamente após o dia 21 de março de 2020,



ARTIGO

ALEXANDRE STREET, ANDRÉ GUTIERREZ, DAVI VALLADÃO, ERICA TELLES, GUILHERME BODIN E PEDRO LEITE, DA PUC-RIO

Equipe do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio

quando medidas de distanciamento social foram implementadas. A queda generalizada no consumo, após sancionadas as medidas restritivas, já deixou claro o tamanho do buraco no consumo e deflagrou mais uma crise setorial. Dentro do âmbito do setor elétrico, o segmento mais diretamente afetado foi o da distribuição, porta de entrada de grande parte do fluxo de capital e que remunera o resto da cadeia (transmissão e geração). A Nota Técnica da ANEEL, 01/2020-GMSE/ANEEL, que trata dos impactos da COVID-19, deixa clara a necessidade do emprego de métodos analíticos para o monitoramento da crise. Neste artigo, falaremos sobre uma metodologia quantitativa para inferir a redução de consumo de energia elétrica decorrente das medidas restritivas para mitigar o avanço da COVID-19. A metodologia utiliza técnicas de previsão para a construção de um cenário contrafactual utilizado em indicadores de monitoramento da carga.

A parte difícil de se medir o consumo não materializado em função das intervenções, é que não temos a série histórica da carga que teria ocorrido caso as medidas não tivessem sido implementadas. Assim, de fato, não é possível medir o consumo evitado decorrente da COVID-19, tudo que podemos fazer é inferir tal redução. Nesse sentido, vale ressaltar que, ainda que pareça razoável, não devemos utilizar o mesmo período de 2019 para realizar esta conta. Isso porque estaríamos desprezando uma

série de tecnicidades que colocariam em xeque toda a análise. Por exemplo, estaríamos desprezando a variabilidade típica dos dados horários durante o mesmo período de 2019 (o coeficiente de variação de uma segunda-feira, por exemplo, é de 3.30% neste período) e a variação anual do consumo (comparando Janeiro de 2019 com Janeiro de 2020 observamos, por exemplo, uma redução de 3.36%).

Não obstante às dificuldades técnicas levantadas, o setor carece desses números para poder endereçar de forma assertiva inúmeras discussões a respeito dos impactos da COVID-19 nos seus diversos segmentos. Então, como podemos inferir, com embasamento científico, a redução do consumo de energia elétrica devido às restrições da COVID-19? Uma possível abordagem é a construção de um cenário contrafactual, i.e., um cenário construído para ser contrastado com um fato observado. Basicamente, este cenário pode ser obtido através da reconstrução do histórico através de um modelo de previsão baseado em informações não afetadas pela intervenção.

Desenvolvido no LAMPS PUC-Rio (*Laboratory of Applied Mathematical Programming and Statistics*), laboratório de pesquisa fundado e coordenado pelos professores do Centro Técnico Científico da PUC-Rio (CTC/PUC-Rio) Alexandre Street (do departamento de engenharia elétrica) e Davi Valladão (do departamento de engenharia industrial), os modelos utilizados foram adaptações de modelos desenvolvidos em um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (do programa de P&D ANEEL) em parceria com o Grupo Energisa S.A.. Com o objetivo de produzir o cenário contrafactual para as semanas após as intervenções, foram utilizados dados de Janeiro de 2015 a 29 de fevereiro de 2020 de consumo horário. Os dados foram obtidos do site do Operador Nacional do Sistema (ONS). É importante ressaltar que escolhemos propositalmente iniciar a criação do cenário contrafactual um pouco antes das intervenções, para avaliarmos a consistência deste cenário com os dados realizados ainda no regime pré-intervenção.

Após estimado, o modelo estatístico simula o consumo para os meses de março, abril e maio desconsiderando qualquer efeito das intervenções. Com essa simulação, determinamos um cenário contrafactual médio (valor esperado) e uma faixa de 95% de confiança para todo o histórico até a data em que este estudo foi finalizado (06 de maio). Esse processo é semelhante ao utilizado para medir as intenções de votos durante as eleições, onde são apresentadas estimativas pontuais (média) e uma faixa, ou intervalo, de confiança. Assim, apesar de escolhermos o cenário médio como contrafactual, devemos reconhecer que ele é uma estimativa e, portanto, passível de erro. O tamanho do erro é justamente controlado pelo tamanho da área cinza. O

modelo é bastante flexível e pode ser incrementado com variáveis explicativas não afetadas pela intervenção para guiá-lo de maneira mais precisa. Por exemplo, podemos pensar que a temperatura não foi afetada pela redução de atividades industriais num curto prazo e, portanto, poderíamos utilizá-la no processo de definição do contrafactual.

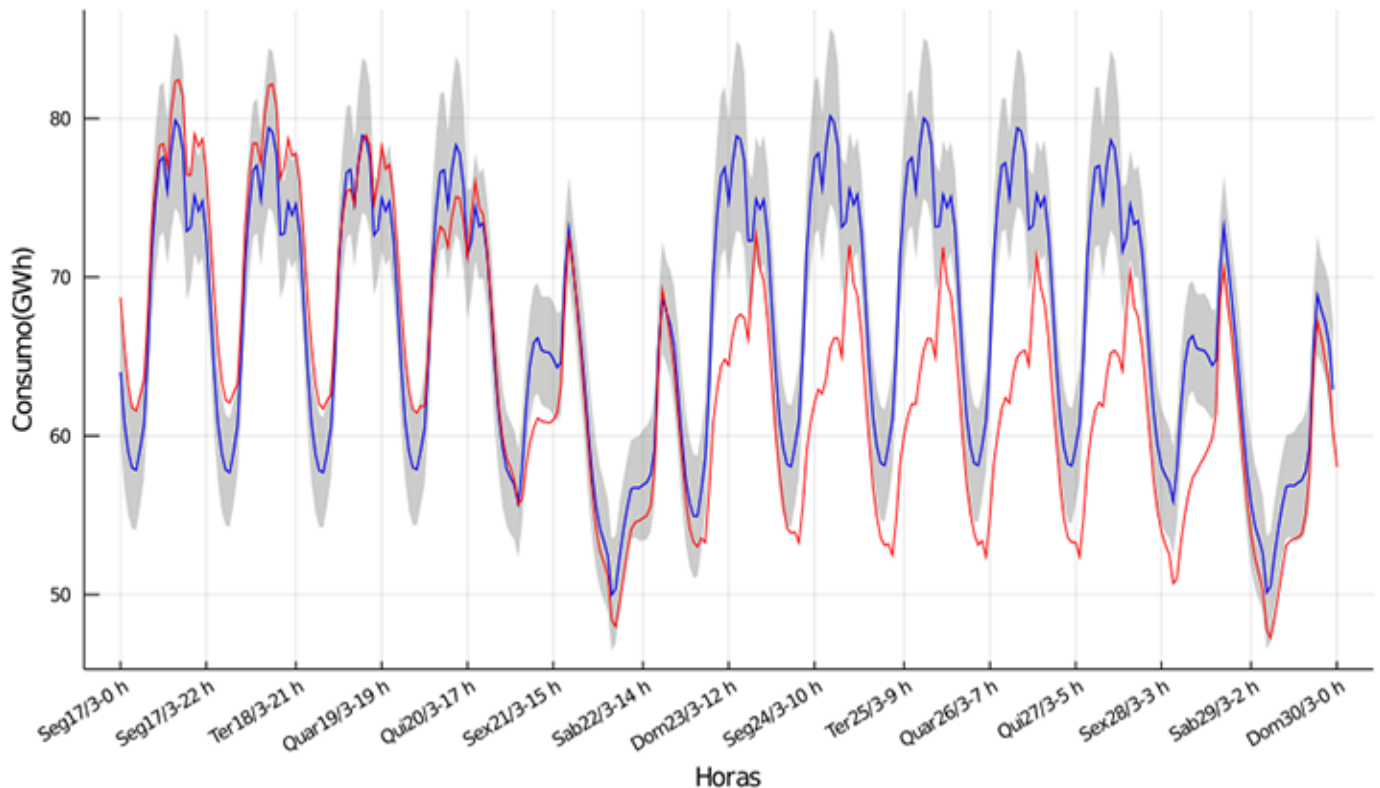


Figura 1 – Sequência de suas semanas após intervenção (de segunda, 0h do dia 17 de março de 2020, a domingo, 23h do dia 30 de março de 2020): histórico observado (linha vermelha), cenário contrafactual (linha azul), faixa de 95% de confiança para o cenário contrafactual (área cinza)

Na Figura 1, podemos ver um recorte de duas semanas (17 a 30 de março de 2020), pré e após medidas restritivas. Em vermelho, temos o consumo real (dados observados) e em azul o cenário contrafactual. Em cinza apresentamos a faixa de 95% de confiança para o cenário contrafactual. Fica claro nesta figura que, na semana pré intervenção (17 a 21 de março), o cenário contrafactual é bastante aderente ao consumo observado, corroborando a qualidade do modelo contrafactual que não utilizou esses dados em sua estimacão. Isso pode ser claramente identificado pelo fato do histórico observado permanecer dentro da faixa de confiança do cenário contrafactual na maior parte do tempo. Entretanto, na segunda-feira da semana seguinte, dia 24 de março de 2020, a mudança de comportamento impõe reduoes estatisticamente significantes no consumo agregado do Brasil.

O efeito da mudança de comportamento fica mais claro na Figura 2, que apresenta a curva de carga calculada para as semanas após o dia 24 de março de 2020 com o cenário contrafactual (azul) e com o histórico observado (vermelho). A curva de carga é uma ferramenta clássica do setor elétrico muito utilizada para apresentar visualmente o perfil típico do consumo ao longo das horas de um dia. Ela empilha as médias de cada dia da semana para cada uma das 24 horas do dia. As linhas finas são relativas aos cinco dias da semana e as linhas em negrito aos dias de final de semana (sendo o sábado sempre superior ao domingo).

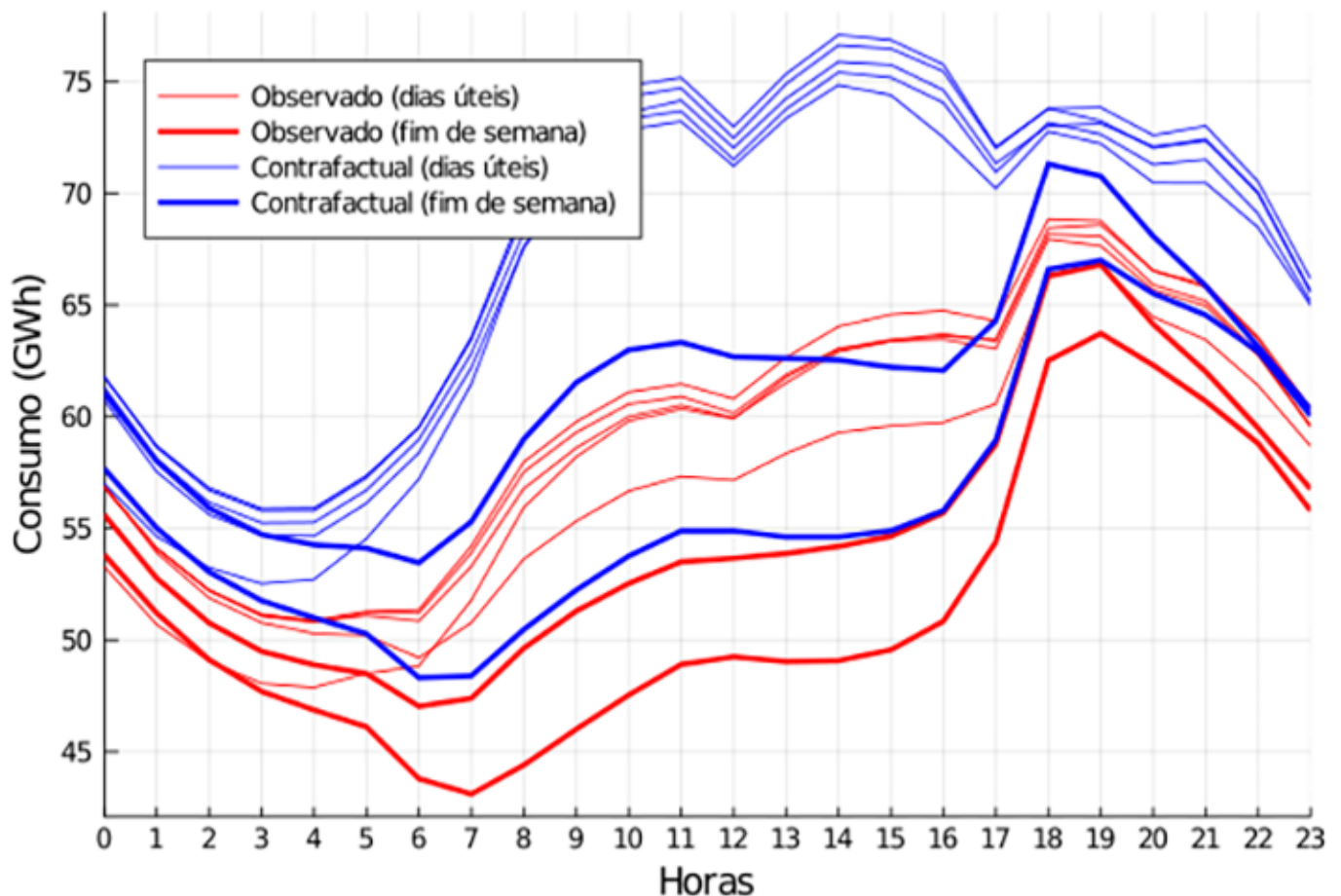


Figura 2 – Curvas de carga para diferentes dias da semana: dias úteis (linhas finas), dias de fins de semana (linhas em negrito) – curvas construídas com base no histórico observado (linha vermelhas), curvas construídas utilizando o cenário contrafactual (linhas azuis)

Dois fatos chamam atenção nesta figura com relação ao perfil dos dias úteis. O primeiro é a clara redução que o consumo observado apresentou nesses dias com relação ao cenário contrafactual. O novo perfil de consumo de um dia útil passou a se apresentar nos níveis do consumo de fins de semana (curvas vermelhas finas entre as curvas azuis em negrito). Contudo, ainda preserva algumas características de forma, como a leve redução na hora do almoço que produz um formato similar a uma corcova de camelo. Contudo, a significativa redução das atividades comerciais e industriais

fez com que os horários de pico se transferissem dos intervalos de 14h e 15h para o intervalo de 18h e 19h. Com relação aos dias de fim de semana, esses também foram afetados em nível, mas mantiveram praticamente o formato típico de pato.

Nas nossas análises, estimamos uma não materialização (redução) de 12.2% do consumo total do Brasil que deveria ter ocorrido entre os dias 24 de março de 2020 e 06 de maio de 2020 em função da COVID-19. Esse percentual é equivalente a uma média de 7.94 GWh/h ao longo do período do estudo. Para termos uma referência, esse montante é ligeiramente superior à geração média de Itaipu verificada no ano de 2019. Na Figura 3, apresentamos mais informações sobre a redução do consumo observado com relação ao cenário contrafactual. Essas diferenças são apresentadas tanto em Gigawatts médios (GWh/h) como em percentuais. Os valores são balizados pelas linhas pontilhadas horizontais em azul. Elas determinam os valores críticos para diferenças estatisticamente significantes ( $p$ -valor igual 5% para um teste de hipótese unilateral). Desta forma, a figura deixa clara a significância estatística das reduções observadas com relação ao cenário contrafactual durante o período analisado.

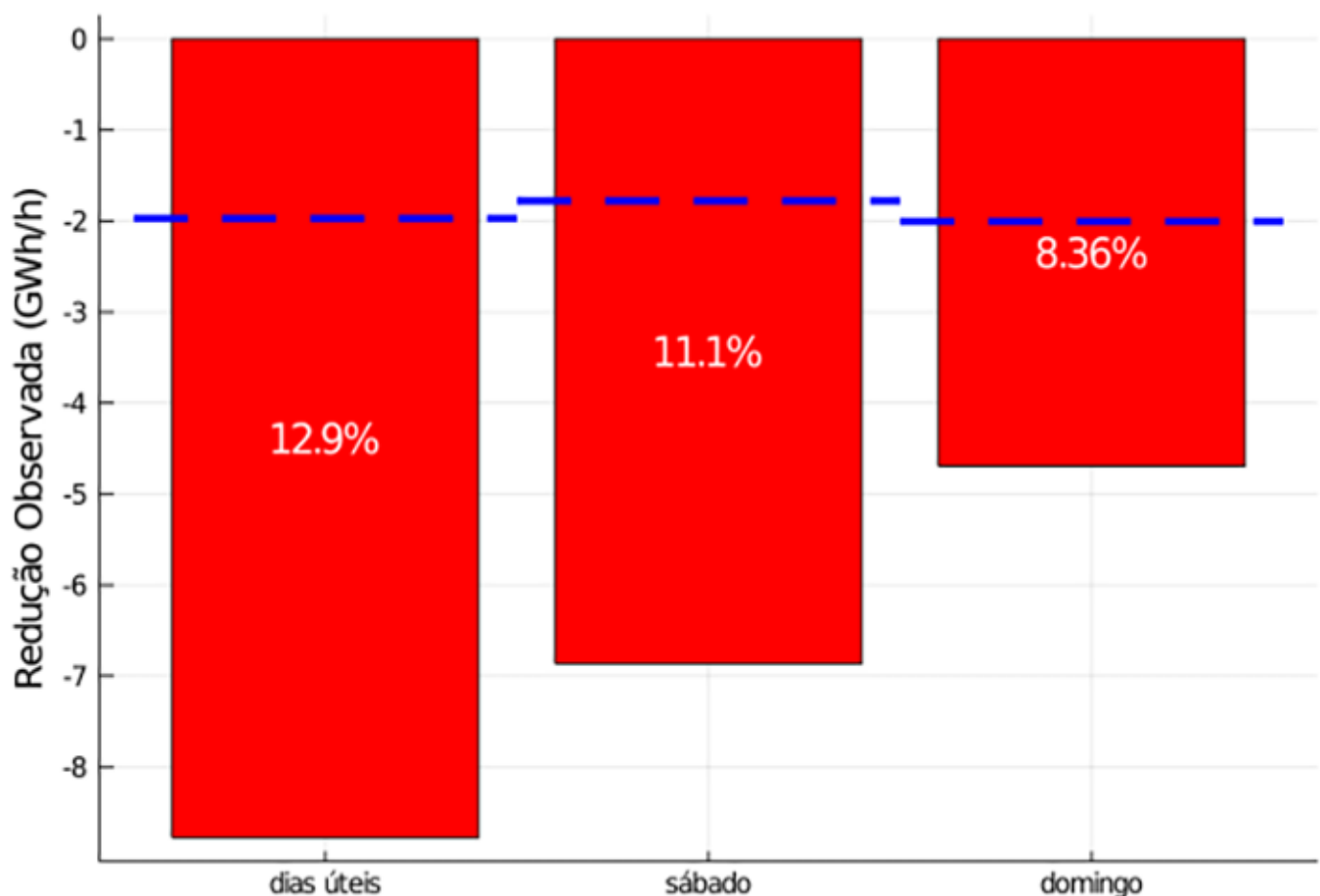


Figura 3 – Reduções observadas (em Gigawatt médio e percentual) para dias úteis e dias de fins de semana com relação ao cenário contrafactual (barras vermelhas) – valores críticos para teste de hipótese (significância 5%) com hipótese nula de que não houve redução

Os resultados apresentados nesta análise foram calculados de maneira desagregada por subsistema e, no limite, poderiam ser aplicados de forma ainda mais desagregada por distribuidora. Portanto, o estudo realizado ilustra um exemplo de como ferramentas analíticas de previsão podem ser utilizadas para a criação de indicadores de monitoramento da carga através de técnicas de construção de grupo controle sintético (contrafactual). O estudo está em linha com as demandas recentes do setor apresentadas Nota Técnica da ANEEL, 01/2020-GMSE/ANEEL e as metodologias podem ser facilmente adaptadas para regiões e empresas específicas.

***Alexandre Street, André Gutierrez, Davi Valladão, Erica Telles, Guilherme Bodin e Pedro Leite são Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio e do Laboratory of Applied Mathematical Programming and Statistics (LAMPS PUC-Rio)***