

Consumo de energia elétrica e suas emissões do dióxido de carbono: um estudo de caso no Instituto Federal de Pernambuco (campus Recife) antes e durante a pandemia do Covid-19

O mundo enfrenta problemas na produção de energia elétrica, por ser a principal fonte de emissão de dióxido de carbono, que intensifica o efeito estufa e que provoca aumento na temperatura planetária. Em 11 de março de 2020, devido à situação pandêmica da COVID-19, foram ativados protocolos antivirais individuais e coletivos, e afastamento presencial nas atividades produtivas que teve consequência na redução da demanda de energia elétrica e mitigação do equivalente de dióxido de carbono no Brasil. No Instituto Federal de Pernambuco, a suspensão das atividades presenciais acadêmicas, reduziu o consumo de energia elétrica e consequente redução de emissão de dióxido de carbono. O objetivo é comparar o consumo de energia elétrica e sua produção de dióxido de carbono no Instituto Federal de Pernambuco — Campus Recife, um ano antes e durante a pandemia do COVID-19, até 2020. É necessário obter dados do consumo de energia elétrica do IFPE; calcular e comparar a emissão de CO₂ devido ao consumo de energia elétrica do IFPE. Através de um estudo quantitativo foi realizada a análise da comparação das tarifas do consumo de energia elétrica do ano de 2019 com 2020 para obter dados da emissão de dióxido de carbono. Houve uma redução de cinquenta por cento do consumo de energia elétrica e consequentemente a mesma quantidade de dióxido de carbono. A mudança de comportamento devido a pandemia, oportunizou a implementação de uma forma muito acelerada do trabalho remoto no Instituto Federal de Pernambuco, o que não seria cogitado em uma situação normal.

Palavras-chave: Consumo; Energia elétrica; COVID-19; Dióxido de carbono.

Electrical energy consumption and its carbon dioxide emissions: a case study in the Federal Institute of Pernambuco (campus Recife) before and during the Covid-19 pandemic

The world faces problems in the production of electrical energy, as it is the main source of carbon dioxide emissions, which intensifies the greenhouse effect and causes an increase in the planetary temperature. As of March 11, 2020, due to the pandemic situation at COVID-19, individual and collective antiviral protocols were activated, and on-site leave in productive activities, which resulted in the reduction of electricity demand and mitigation of the equivalent of carbon dioxide in Brazil. At the Federal Institute of Pernambuco, the suspension of in-person academic activities, resulting from measures to contain the advance of the dissemination of the new coronavirus, resulted in a reduction in electricity consumption and a consequent reduction in carbon dioxide emissions. The objective of this study is to compare the consumption of electricity and its production of carbon dioxide at the Federal Institute of Pernambuco — Campus Recife, one year before and after the restrictions imposed by the federal government, until 2020. Through a quantitative study, the analysis of the comparison of electricity consumption tariffs for the year 2019 with 2020 to obtain data on the emission of carbon dioxide. There was a fifty percent reduction in electricity consumption and consequently the same amount of carbon dioxide. The change in behavior due to the pandemic made it possible to implement remote work at the Federal Institute of Pernambuco in a very fast way, which would not be considered in a normal situation.

Keywords: Consumption; Electricity; COVID-19; Carbon dioxide.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **10/01/2021**

Approved: **20/04/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Dulce Solange da Silva Lins
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6612446918741474>
dulce_lins@yahoo.com.br

Filipe Cordeiro
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
filipecordeiro@gmail.com

Aldo Torres Sales
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
aldo@zootecnista.com.br

Edivania Souza de Lima Vasconcelos
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
edivanialima@recife.ifpe.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2674-6492.2021.001.0003

Referencing this:

LINS, D. S. S.; CORDEIRO F.; SALES, A. T.; VASCONCELOS, E. S. L.
Consumo de energia elétrica e suas emissões do dióxido de carbono: um estudo de caso no Instituto Federal de Pernambuco (campus Recife) antes e durante a pandemia do Covid-19. **Environmental Scientiae**, v.3, n.1, p.23-35, 2021. DOI:
<http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6492.2021.001.0003>

INTRODUÇÃO

O alto consumo e demanda de energia elétrica é um problema mundial, cuja maior parte de sua produção é efetuada em usinas termelétricas. Este modelo de produção de energia elétrica ganhou grande repercussão no mundo por ser a principal fonte do aumento do nível de CO₂, em razão de ser o principal gás que acelera o efeito estufa (ANDERSON et al., 2021).

O consumo de energia elétrica no Brasil se manteve em alta até 2019, contudo em 2020 este cenário de crescimento se transformou em razão da pandemia provocada pelo novo coronavírus. De acordo com Aquino et al. (2021), esta enfermidade se propagou rapidamente em todo mundo e causou a doença COVID-19, já caracterizada como pandemia desde 11 de março de 2020. Mediante essas circunstâncias, protocolos antivirais para proteção e prevenção à disseminação do novo coronavírus, no qual são vistos os protocolos individuais e coletivos (OPAS, 2020). Além disto, o governo (federal, estadual e municipal) tomaram várias medidas emergenciais para minimizar o avanço desse vírus entre elas temos: distanciamento social, medidas de isolamento, uso obrigatório de máscaras em locais públicos, fechamento do comércio não essenciais e suspensão das aulas presenciais (DOMINGUES et al., 2020; ROSA et al., 2020).

As medidas de afastamento social provocaram a suspensão das atividades acadêmicas presenciais nas instituições de ensino que tiveram impactos na redução do consumo de energia elétrica e consequente redução da emissão dos níveis de CO₂ (AQUINO et al., 2020). Desta forma, esse artigo tem como temática o consumo de energia elétrica e sua emissão de dióxido de carbono no período de 2019 e 2020 no Instituto Federal de Pernambuco, Campus Recife.

O IFPE é utilizado e colocado como objeto deste artigo por se encaixar nas variantes examinadas nesta pesquisa, pois as suas aulas presenciais foram suspensas, todos os cursos oferecidos pelo instituto passaram a utilizar aulas não presenciais, suas atividades administrativas sofreram redução parcial e muitos funcionários estão trabalhando no modelo home office.

Esse trabalho, então, se baseou em um levantamento acadêmico documental que mostra a relação direta das ações antrópicas com a poluição ambiental, através de dados reais. Além de oferecer informações importantes para a conscientização ambiental.

Perante o exposto, o objetivo geral deste trabalho é comparar o consumo de energia elétrica e sua produção de dióxido de carbono no Instituto Federal de Pernambuco - Campus Recife, antes e após as restrições impostas pelo governo federal, no período de 2019 a 2020. Dessa forma se fez necessário: obter dados do consumo de energia elétrica do IFPE; calcular e comparar a emissão de CO₂ devido ao consumo de energia elétrica do IFPE.

Para isso, a metodologia aplicada no presente artigo tem caráter quantitativo, pois utiliza noções técnicas básicas de estatísticas para estabelecer relações com o consumo de energia elétrica e a emissão de dióxido de carbono, durante o ano de 2019, com 2020, período em que se caracterizam as primeiras repercussões ocasionadas pela pandemia do COVID-19.

REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados o panorama energético elétrico brasileiro e o consumo de energia elétrica para obter parâmetros comparativos do gasto energético no período do ano 2019 a 2020. Além disso, também, são apontadas as mudanças decorrentes da expansão dessa doença e as medidas emergenciais adotadas. Dessa forma, se fez necessário verificar as conjunturas consideradas regulares de energia e realizar uma comparação sobre o consumo associado às mudanças sofridas decorrentes da pandemia da COVID-19, elementos importantes para a leitura do consumo e sua relação com a emissão do dióxido de carbono.

Panorama energético elétrico brasileiro

O Brasil é um grande destaque internacional, quando se fala de energia. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2021), existe uma grande diferença de matriz energética e matriz elétrica. A primeira se refere ao conjunto de fontes disponíveis, já a segunda é formada por um conjunto de fontes disponíveis para geração de energia elétrica.

Segundo a EPE (2021), a matriz elétrica brasileira é composta pela geração de energia de fontes renováveis e não renováveis, na qual as fontes consideradas limpas são as provenientes de usinas hidráulicas, biomassa, eólica e solar. Já as fontes não limpas são oriundas do carvão e derivados, nuclear e derivados de petróleo. Aponta-se, que em 2019, houve uma geração de aproximadamente 651,3 TWh, sendo desta cerca 83% concebida por fontes renováveis (EPE, 2020).

Nos últimos anos houve um crescimento gradual na geração de energia elétrica ocasionado pela expansão da instalação de usinas termelétricas, solares, eólicas e, principalmente hidrelétricas (ANEEL, 2021). Contudo, observou-se uma variação considerável nessa geração associada aos impactos provenientes da pandemia da COVID-19.

Em frente a esse panorama energético brasileiro é verificado um crescimento progressivo com relação à geração e transmissão nos últimos anos. Contudo, essa expansão mostra-se ser necessária devido ao aumento significativo do consumo de energia elétrica das cidades em todo o país. Estes são reflexos não só do avanço da tecnologia em todos os setores da sociedade como também das transformações culturais consumistas dos últimos anos (ONS, 2021).

Consumo de energia elétrica no Brasil

É possível observar que, nos cinco últimos anos, há um aumento crescente e contínuo no consumo de energia elétrica no Brasil, figura 1. No entanto, por causa das medidas emergenciais decorrentes da pandemia do COVID-19, todos os setores se desestabilizaram para atender às novas condições de vida.

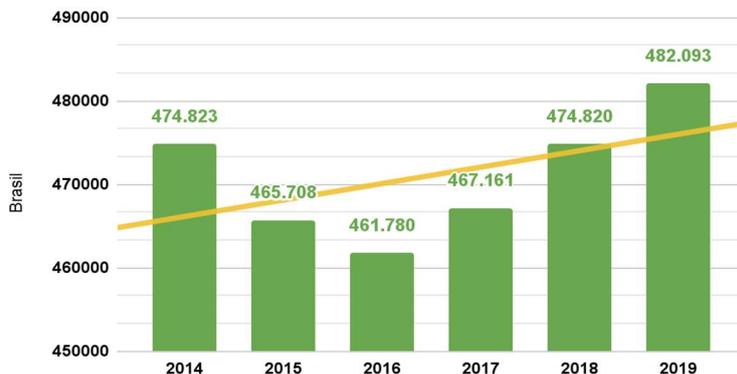


Figura 1: Evolução de consumo de energia no Brasil 2014 - 2019. Fonte: Adaptado do Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019 e 2020, EPE.

Segundo a EPE (2020), em seu Anuário Estatístico de Energia Elétrica, em 2019, o consumo total de energia elétrica no Brasil atingiu 482 TWh, constando uma alta de 1,6% com relação ao ano anterior, na qual os setores residenciais, comerciais, serviços e indústrias foram os seus principais consumidores. É possível notar uma variação de 3.419 GWh no consumo de energia, no qual o menor valor lançado foi de 38.303 GWh e o maior de 41.722 GWh. Uma das maiores quedas é verificada no período entre junho e setembro, o qual representa o período com menor consumo de energia no ano. Por fim, no último trimestre do ano, também é constatado um crescimento gradativo do consumo, como pode ser visto na Figura 2 (EPE, 2020).

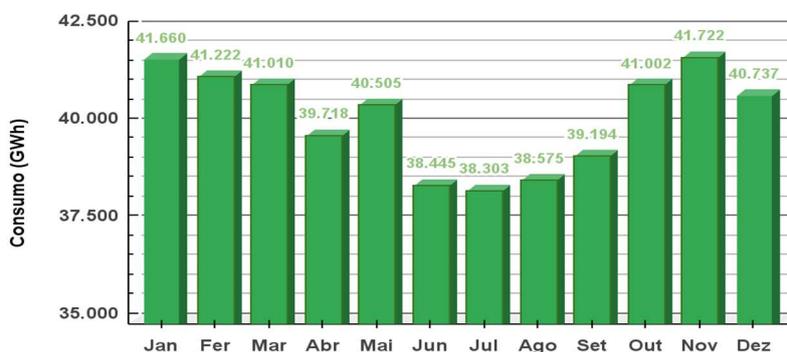


Figura 2: Consumo de Energia no Brasil - 2019. Fonte: adaptado da EPE (2020).

Quando se trata de 2020, devido ao período de desenvolvimento desta pesquisa, ainda não se tem o anuário estatístico do consumo de energia com base em 2020. Dessa forma, se fez necessário uma análise a partir da Resenha Mensal do Mercado de energia elétrica do ano de 2020, disponíveis pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020).

Isto posto, de acordo com as resenhas 2020, EPE (2020), é visto que o consumo de energia elétrica foi de 474 TWh. É possível observar, também, uma retração de 1,72%, com relação a 2019, na qual os setores residenciais, comerciais/serviços, e indústrias foram os seus principais consumidores. É verificado que no primeiro trimestre não houve uma grande variação no consumo, pois só foi instaurada a doença da Covid-19, como uma pandemia na metade do mês de março de 2020 pela OMS (2020). No segundo trimestre é observado uma queda expressiva, no qual logo em abril é registrada uma queda de 3.800 GWh. No terceiro trimestre é vista uma ascendente significativa. Por fim, no último trimestre, é constatado o maior pico de consumo do ano, em outubro. No qual nos meses seguintes houve uma estabilidade. Esse

comportamento pode ser observado de forma mais clara pela Figura 3.

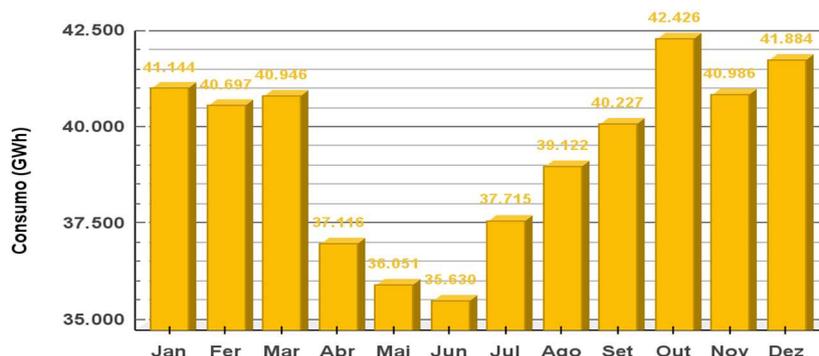


Figura 3: Consumo de Energia no Brasil - 2020. Fonte: adaptado de EPE (2020).

No ano de 2020, de acordo com EPE (2020), o consumo no setor residencial foi de 149 TWh. No primeiro trimestre verificou-se que houve uma queda no consumo de energia residencial devido às condições climáticas, sob a influência das regiões sudeste e sul. Já, no segundo trimestre verificou-se uma alta no consumo, devido ao ciclo de faturamento e o reflexo negativo da pandemia do novo coronavírus onde se instaurou o isolamento social. O consumo continuou em ascensão em todo o país nos demais trimestre do ano, com destaque em: julho, nas regiões Sul (8,8%) e Sudeste (6,6%); outubro, com o terceiro avanço consecutivo geral total; e em dezembro o maior consumo desde 2004, com ênfase para a região do Centro-Sul.

É crucial notar que, quando se é colocado lado a lado os dados de consumo de energia elétrica dos anos de 2019 e 2020, figura 4. No primeiro trimestre, é percebida uma variação pouco significativa, os números ainda não refletem os impactos da COVID-19. Já no segundo trimestre é verificada queda expressiva no consumo em todo o país, em função das medidas emergenciais de isolamento social. De julho até outubro ocorreu uma recuperação acelerada e gradativa do consumo de energia, no qual outubro foi o maior destaque. Nos dois últimos meses é visto o início de uma estabilização com o menor registro do que em novembro (EPE, 2020).

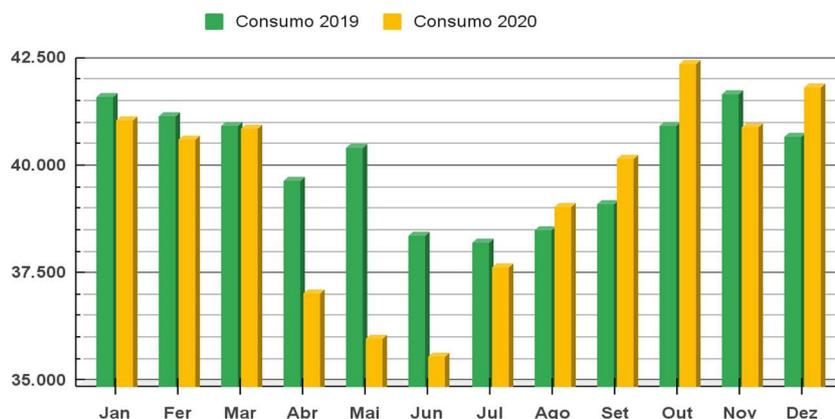


Figura 4: Comparativo do consumo de energia no Brasil 2019 / 2020. Fonte: adaptado de EPE (2020b, 2020c).

É importante observar as variações em função dos episódios que mais repercutiram no cenário energético. Dessa forma, para essa análise foram selecionados os eventos destacados nos setores

residenciais e comércio/serviço.

No setor residencial é percebido um aumento de 5,5 TWh, isto é, um aumento de 3,7%. Estes dados estão relacionados com condições climáticas de uma forma mais branda, mas também, principalmente, com quarentena generalizada decretada desde março de 2020, no qual a população é submetida à mudança repentina de distanciamento e isolamento social. Estas medidas foram as razões determinantes para o aumento de permanência das pessoas em suas residências, diferente do ano anterior (EPE, 2020).

No setor comércio/serviço, é verificada uma queda de 10 TWh, o que é cerca de 8,2%. É verificada a existência de uma perda já em 2019, a qual foi agravada em 2020 após os eventos decorrentes da pandemia. No início, as medidas de isolamento social e o próprio fechamento de todos os serviços, exceto os essenciais, interferiram na retração do consumo. Contudo, o redirecionamento do comércio de equipamentos de proteção e higiene (álcool, máscara etc.), além do próprio auxílio emergencial, de seiscentos reais, no decorrer do ano fez atenuar a queda nesse setor (EPE, 2020).

Diante dessas informações, é vista uma redução de energia e conseqüentemente de carbono. De acordo com Sanquetta et al. (2017) é possível quantificar e analisar as emissões de CO₂ em função do consumo de energia elétrica. Essa relação é essencial para o desenvolvimento desta pesquisa, pois serve como critério de avaliação dos impactos ambientais causados pelo consumo.

Consumos de energia elétrica e sua equivalência com dióxido de carbono

O dióxido de carbono é um gás indispensável na natureza, pois é um composto químico essencial para manter a vida no planeta. Este gás é liberado de forma natural ou através das atividades humanas para atmosfera (NASA, 2021). Contudo a alta concentração de CO₂ na atmosfera intensifica o efeito estufa, que está relacionado com aumento da temperatura global e alterações no ecossistema.

Na intenção de controlar a emissão desses gases foram adotadas algumas medidas, dentre elas o protocolo de Quioto. A partir deste protocolo surge o mercado de comercialização de créditos de carbono.

Dentre todos os Gases de Efeito Estufa - GEE, o dióxido de carbono se destaca devido sua alta concentração na atmosfera em relação aos demais. Desse modo ele foi eleito, pelo Protocolo de Quioto, como o representante principal para definir o potencial de aquecimento global, também conhecida pela sigla GWP¹. Com base nesse conceito, surge a expressão carbono equivalente, expressa pela sigla CO₂eq, no qual por convenção foi adotado o valor de um crédito para o potencial de aquecimento global do gás carbônico, o que equivale a uma tonelada de CO₂ (POYER et al., 2020).

Conforme o SENAI (2017), em sua Cartilha Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, para gerenciar e contabilizar emissões de GEE é verificado que a metodologia mais utilizada é o GHG Protocol, uma ferramenta utilizada para calcular as quantidades de emissões de gases de efeito estufa decorrente das operações, produtos e SENAI (2017) serviços de uma organização. Esta metodologia, no Brasil, é totalmente independente, porém também adota as normas da ISO 14064 e os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC (LEFÉVRE et al., 2020).

¹ GWP é uma sigla em inglês de Greenhouse Gas Emissions Environmental Scientiae
v.3 - n.1 • Dez 2020 a Mai 2021

Ainda, de acordo Cartilha Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, SENAI (2017), a metodologia utilizada no GHG Protocol do Brasil, divide as emissões dos Geeks em três grandes escopos: o escopo I registra as emissões diretas que são geradas pela organização; o escopo II computa as emissões indiretas que são provenientes da aquisição de energia elétrica consumida pela empresa é gerada em outro local; e o escopo III que são emissões indiretas basicamente relacionadas a viagens de negócios, veículos atividades terceirizadas. Isto posto, este trabalho se insere no escopo II, pois tem como objetivo estimar as emissões indiretas de CO₂eq do consumo de energia elétrica.

Diante deste conceito e com a calculadora² de CO₂ disponibilizada no site da Fundação SOS Pró-Mata Atlântica (2021), pode-se calcular o CO₂eq, que foi emitido no Brasil nos anos de 2019 e 2020. O consumo de energia elétrica de 2019 foi 482.093 GWh, e seu equivalente é 142.314 TonCO₂eq. Já no que se refere ao consumo de energia em 2020, que foi de 473.944 GWh, obtém-se 139.908 TonCO₂eq. Em outros termos, é visto uma diferença de emissões de 240.395 TonCO₂eq. Dessa forma é percebida uma diminuição considerável correspondente a 1,69% de emissão de carbono.

Pandemia do Covid-19

Segundo a OMS (2020), o novo coronavírus (SARS-CoV-2) é altamente contagioso e causa a patologia COVID-19, a qual é caracterizada desde 11 de março de 2020 como uma pandemia. Diante da dimensão de transmissão e periculosidade o mundo começou a adotar diversas medidas para diminuir os impactos dessa doença (ALMEIDA et al., 2021).

No Brasil, é verificada a adesão de quatro principais ações emergenciais relacionadas ao tema desta pesquisa: isolamento social; fechamento do comércio (exceto serviços essenciais); a obrigatoriedade de equipamentos de higiene e segurança; e a suspensão das aulas da rede pública e particulares de ensino. Em frente a cada uma dessas medidas emergenciais é possível constatar impactos determinantes para o consumo de energia e sua emissão dióxido de carbono na atmosfera, sobretudo no que se refere às mudanças de comportamento social; na educação e no meio ambiente (AQUINO et al., 2020). No Quadro 1, a seguir, é possível observar essas relações de consequência.

Essa crise mundial gerou múltiplos desafios aos sistemas de saúde e não foi diferente para o sistema educacional. A mudança obrigatória da modalidade presencial para não presencial, foi imposta pelo governo devido à consequência da pandemia do COVID-19 de forma repentina, o que afetou a vida cotidiana de professores e alunos (BRASIL, 2020). Em relação aos professores, são verificados desafios relativos à preparação de aulas remotas (produção de conteúdos digitais) e adaptação do uso de plataformas digitais, a qual exige do profissional de educação o conhecimento e manuseio das ferramentas tecnológicas educacionais (CONTE et al., 2020).

As medidas de afastamento do trabalho ofereceram oportunidade de se colocar à prova a modalidade de ensino a distância. Segundo Barros et al. (2021) este modelo de ensino está em evidência em diversos debates nas comunidades educacionais com relação a sua eficiência e adaptação. Este novo formato de trabalho, não presencial, trouxe múltiplas implicações para o meio ambiente relativas ao

tráfego urbano.

Quadro 1: Medidas emergenciais e seus impactos.

PRINCIPAIS MEDIDAS EMERGENCIAIS ADOTADAS NA PANDEMIA DO COVID-19	IMPACTOS DAS AÇÕES EMERGÊNCIAS
Isolamento Social (Lockdown)	<ol style="list-style-type: none">1. Suspensão das aulas presenciais;2. Home office;3. Aumento do consumo de energia residencial;4. Ampliação da geração de resíduos domiciliares.
Fechamento Temporário de Lojas e Comércio (Exceto Serviços Essenciais)	<ol style="list-style-type: none">1. Crescimento do comércio online.2. Diminuição total do consumo de energia
Obrigatoriedade do Uso de Equipamentos Proteção Individual (EPI's) e Ações Higiênicas	<ol style="list-style-type: none">1. Mudanças de hábitos como: uso de máscaras, luvas, batas descartáveis;2. Higienização de superfície e objetos;3. Aumento da produção de resíduos sólidos hospitalares.
Suspensão das aulas da rede pública e particulares de ensino	<ol style="list-style-type: none">1. Adaptação em muitos casos o ensino a distância;2. Problemas Psicológicos em docentes e discentes;3. Aumento da Evasão escolar;

Fonte: adaptado de Aquino et al. (2020)

De acordo com Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa – SEEG, os transportes motorizados contribuem para poluir a atmosfera, os quais afetam diretamente a saúde pública, principalmente, por meio de doenças do aparelho respiratório. O consumo de combustíveis do mês de março de 2019 em comparação com o de 2020, pode-se observar que houve uma retração do transporte individual de passageiros, pois a população foi orientada a ficar em casa, refletindo em menor demanda de gasolina que caiu 13% (SEEG, 2020).

O isolamento social intensificou a geração de resíduos sólidos, tanto domiciliares quanto os de serviços de saúde. No que concerne a ampliação de resíduo residencial é percebida uma relação direta com o aumento dos serviços de entrega sejam eles dos alimentos ou acessórios descartáveis (ZAMBRANO-MONSERRATE et al., 2020). Já sobre os resíduos hospitalares, é visto um crescimento considerável, pois aumentou a demanda do uso de EPI no combate da transmissão do novo coronavírus (FELISARDO, 2021).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE em seu Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2018/2019, é importante frisar que o descarte de uma boa parte dos resíduos domiciliares é efetuado de forma inadequada, em lixões e aterro controlado, portanto contribui para a contaminação do ambiente. Por outro lado, os resíduos hospitalares são incinerados, porém esse processo gera materiais particulados o que causam prejuízo para a saúde humana (ABRELPE, 2020).

METODOLOGIA

A pesquisa de caráter quantitativo caracteriza e estabelece relações com o consumo de energia elétrica e a sua emissão de dióxido de carbono na atmosfera através de ferramentas estatísticas. O estudo foi realizado no Instituto Federal de Pernambuco, Campus Recife. Este local de estudo foi escolhido devido às condições emergenciais de pandemia, uma vez que se fez necessária a escolha de uma área de estudo

que apresentasse uma facilidade de acesso aos dados de consumo de energia elétrica. Além disso, tornou-se fundamental que o objeto de estudo escolhido tivesse sido afetado pelas medidas emergências e as mudanças de comportamento.

A pesquisa então foi realizada em três etapas. Na primeira etapa foi realizado o estudo das variações no consumo de energia elétrica mensal do IFPE em 2019. Para isto, foi necessário realizar uma coleta dos dados das faturas mensais do consumo de energia elétrica do IFPE em 2019. Com as informações coletadas foram construídos gráficos e tabelas para verificar o comportamento das variações do consumo durante os meses. Em seguida, na segunda etapa foi realizado o estudo das variações do consumo de energia elétrica do IFPE em 2020. Para tal fim, foi fundamental executar novamente uma coleta dos dados das faturas mensais do consumo de energia elétrica do IFPE. Com estes dados coletados foram produzidos gráficos e tabelas para verificar o comportamento das variações do consumo durante os meses. Por fim, na terceira etapa, foi realizada comparação do consumo de energia elétrica e sua emissão de CO₂ com os dados obtidos na primeira e segunda etapa, isto é, com as informações do consumo de energia elétrica do IFPE de 2019 e 2020. Dessa forma, foi possível analisar as variações do consumo de energia elétrica em relação às mudanças de comportamento decorrentes da pandemia. Sobre o equivalente de carbono, com dados obtidos de 2019 e 2020, foi possível quantificar a emissão de CO₂ através da calculadora de CO₂ disponibilizada no site da Fundação SOS Pró-Mata Atlântica (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1ª ETAPA - Consumo de energia elétrica do IFPE no ano de 2019

Em posse das faturas, foi efetuada a construção da tabela de consumo de energia elétrica do IFPE em 2019, observado foi possível ter uma noção numérica da quantidade de energia elétrica consumida nas condições normais de funcionamento do Instituto Federal de Pernambuco em 2019. Em seguida, com base nesta tabela, foi possível desenvolver gráficos de evolução com o intuito de avaliar as transformações ocorridas de uma forma mais visual, figura 5.

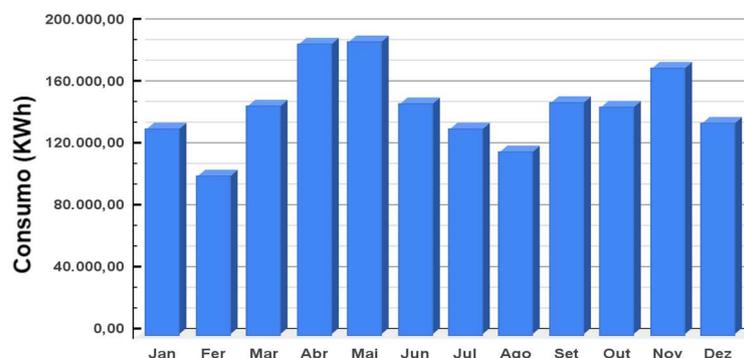


Figura 5: Gráfico do de energia elétrica no IFPE - 2019.

Em frente a este gráfico, figura 5, foi notada por meio do gráfico uma baixa oscilação no consumo de energia elétrica. De acordo com o Relatório de Gestão 2019 do IFPE existiam 1.210 pessoas que frequentavam a instituição nas condições normais de funcionamento do instituto (BRASIL, 2019). Dessa

forma, estes dados referentes a 2019 são definidos como parâmetros iniciais, pois referem-se às condições normais do instituto.

2ª ETAPA - Consumo de energia elétrica do IFPE no ano de 2020, durante o primeiro ano da pandemia do COVID-19

Em seguida, partiu para a elaboração da tabela de 2020. É importante mencionar, que diferente dos dados de 2019, as informações do consumo de 2020 foram constituídas tanto pelas faturas de 2020 (janeiro e fevereiro) como também o histórico do consumo (demais meses) adquirido através do site da Celpe com as informações do instituto verificadas nas contas cedidas pelo IFPE.

Na tabela de consumo de energia elétrica de 2020, foi possível ter uma noção numérica da quantidade do consumo em condições adversas, ou seja, durante o início da pandemia. No qual se observou, nos meses subsequentes a março de 2020, o consumo de energia elétrica foi abaixo dos meses anteriores. É constatada que essa baixa brusca no consumo aconteceu após as medidas impostas pelo Governo Federal para conter o avanço da pandemia do COVID-19 (CASTILHO et al. 2020). Em seguida, da mesma forma que na primeira etapa foi desenvolvido o gráfico de evolução de 2020, figura 6.

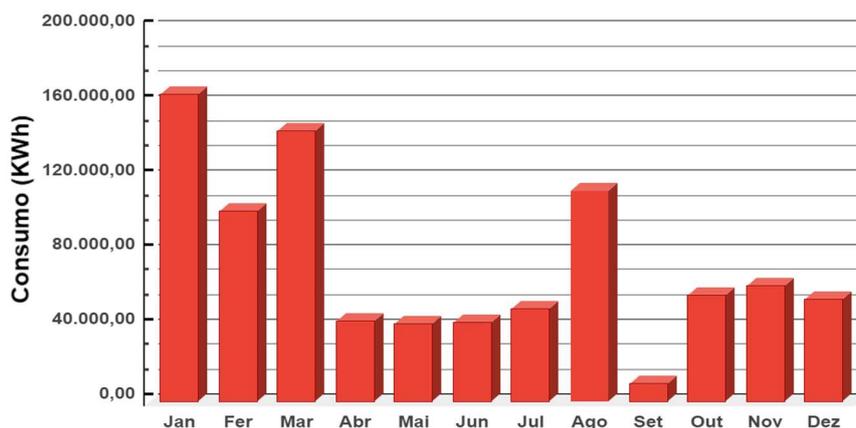


Figura 6: Gráfico de consumo de energia elétrica no IFPE (2020).

Através do gráfico da figura 6, foi visto no primeiro trimestre que se consta os maiores valores de consumo. Em seguida, no segundo trimestre, é vista uma queda vertiginosa com números que pairam os 40.000 KWh causadas pelas às ações adotadas no Instituto Federal de Pernambuco no intuito de cumprir as medidas de isolamento social. No terceiro semestre também é observada uma variação grande, com o seu nível mais baixo do ano em setembro, o qual está diretamente relacionado às medidas institucionais do Plano de contingência do Instituto Federal de Pernambuco frente a pandemia da doença pelo SARC-COV-2 - COVID-19 (BRASIL, 2020). Por fim, no quarto semestre, é verificada uma recuperação com valores que giram em torno dos 57.700 KWh, associada à retomada gradativa das atividades administrativas (BRASIL, 2020) em função da flexibilização das medidas restritivas no combate da pandemia. Além disso, é importante constatar que o consumo de energia elétrica total deste ano foi de 888.148,28 KWh.

3ª ETAPA - Comparação das variações do consumo de energia elétrica dos anos de 2019 a 2020 para análise das emissões de CO₂

Com os dados de consumo de 2019 e 2020, foi elaborada a tabela 1 a fim de quantificar a diferença de CO₂ emitido. Nesta tabela observaram-se variações entre o consumo do ano de 2019 com 2020 no qual se se evidenciou que os números do consumo de 2020 nos meses de abril até dezembro, exceto agosto foram consideravelmente inferiores ao ano anterior. Esta disparidade de consumo total entre os dois anos corresponde a uma redução de aproximadamente 50% (cinquenta por cento). Além disso, como estes dados de diferença de consumo através da calculadora de CO₂ disponibilizada no site da Fundação SOS Pró-Mata Atlântica foi possível calcular o CO₂eq.

Tabela 1: Comparação do consumo e economia de energia elétrica do IFPE 2019/2020.

Meses	Consumo		Economia de energia elétrica 2020 (KWh)
	2019 (KWh)	2020(KWh)	
Jan.	133.332,48	165.120,40	-31.787,92
Fev.	102.418,56	102.565,00	-146,44
Mar.	148.336,56	145.399,68	2.936,88
Abr.	187.942,24	43.611,12	144.331,12
Mai	189.692,28	41.708,24	147.984,04
Jun.	149.519,52	42.708,24	106.811,28
Jul.	133.069,68	49.882,32	83.187,36
Ago.	118.121,60	113.515,92	4.605,68
Set.	150.195,53	9.543,60	140.651,93
Out.	147.003,12	57.003,12	90.000,00
Nov.	172.449,36	62.311,68	110.137,68
Dez.	136.584,00	54.691,92	81.892,08
Total	1768664,9	888148,28	880516,65

Com essas informações foi possível calcular a economia de energia elétrica do IFPE advindas das mudanças administrativas adotadas durante a situação pandêmica do país em 2020, como pode ser ver no gráfico a seguir, figura 7.



Figura 7: Gráfico da economia do consumo energia elétrica mensais de 2020.

Diante dessa apuração e avaliação dos dados obtidos no IFPE foi percebida uma economia considerável em proporção com o Brasil do consumo de energia associada, principalmente, a transição do ensino a distância.

O resultado do presente trabalho em relação ao consumo e economia do IFPE durante o período

pandêmico do COVID-19 corroboram com o trabalho de Leal et al. (2020) e Penteado et al. (2021), os quais também trouxeram o viés metodológico quantitativo semelhante, com o estudo comparativo dos dados do consumo de energia no qual o segundo também é verificado a equivalência de dióxido de carbono. Nos dois estudos são observados objetivos semelhantes.

Diante desses dados de consumo de energia foi possível calcular o CO₂eq no IFPE nos anos de 2019 e 2020, através da calculadora de CO₂ disponibilizada no site da Fundação SOS Pró-Mata Atlântica, como pode ser visto na tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Comparação da emissão de CO₂ em 2019 / 2020.

Meses	Emissão CO ₂ 2019 (TonCO ₂)	Emissão CO ₂ 2020 (TonCO ₂)
Janeiro	39,36	48,74
Fevereiro	30,23	30,28
Março	43,79	42,92
Abril	55,48	12,87
Mai	56,00	12,34
Junho	44,14	12,61
Julho	39,28	14,73
Agosto	34,87	33,51
Setembro	44,34	2,82
Outubro	43,40	16,83
Novembro	50,91	18,39
Dezembro	40,32	16,14
Total	522,12	262,18

Em frente a esses dados foi visto que o consumo de energia elétrica de 2019 foi 1.768.664,93 KWh, e seu equivalente é 522,12 TonCO₂eq. Já no que se refere ao consumo de energia em 2020, que foi de 888.148,28 KWh, obtém-se 262,18 TonCO₂eq. Em outros termos, é visto uma diferença de emissões de 259,94 TonCO₂eq. Dessa forma é percebida uma diminuição considerável correspondente a 49,78% de emissão de carbono.

É importante evidenciar que este resultado também foi confirmado nas informações do Relatório de Gestão de 2020, na qual é vista comparações entre as despesas e os serviços de energia elétrica entre os anos de 2019 e 2020. A variação negativa corresponde a 42%. (BRASIL, 2020).

CONCLUSÕES

Após análise quantitativa dos dados obtidos, o estudo demonstra que houve uma redução significativa de 50% na emissão de CO₂, equivalente por meio da diminuição do consumo de energia elétrica.

Essa mudança de comportamento imposta pela pandemia, oportunizou a implementação de uma forma muito acelerada do trabalho remoto no IFPE, o que não seria cogitado em uma situação normal.

Baseado neste estudo, é possível sugerir que a atividade acadêmica possa acontecer de forma híbrida (presencial/remoto) com a intensão de reduzir significativamente a emissão de CO₂ no meio ambiente. Além disso, abre a oportunidade para que o Instituto possa avaliar a possibilidade de implantação de utilização de fontes de energias renováveis.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: 2020.
- ALMEIDA, B. C.; LIMA, E. A.. Estudo do impacto da COVID-19 e isolamento social e suas adaptações antropogênicas: uma análise das alterações climáticas de 30 anos. **Revista Angolana de Ciências**, v.3, n.1, p.217-246, 2021.
- ANDERSON, P. R.; MERGULHÃO JÚNIOR, C.; STOFFES JÚNIOR, M. J.; STEIN, C. R.. Simulação do Efeito Estufa, da intensificação do Efeito Estufa pela presença de CO₂ e do impacto da mudança da cobertura da Terra na temperatura média do meio utilizando o Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0355>.
- ANEEL. **Capacidade instalada**. Brasília: Aneel, 2019.
- AQUINO, E. M. L.; SILVA, I. H., PESCARINI, J. M.; AQUINO, R.; SOUZA-FILHO, J. A.. Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.25, p.2423-2446, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1590/1413-81232020256.1.10502020>
- AQUINO, R.; ALVES, J.; CARVALHO, J.. Transmissão vertical do novo coronavírus. **Monumenta-Revista Científica Multidisciplinar**, v.2, n.1, p.29-36, 2021.
- BARROS, C. C. A.. Precarização do Trabalho Docente: reflexões em tempos de pandemia e pós-pandemia. **Ensino em Perspectivas**, v.2, n.2, p.1-23, 2021.
- BRASIL. **Energia Limpa**: Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira. Brasília: 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Federal de Pernambuco: Campus Recife. **Relatório de gestão de 2019**. Recife: IFP, 2019.
- BRASIL. **Portaria nº 343, de 17 de março de 2020**, 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus- COVID-19. Brasília: DOU, 2020.
- CONTE, T. P.. **Tecnologia, uma aliada da educação em tempos de pandemia**. IFSUL, 2020.
- DOMINGUES, E. P.; CARDOSO, D. F.; MAGALHÃES, A. F.. **A pandemia do Coronavírus no Brasil**: demanda emergencial de setores relacionados a saúde e impactos econômicos. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2020.
- EPE. **Balanco Energético Nacional (BEN) 2020**: Ano base 2019. 2020.
- EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**: Ano base 2019. 2020b.
- EPE. **ABCD Energia**: matriz energética e elétrica. EPE, 2021.
- FELISARDO, R. J. A.; SANTOS, G. N.. Aumento da geração de resíduos sólidos com a pandemia do COVID-19: desafios e perspectivas para a sustentabilidade. **Meio Ambiente**, v.3, n.3, 2021.
- IFPE. Campus suspende atendimento ao público e opera em sistema de rodízio: Medida visa reduzir a circulação de pessoas e prevenir o avanço do coronavírus. **Notícias Recife**, mar, 2020.
- LEAL, D. S.; CABRAL, R. P. B.; PEREIRA, K. R. O; CUTRIM, A. A.. O uso do gás natural na geração termelétrica e os impactos causados pela pandemia. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anais**. 2021.
- LEFÉVRE, G. B.; BASTOS, C.; CAMPANHA, J.. **Programa Brasileiro GHG Protocol**. São Paulo: FGV EAESP, 2020.
- NASA. **Dióxido de carbono**. NASA, 2021.
- OMS Brasil. **Histórico da pandemia de COVID-19**. OMS, 2020.
- ONS. **Sistema Interligado Nacional**. ONS, 2021.
- POYER, F. R.. **Crédito de Carbono**: panorama das publicações no Brasil para os últimos dez anos (2009 a 2019). Porto Alegre: UFRGS, 2020.
- PENTEADO, R.; BESSA, M. R.; CANTÃO, M. P.; MORO, F. G.. The impact of novel coronavirus (SARS-COV-2), on the electricity sector. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.11, p.86778-86796, 2020. DOI: <http://doi.org/10.34117/bjdv6n11-197>
- ROSA, B. M.; OLIVEIRA, G. C.; SCHNEIDER, T. R.; SEIXAS, J. N.; OLIVEIRA, L. S.; SILVA, A. C. S. B.. **Impactos da mudança de hábito durante a pandemia de covid-19 no consumo de energia residencial**. In: Congresso de iniciação científica, 29. **Anais**. UFPEL, 2020.
- SANQUETTA, C. R.; MAAS, G. C. B.; SAQUETA, M. N. I.; CORTE, A. P. D.. Emissões de dióxido de carbono associadas ao consumo de energia elétrica no Paraná no período 2010-2014. **BIOFIX Scientific Journal**, v.2, n.1, p.1-6, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5380/biofix.v2i1.50095>
- SEEG. **Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e Suas Implicações para as Metas de Clima do Brasil 1970-2019 (SEEG 8)**. 2019.
- SENAI. **Cartilha inventário de emissões de gases de efeito estufa**. Rio de Janeiro: Departamento Regional, 2017.
- ZAMBRANO-MONSERRATE, M. A.. Indirect effects of COVID-19 on the Environment. **Science of the Total Environment**, v.728, p.138813, 2020.