

DECOMPOSIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL NOS ESTADOS BRASILEIROS

Marlon Salazar¹
Luís Felipe Ceranto Ribeiro¹

¹Universidade Federal de São João Del-Rei

DOI: 10.47168/rbe.v28i3.708

RESUMO

O consumo de energia elétrica é um dos principais indicadores de desenvolvimento e bem-estar de uma população, logo, as variáveis que determinam este consumo são de grande importância. Este trabalho tem como objetivo decompor o consumo de energia elétrica residencial entre os estados brasileiros, além disso, buscar-se-á verificar o impacto da epidemia de Coronavírus sobre o consumo de energia residencial. Para tanto, utiliza-se a metodologia de decomposição de índices, conhecida como *Index Decomposition Analysis* (IDA), cujo objetivo é decompor o consumo de energia elétrica residencial em três efeitos, são eles: Efeito Intensidade, Efeito População e Efeito Regional. Os resultados obtidos denotam que o Efeito Intensidade, ou seja, variação do consumo de energia elétrica mediante a variação do consumo per capita, apresentou a maior influência sobre o consumo de energia, além disso, para apenas dois estados, este efeito não foi o mais importante. Já com relação ao impacto da pandemia de Coronavírus, não foi possível determinar a influência desta sobre o consumo, haja vista que apenas o ano de 2020 foi analisado, contudo, o ano de 2020 apresentou o maior aumento (variação) do consumo de energia desde 2015, mesmo apresentando alta expressiva do desemprego e redução da renda do trabalho.

Palavras-chave: Consumo de Energia Elétrica; IDA; Pandemia de Coronavírus.

ABSTRACT

The consumption of electric energy is one of the main indicators of development and well-being of the population, therefore, the variables that determine this consumption are of great importance. This work aims to decompose residential electricity consumption among Brazilian states, in addition, it will seek to verify the impact of the Coronavirus

epidemic on the residential energy consumption. For this purpose, the index decomposition methodology, known as Index Decomposition Analysis (IDA), is used, whose objective is to decompose residential electricity consumption into three effects, namely: Intensity Effect, Population Effect and Regional Effect. The results obtained show that the Intensity Effect, that is, the variation of electricity consumption through the variation of per capita consumption, had the greatest influence on energy consumption, in addition, for only two states, this effect was not the most important. Regarding the impact of the Coronavirus pandemic, it was not possible to determine its influence on consumption, given that only the year 2020 was analyzed, however, the year 2020 presented the largest increase (variation) in energy consumption since 2015, even though this year showed a significant increase in unemployment and a reduction in labor income.

Keywords: Electricity Consumption; IDA; Coronavirus Pandemic.

1. INTRODUÇÃO

Há uma ampla gama de fontes de energia, mas uma das mais conhecidas e importantes é a elétrica. A energia elétrica é gerada por diferentes fontes, sendo que no Brasil a hidroelétrica representa a maior participação entre todas, obtendo 65,2% do total gerado, em dados referentes a 2020, contudo, outras fontes geradoras apresentam participação considerável - gás natural, eólica e biomassa - obtendo participações de 8,3%, 8,8% e 9,1%, respectivamente (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021). No Brasil a geração de energia elétrica origina-se principalmente de fontes renováveis, diferente do que é observado no mundo e em países pertencentes à Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE), em que essa participação desfrutou de uma queda do patamar de 88% em 2011 para 75,6% de participação em 2015; entretanto nos últimos anos observa-se um aumento, que alcançou uma participação de 83% em 2019 e 84,8% em 2020 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020). A energia é um dos fatores essenciais para um bom funcionamento da economia devido ao seu consumo recorrente e indispensável por diversos setores, como, por exemplo, industrial, transportes, comercial e residencial (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021). Devido a isso, indicadores de desenvolvimento econômico e social que levem em conta a energia tenderam a ser cada vez mais utilizados nas últimas décadas, proporcionando diversas interpretações e explicações ao uso das energias.

Além de se observar a estrutura da geração de energia elétrica

é válido direcionar a atenção ao seu consumo. O consumo é feito em sua grande maioria pelos setores industrial, residencial e comercial, e o setor industrial detém 36,6% de participação, sendo essa a maior; já o setores residencial e comercial detêm 27,6% e 15,7%, respectivamente (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021). Como o foco deste trabalho é o setor residencial, é válido conhecer a estrutura de consumo referente à participação originária de cada fonte energética, tendo a possibilidade de focar em alguma de maior relevância. Sendo assim, necessita-se recorrer ao Balanço Energético Nacional (BEN) de 2021, desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), para tal conhecimento. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2021) em 2020 as principais fontes originárias do consumo de energia residencial foram a eletricidade (46,4%), a lenha (26,1%) e o GLP (24,4%), sendo importante destacar um aumento na participação de energia elétrica de 3,5% com relação a 2019, causado por um aumento na demanda por climatização (EPE, 2020).

Diversos estudos têm buscado compreender o consumo de energia residencial, como destacam Xu e Ang (2014), sendo utilizadas uma diversidade de variáveis para decompor o consumo de energia residencial. Haas (1997) delimitou as variáveis que podem determinar o consumo de energia elétrica residencial, sendo elas: demografia, fatores econômicos, fatores locais, estilo de vida, cultura, estrutura residencial e estoque de eletrodomésticos, clima e política. Dado o número de variáveis, a disponibilidade dos dados assume papel importante. No exterior, trabalhos que analisam a variação do consumo de energia residencial são numerosos e, além disso, em muitos países há disponibilidade de dados relativos ao uso final de energia nos domicílios, tais como: (ANDREOU et al., 2020; CHUNG, KAM e IP (2011); HUANG (2020); NIE e KEMP (2014); TSEMEKIDI TZEIRANAKI et al. (2019); XU e ANG (2014)). Nesses trabalhos os autores analisaram o uso de energia para os mais diversos fins e o impacto de fatores determinantes, sejam eles, climatização, iluminação, comportamento e renda dos residentes, entre outros. Contudo, no Brasil, devido à falta de disponibilidade de dados, os estudos se concentram apenas no número de domicílios e classes de consumo para explicar o comportamento do consumo de energia. Para o Brasil, destaca-se o trabalho de Achão e Schaeffer (2009), que decompueram o consumo de energia elétrica residencial para as cinco grandes regiões do país, entre 1980 a 2007. Além disso, os autores diferenciaram a análise de acordo com as classes de consumo. Abrahão e Souza (2021) também decompueram o consumo de energia elétrica residencial do Brasil entre 2000 e 2018, entre as cinco grandes regiões, acrescentando à análise três especificações de modelos, diferenciando as variáveis incluídas nas decomposições.

Todavia, nos trabalhos anteriormente citados a decomposição é feita para grandes regiões do país, ou seja, não captam informações a nível estadual. Portanto, este trabalho tem como contribuição a decomposição do consumo de energia elétrica a nível estadual, entre 1991 a 2020, e mais, dada a epidemia de Coronavírus, será analisado o impacto da pandemia sobre o consumo de energia elétrica, especificamente no ano de 2020. Logo, o objetivo principal deste trabalho é decompor o consumo residencial de eletricidade do Brasil, levando em consideração dados de consumo e população por estado, no período de 30 anos. Além disso, buscar-se-á analisar inicialmente o impacto da pandemia de Coronavírus sobre o consumo residencial de energia elétrica no ano de 2020. Para tanto, o método utilizado aplica o índice de Divisia, conhecido como *Log-Mean Divisia Index Method I* (LMDI I), proposto por Ang et al. (1998), que satisfaz as principais propriedades desejáveis de um número índice e, além disso, não deixa resíduos na decomposição.

2. CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Diversos estudos buscaram compreender o consumo de energia elétrica nas residências. Destacam-se, porém, trabalho que objetivaram decompor ou mesmo prever o consumo de acordo com o número de unidades consumidoras e/ou a intensidade de consumo decorrente do aumento de equipamento. Leon et al. (2005) propuseram analisar a dinâmica da evolução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro, englobando o começo dos anos 1980 até o ano de 2003; para tanto, utilizaram a decomposição de números índice, em que o efeito intensidade é dado pelo consumo médio das unidades consumidoras, o efeito estrutura (migração) é dado pela variação das unidades consumidoras que ocorre entre as faixas de consumo, e o efeito atividade é dado pelo número de unidades consumidoras da classe residencial. Os efeitos foram desagregados em regiões geográficas e por faixa de consumo, e para quantificar os efeitos utilizou-se o índice LMDI I. Para os períodos de análise vale notar que o efeito atividade contribuiu positivamente para o crescimento do consumo de energia elétrica em todos os períodos, representando um aumento da base de mercado que se deve ao aumento do número de domicílios e investimentos direcionados à taxa de atendimento. Já entre os outros dois efeitos, esses mostraram valores diversos ao longo do tempo, tendo que destacar que após o ano de 1994 houve o encerramento do período de altas taxas de inflação, permitindo reduzir a defasagem nas tarifas, levando a mesma a ser um componente estrutural para o consumo, ou seja, para níveis de rendimentos mais baixos o consumo

do domicílio teve que se adequar com o rendimento familiar.

Em estudo de previsão do consumo médio de energia elétrica para as residências da região sudeste, Bosignoli et al. (2008) desenvolveram uma metodologia que, por meio da estimação do consumo por unidade consumidora e por faixa de rendimento domiciliar para a série histórica, e pela projeção do índice de difusão de eletrodomésticos para cada faixa, conseguiram realizar a projeção do consumo médio. Foi considerado que o consumo total de energia elétrica das unidades consumidoras residenciais é explicado por meio do produto do consumo médio das unidades consumidoras e o total das unidades consumidoras, mas vale lembrar que o enfoque desse estudo foi estimar e projetar o consumo médio. Com o consumo médio relacionado com a evolução do rendimento das famílias, a evolução dos rendimentos em cada faixa, por sua vez, se relaciona com o estoque de eletrodomésticos nos domicílios de diferentes rendas e a maneira como são utilizados; a densidade domiciliar e as tarifas também são parâmetros determinantes.

Os dados utilizados para o período histórico das diferentes variáveis, que afetam o consumo médio, foram coletados do ano 1992 até 2005, e a projeção foi realizada para o ano 2006 até 2016. Com isso os autores realizaram a estimativa e a projeção de participação dos domicílios, difusão de eletrodomésticos e rendimento médio, por faixa de rendimento, possibilitando obter a projeção do consumo médio. Os resultados obtidos foram um crescimento do consumo médio de 1,4% a.a., durante o período de 10 anos de projeção, sendo que o crescimento do rendimento médio domiciliar no período foi um pouco inferior, de 1,3% a.a. Nota-se que a grande difusão de eletrodomésticos que se obteve não se mostrou de grande efeito no consumo médio, podendo este ser resultado do efeito conservação de energia, ou seja, novos eletrodomésticos são mais eficientes e há mudanças de hábitos de consumo com tendência a diminuir gastos desnecessários (BOSIGNOLI et al., 2008).

Por sua via, Achão (2009) decompôs a variação do consumo de energia elétrica residencial para o Brasil. A primeira proposta da autora apresenta o efeito estrutura como sendo o efeito que explica uma parte da variação do consumo residencial por meio da variação da participação do número de consumidores em cada região geográfica do país, e a segunda explora a variação da participação do número de consumidores de baixa renda e convencionais. Assim, o método de decomposição IDA foi realizado por meio dos efeitos: atividade (quantidade de consumidores), intensidade (consumo médio por residência), e estrutura (primeira análise no âmbito regional e a segunda por categoria de consumo). Na primeira análise a autora destaca que os efeitos mais importantes para o consumo de energia elétrica residencial foram

o efeito atividade e o efeito intensidade, ou seja, variação do número de domicílios e do consumo específico dos domicílios. O efeito intensidade é muito influenciado pela renda, acesso ao crédito, taxas de inflação e tarifas de energia elétrica, e o efeito estrutura pela importância das políticas governamentais de transferência de renda e de universalização do acesso à energia elétrica (ACHÃO, 2009). Na segunda análise a autora constatou que os efeitos atividade e intensidade continuaram sendo os mais importantes, mas o efeito estrutura tem destaque logo após o racionamento, pois houve alterações nos critérios de enquadramento e, também, aumento no número de consumidores de baixa renda nos programas de universalização e transferência de renda, contribuindo para maior utilização de energia.

Por outro lado, Leon e Pessanha (2011) realizaram projeção do consumo de energia elétrica na classe residencial com diferentes cenários de conservação de energia por faixa de rendimento domiciliar, com o consumo de energia das residências sendo expressado pelo produto das variáveis: total de domicílios, taxa de atendimento desses domicílios, e o consumo médio por unidade consumidora; sendo necessário realizar a projeção dessas variáveis para se ter a projeção da energia elétrica residencial. Os componentes que foram determinados pelos autores para o consumo por unidade consumidora são: estoque de eletrodomésticos, hábitos de consumo, rendimento médio domiciliar em relação ao preço da energia elétrica e distribuição dos rendimentos familiares. Utilizou-se o período 1995 até 2008 para se ter uma base de dados para a projeção, sendo a projeção realizada até o ano de 2019. Os cenários possuem dois aspectos, o sem conservação e com conservação, no primeiro o consumo médio por faixa de rendimento domiciliar evolui com a difusão dos eletrodomésticos, sem limitação crescimento, e já no segundo há limitações para cada faixa de rendimento (LEON e PESSANHA, 2011). São considerados aspectos de conservação de energia que contribuem para redução do consumo médio, sendo eles o componente tecnológico (mudança para eletrodomésticos mais eficientes) e a mudança de hábitos e consumo. Os resultados do trabalho mostraram que o consumo total tem taxas maiores em todos os possíveis cenários da projeção, e o mesmo ocorre para o consumo médio por unidade consumidora. Entretanto, as taxas de crescimento do consumo total são maiores se comparadas com o do consumo médio, e essa diferença mostra que o aumento do consumo foi causado, principalmente, pelo aumento de ligações de novos consumidores (LEON e PESSANHA, 2011).

Utilizando diferentes efeitos para compor o índice de consumo de energia, Andrade e Pinheiro (2014) apresentam uma avaliação quanto as variações do consumo e projeções de consumo da energia elétrica residencial no Brasil, pela técnica de cálculo da variação da

decomposição, *Logarithmic Mean Divisia Index* (LMDI), nos anos de 2005 e 2010, para o consumo histórico, e 2015 e 2020, para as projeções. Os efeitos considerados foram: atividade (quantidade de domicílios), estrutura (a porcentagem de domicílios em um dado estrato de renda), intensidade (consumo de energia de um dado serviço, por equipamento), e posse (estoque de um dado equipamento por domicílio consumidor). Os resultados obtidos da decomposição mostraram que o efeito atividade foi e será responsável por 57% da variação de consumo no período, ou seja, o aumento do consumo será causado principalmente pelo crescimento do número de domicílios que têm acesso à energia elétrica. O autor deixou em destaque o efeito estrutura, que resultará na redução no consumo no período, causado pela redução do número de famílias que possuem renda até três salários-mínimos, porém, com o aumento do número de famílias com renda maior que sete salários-mínimos, aumentará o consumo, resultando em um efeito estrutura líquido total positivo. Há redução do consumo por motivos como substituição de tecnologia e melhoria de eficiência, e o aumento do consumo por aquisição de equipamentos mais potentes e mudança de hábitos de uso (ANDRADE e PINHEIRO, 2014).

De uma perspectiva com enfoque principalmente demográfico, o artigo de Givisiez et al. (2019) discorrem acerca do crescimento do consumo de energia elétrica por meio das projeções de domicílios por categoria de renda e tamanho, e dessas projeções projetam o consumo de energia elétrica residencial no Brasil no período 2010 a 2040. Pode-se observar uma tendência de maior crescimento da demanda habitacional em relação ao crescimento da população, e isso indica uma diminuição do tamanho dos domicílios. A respeito das classes de renda às quais os domicílios pertencem, relatou-se redução em faixas de renda baixas e aumento nas intermediárias e altas (GIVISIEZ et al., 2019).

Com essas informações, e outras mais, os autores constataram que o consumo de energia varia positivamente quanto maior é a faixa de renda a qual o domicílio pertence, e quanto maior o tamanho do domicílio. No artigo há duas projeções de energia, uma com o “produto entre o número de domicílios em cada categoria de tamanho e o consumo médio de energia das mesmas categorias” (GIVISIEZ et al., 2019), e a outra seguido a mesma lógica só que para a divisão de domicílios pelas faixas de renda. Nessa última projeção verificou-se que há uma grande diferença do consumo de energia entre as faixas de baixa renda e as demais, e desse modo as projeções baseadas no consumo médio per capita tendem a ser superestimadas. Já a projeção do consumo baseada em domicílios apresentou uma tendência de maior consumo nas faixas de domicílios menos densas, e um menor crescimento, e até redução, para os domicílios mais densos. Compa-

rando a projeção do consumo por faixa de renda das estimativas com o consumo observado, entre 2010 e 2016, constatou-se que o modelo de projeção subestimou a estimativa, contudo, comparando com a projeção do consumo por tamanho de domicílio, percebe-se uma maior aderência entre os valores, evidenciando-se, assim, a baixa elasticidade renda que o trabalho discorre acerca do consumo de energia. Isso mostra que a formação de domicílios e a densidade domiciliar são determinantes da demanda de energia mais significativas que a renda (GIVISIEZ et al., 2019).

3. METODOLOGIA

3.1 Método de decomposição

Os métodos de decomposição populares entre os analistas de consumo energia e intensidade energética podem ser divididos em dois grupos: os métodos relacionados com o índice de Laspeyres e métodos relacionados com o índice de Divisia. Bem conhecido em estudos econômicos, o índice de Laspeyres mede a variação percentual em algum aspecto de um grupo de itens ao longo do tempo, usando pesos baseados nos valores de alguns anos base. O índice Divisia é uma soma ponderada das taxas de crescimento logarítmico, onde os pesos são partes dos componentes do valor total, dado na forma de uma linha integral.

Em termos simples, a construção de métodos ligados ao índice de Laspeyres é baseada no conceito familiar de variação percentual, enquanto a construção de métodos relacionados com o índice de Divisia é baseado no conceito de mudança logarítmica (ANG, 2004). Ang e Zhang (2000) propuseram a aplicação do índice de Divisia na metodologia de *Index Decomposition Analysis* (IDA), de modo que a decomposição do consumo de energia pode ser denotada como:

$$\text{Efeito Atividade: } \Delta E_{act} = \sum_i w_i \ln \left(\frac{Q^T}{Q^0} \right) \quad (1)$$

$$\text{Efeito Estrutura: } \Delta E_{str} = \sum_i w_i \ln \left(\frac{S^T}{S^0} \right) \quad (2)$$

$$\text{Efeito Intensidade: } \Delta E_{int} = \sum_i w_i \ln \left(\frac{I^T}{I^0} \right) \quad (3)$$

Peso Média Logarítmica:
$$w_i = \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \tag{4}$$

O método de decomposição por média logarítmica aditiva satisfaz as principais propriedades desejáveis de índices de preços: reversão no tempo, circularidade e reversão de fatores. Os métodos que passam no teste de reversão de fatores não deixam resíduo, que tenderia a complicar a interpretação dos resultados. Em alguns casos a decomposição aditiva pode ser preferível à decomposição multiplicativa, ou vice-versa, pois os resultados podem ser mais facilmente compreendidos e comunicados e, como tais métodos que dão uma associação direta entre a decomposição aditiva e multiplicativa, também pode levar à facilidade de interpretação dos resultados. Para mais detalhes a respeito da associação entre decomposição aditiva e multiplicativa pode ser consultado Choi e Ang (2003).

O presente trabalho aplica a metodologia ao conceito de consumo regional e não entre estruturas, de modo que é necessário modificar as fórmulas de cálculo na decomposição.

$$E = \sum E_i = \sum P \times \frac{P_i}{P} \times \frac{E_i}{P_i} = \sum P \times R_i \times I_i \tag{5}$$

$$\Delta E_i = \Delta E_{pop} + \Delta E_{reg} + \Delta E_{int} \tag{6}$$

Efeito População:
$$\Delta E_{pop} = \sum_i w_i \ln \left(\frac{P^T}{P^0} \right) \tag{7}$$

Efeito Regional:
$$\Delta E_{reg} = \sum_i w_i \ln \left(\frac{R^T}{R^0} \right) \tag{8}$$

Efeito Intensidade:
$$\Delta E_{int} = \sum_i w_i \ln \left(\frac{I^T}{I^0} \right) \tag{9}$$

Peso Média Logarítmica:
$$w_i = \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \tag{10}$$

O Efeito População é definido como variação do consumo residencial de energia elétrica devido à variação da população de cada estado brasileiro. Já o Efeito Regional é definido como a variação do consumo residencial devido a variação da participação de cada estado com relação à variação da população total, ou seja, estados que perdem participação relativa no total da população apresentam Efeito Regional negativo. Por fim, o Efeito Intensidade é caracterizado como a variação do consumo decorrente a variação do consumo de energia per capita.

3.2 Fonte de dados

Os dados referentes ao consumo de energia elétrica foram obtidos junto ao Balanço Energético Nacional (BEN), publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), ligada ao Ministério de Minas e Energia. Este trabalho utilizou dados referentes ao período de 1991 à 2020.

Os dados estaduais da população foram obtidos junto o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), lembrando que a contagem populacional é feita pelo Censo, uma vez a cada 10 anos, em média; dessa forma, para os anos intermediários é feita uma estimativa pelo próprio IBGE, utilizando parâmetros obtidos pelo Censo e por outras pesquisas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na presente seção são apresentados os resultados obtidos para os efeitos população, regional e intensidade da variação do consumo de energia elétrica residencial, por meio da aplicação do método *Index Decomposition Analysis* (IDA), sendo os valores dos efeitos obtidos por meio do *Logarithmic Mean Divisia Method I* (LMDI I) no *Index Decomposition Analysis* (IDA). Pretende-se buscar explicações sobre os efeitos que mais contribuíram com a variação do consumo, possibilitando maior compreensão sobre o crescimento do consumo de energia elétrica nas residências, ampliando a discussão sobre o assunto e instigando demais trabalhos.

4.1 Decomposição do consumo de energia elétrica residencial

A Figura 1 apresenta a decomposição do consumo de energia elétrica residencial entre 1991 a 2020; constata-se que o efeito intensidade apresentou os maiores impactos sobre o consumo de energia residencial. Entretanto, é bom apontar que não significa que os demais

efeitos não tenham importância; para exemplificar, pode-se mencionar o caso do efeito regional, o qual possui valores baixos, contudo pode indicar características da população quanto ao movimento e crescimento da população entre os estados do país. Achão (2009) denota que alterações pequenas em efeitos que considerem a estrutura regional do país podem mostrar grande relevância se consideradas as causas e consequências. Por exemplo, nos anos 2007 a 2009 o efeito regional foi negativo, indicando que estados que possuem um consumo de energia abaixo da média nacional cresceram em importância, podendo refletir tanto movimentos migratórios para esses estados, como um aumento da população, comparando com os demais estados.



Figura 1 – Resultados da decomposição do consumo de energia elétrica residencial; variações em GWh

Continuando com a Figura 1, o primeiro período, 1992 a 1994, apresenta efeito intensidade positivo, entretanto a sua variação não foi significativa. Para entender como o período em questão atingiu essa variação positiva na intensidade é preciso lembrar dos planos econômicos que visavam controlar a inflação; normalmente os planos que precederam o Plano Real melhoravam, inicialmente, a renda e o crédito das famílias, que conseguiam adquirir eletrodomésticos, pois a correção das tarifas possuía defasagem considerável em comparação à inflação e ao crescimento das rendas domiciliares, que também eram defasados (LEON et al., 2005). Pode-se concluir que o efeito intensidade positivo ocorreu pelo uso dos eletrodomésticos, adquiridos anteriormente.

No período 1995 a 1997 observa-se a enorme variação no consumo causado pelo efeito intensidade, e o crescimento exacerbado

nesse período ocorreu devido a implementação do Plano Real, em 1994, que causou mudanças significativas na economia como um todo, inclusive no consumo de energia. O Plano Real conseguiu conter o processo inflacionário em que o país se encontrava há anos, permitindo, assim, melhora no nível de renda da população e facilidade ao acesso a financiamentos e transferências de renda, possibilitando, subsequentemente, um aumento na aquisição de aparelhos elétricos, resultando no aumento no consumo médio de energia elétrica residencial (ACHÃO, 2009; SILVA, 2001).

De 1998 a 2000 houve variação positiva no consumo atrelado ao efeito intensidade, contudo menor que o período que o precede. Isso foi resultado de fatores derivados do Plano Real, que contribuíram positivamente ao consumo médio, enquanto houve fatores, como aumento de tarifas, que contribuíram de forma negativa, não deixando o crescimento ser acentuado como no período anterior. Entre os pontos que contribuíram positivamente para o consumo causado pelo efeito intensidade estão, segundo Schaeffer et al. (2003), aumento das vendas de eletrodomésticos e aumento do poder aquisitivo, causados, por sua vez, pelo aumento de crédito, redução da inflação, aumentos reais do salário-mínimo e agregação de novos consumidores ligados a rede elétrica. Entretanto, os pontos que contribuíram negativamente no efeito intensidade, não o deixando ter as mesmas proporções do período anterior, foram o aumento do desemprego, queda do rendimento médio do trabalho nas principais regiões metropolitanas do país, entre 1998 e 2001, desvalorização da moeda nacional, e aumento das tarifas residenciais (ACHÃO, 2009). A privatização de concessionárias de energia, que ocorreu no período, contribuiu com o aumento das tarifas e redução dos rendimentos familiares (PIRES et al., 2002).

No próximo período, 2001 a 2003, observa-se algo inédito em nossos resultados, pois obtém-se um efeito intensidade negativo, que não pode ser verificado nos demais anos. Esse valor negativo decorreu principalmente pela crise de energia de 2001, que intercorreu entre 1 de julho de 2001 e 19 de fevereiro de 2002. O apagão irrompeu devido à escassez de chuvas, deixando o nível dos reservatórios das hidroelétricas baixo, sendo que as hidroelétricas produzem a maior parte da energia elétrica do país; em adição, houve falha do planejamento do Governo e ausência de investimentos em geração e transmissão de energia elétrica, que resultaram racionamento em diversos setores, principalmente o residencial. O efeito negativo pode ainda ser explicado, segundo Achão (2009), pela queda dos rendimentos do trabalho, que já vinha acontecendo alguns anos antes, conjuntamente aos reajustes das tarifas residenciais.

Já no primeiro período pós-acionamento, 2004 a 2006, houve um pequeno incremento no efeito intensidade associado às decrescen-

tes tarifas de energia, a recuperação dos rendimentos familiares, favorecendo a aquisição e uso de eletrodomésticos, e inclusão de consumidores à rede elétrica (ACHÃO, 2009). Entretanto, só no ano de 2006 o consumo de energia elétrica residencial recuperou o patamar pré-acionamento, ou seja, o mesmo nível de consumo de 2000, enquanto o consumo médio apenas retomou um ano depois (IBGE, 2020; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020). Entre as razões que explicam a recuperação tardia do consumo médio estão, de acordo com Achão (2009), a manutenção de hábitos de consumo adquiridos nas regiões mais afetadas pelo racionamento e o impacto indolente de programas governamentais de transferência de renda e universalização do acesso à energia elétrica, ocorrido alguns anos após o racionamento, além, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2020), da promoção de medidas de eficiência energética.

Nos períodos 2007 a 2009 e 2010 a 2012, os motivos que levaram a grandes crescimentos do consumo devido ao efeito intensidade foram os mesmos. A Empresa de Pesquisa Energética (2020) aponta que o progresso econômico das famílias, o avanço do crédito para compra de eletrodomésticos, a retração dos preços dos eletrodomésticos, as políticas governamentais de acesso a eletricidade e os programas habitacionais, além do aumento da posse de eletrodomésticos, contribuíram para o aumento observado do consumo. As políticas públicas, listadas por Abrahão e Souza (2020) e Pais (2012), foram positivas no aumento dos consumidores, como os programas Luz no Campo, Luz para Todos e Minha Casa Minha Vida. Para a contribuição do aumento da renda das famílias de baixa renda, com impacto no consumo de energia elétrica, criou-se o programa Bolsa Família. O aumento do consumo de energia ainda pode ser explicado pelo programa Tarifa Social de Energia Elétrica, o qual concedia benefícios no valor das tarifas de energia elétrica para famílias de baixa renda (ABRAHÃO e SOUZA, 2020; PAIS, 2012).

Passando para o período 2013 a 2015, observa-se que o aumento devido ao efeito intensidade foi menor, mas ainda se obteve um valor positivo considerável. Podemos atribuir o crescimento aos rendimentos médios reais metropolitanos e ao salário-mínimo real, mas não tão acentuados como no período anterior (IBGE; IPEA), a maior posse de eletrodomésticos, aos programas governamentais de habitação e renda, e crescimento de consumidores ligados a rede elétrica (ABRAHÃO e SOUZA, 2020; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020; SILVA, 2019). Mas o impacto foi menor em relação ao período anterior devido ao início do crescimento das tarifas médias de energia elétrica (ANEEL) e à queda dos rendimentos médios (IBGE 2020; IPEA, 2021), inclusive com a crise econômica que se iniciou nesse período, afetando as residências. Em adição, a Empresa de Pesquisa

Energética (2020) afirma que houve a substituição de eletrodomésticos antigos por novos, mais eficientes.

De 2016 a 2018, o penúltimo período de análise, constata-se um crescimento ínfimo no efeito intensidade. Houve estagnação da renda média real nacional (IBGE) e crescimento quase inexistente do salário-mínimo real (IPEA), que afetaram o uso e a compra de eletrodomésticos, além do crescimento das tarifas médias de energia elétrica. O consumo médio teve crescimento positivo devido aos programas governamentais já citados, e à continuidade da maior inclusão da população a rede elétrica.

No período 2019 a 2020, percebe-se que o crescimento do consumo médio devido ao efeito intensidade foi maior do que nos dois períodos anteriores. Olhando mais atentamente para os resultados de cada ano desse último período, é constatado que em 2019 o crescimento do consumo explicado pelo efeito intensidade foi um pouco maior que 3.500 GWh; entretanto, no ano de 2020 alcançou-se o aumento do consumo, explicado pelo efeito intensidade, de pouco mais de 5.000 GWh. Isso mostra como, possivelmente, o isolamento social, em consequência do surgimento do vírus COVID-19, fez as pessoas passarem um maior período nas residências utilizando mais energia elétrica, podendo denominar esse movimento como efeito pandemia.

Na Tabela 1 pode-se verificar a evolução do consumo de eletricidade residencial, e sua variação devido aos efeitos propostos por este trabalho. Entretanto, a tabela apresenta os resultados obtidos ano a ano. Destaca-se o ano de 1995, que apresentou um crescimento no consumo de 12% em relação ao ano de 1994, sendo o efeito intensidade responsável por aproximadamente 90% deste aumento.

Tabela 1 – Decomposição do consumo de energia elétrica residencial entre 1991 a 2020, por ano e efeito. Dados em GWh

Ano	Consumo de energia	Efeito População	Efeito Regional	Efeito Intensidade	Soma Efeitos	Variação Consumo
1991	51162	-	-	-	-	-
1992	51885	839,3	-40,1	-76,2	723	1,4%
1993	53620	818,8	2,9	913,3	1735	3,2%
1994	55969	773,0	-18,5	1594,5	2349	4,2%
1995	63617	808,9	-16,8	6855,9	7648	12,0%
1996	69053	528,7	162,5	4744,8	5436	7,9%
1997	74071	1159,2	20,5	3838,3	5018	6,8%
1998	79378	1027,8	15,5	4263,7	5307	6,7%
1999	81330	1064,2	13,9	873,9	1952	2,4%

Tabela 1 – Decomposição do consumo de energia elétrica residencial entre 1991 a 2020, por ano e efeito. Dados em GWh (cont.)

Ano	Consumo de energia	Efeito População	Efeito Regional	Efeito Intensidade	Soma Efeitos	Variação Consumo
2000	83613	2892,0	24,4	-633,4	2283	2,7%
2001	73621	1187,9	4,5	-11184,3	-9992	-13,6%
2002	72661	946,1	19,1	-1925,2	-960	-1,3%
2003	76144	947,4	12,7	2522,9	3483	4,6%
2004	78577	2032,7	20,3	379,9	2433	3,1%
2005	83193	1151,0	13,3	3451,9	4616	5,5%
2006	85810	1178,1	11,1	1427,8	2617	3,0%
2007	90881	-1326,0	-243,8	6641,2	5071	5,6%
2008	95585	2803,1	-14,3	1914,8	4704	4,9%
2009	101779	967,0	-15,9	5243,4	6194	6,1%
2010	107215	-396,3	8,3	5823,2	5435	5,1%
2011	111971	928,6	-16,5	3843,8	4756	4,2%
2012	117646	906,1	-14,0	4783,1	5675	4,8%
2013	124908	4376,9	36,1	2849,1	7262	5,8%
2014	132302	1105,3	4,6	6284,2	7394	5,6%
2015	131198	1087,9	9,6	-2202,0	-1104	-0,8%
2016	132895	1048,8	14,0	634,4	1697	1,3%
2017	134440	1021,2	16,3	507,5	1545	1,1%
2018	137810	512,8	250,3	2607,4	3371	2,4%
2019	142572	1106,3	30,8	3624,5	4762	3,3%
2020	148845	1151,8	31,0	5090,1	6273	4,2%

Além disso, destaca-se o ano de 2001, cujo consumo de energia elétrica residencial apresentou queda de 13,6%; mais uma vez, o efeito intensidade foi o principal responsável, visto que o efeito população e regional contribuíram para o aumento do consumo de energia. De modo geral, entre 2003 e 2014 o consumo de energia elétrica residencial cresceu de forma ininterrupta, porém, a partir de 2015, o consumo de eletricidade em residências passou a ter, em média, pequeno crescimento, sendo a recessão econômica a principal explicação.

A Tabela 2 apresenta os dados da pesquisa por estado. Destaca-se que o efeito regional negativo indica os estados que sofreram com movimentos migratórios de saída, mas o valor negativo pode remeter ao crescimento populacional não suficiente, em relação aos outros estados e ao país, impactando negativamente o consumo.

Tabela 2 – Decomposição do consumo de energia elétrica residencial entre 1991 a 2020, por estado e efeito. Dados em GWh

Estados	Consumo em 1991	Consumo em 2020	Efeitos			
			Efeito População	Efeito Regional	Efeito Intensidade	Total
Acre	89	552	85,1	97,4	281,0	463,5
Alagoas	413	1.564	288,0	-75,4	938,1	1150,7
Amazonas	642	2.263	420,2	378,1	822,9	1621,2
Amapá	72	520	102,9	192,2	153,2	448,3
Bahia	1.922	7.497	1438,4	-667,0	4804,0	5575,4
Ceará	1.015	4.906	854,4	-37,0	3073,8	3891,2
Distrito Federal	825	2.394	565,2	431,9	572,1	1569,3
Espírito Santo	837	2.661	574,4	143,0	1106,7	1824,1
Goiás	1.247	5.459	972,4	584,6	2655,0	4211,9
Maranhão	575	3.586	522,7	-10,2	2498,3	3010,8
Minas Gerais	4.717	11.854	2876,9	-540,8	4801,1	7137,2
Mato Grosso do Sul	647	2.260	409,0	121,8	1082,1	1612,9
Mato Grosso	617	3.382	524,9	279,6	1960,1	2764,6
Pará	908	3.947	678,8	365,6	1994,3	3038,7
Paraíba	462	2.199	375,1	-130,5	1492,3	1737,0
Pernambuco	1.579	5.438	1094,1	-170,7	2935,5	3858,8
Piauí	343	1.897	292,5	-109,9	1371,0	1553,6
Paraná	2.729	8.192	1832,7	-272,6	3903,1	5463,2
Rio de Janeiro	7.390	13.520	3860,1	-616,1	2885,6	6129,5
Rio Grande do Norte	436	2.375	397,8	22,9	1518,8	1939,4
Rondônia	282	1.455	233,3	56,4	883,0	1172,6
Roraima	65	519	77,1	179,3	197,3	453,7
Rio Grande do Sul	3.546	9.236	2134,0	-884,5	4440,8	5690,3
Santa Catarina	1.731	6.479	1272,3	445,5	3029,8	4747,7
Sergipe	311	1.288	226,2	44,5	706,1	976,8
São Paulo	17.654	42.275	10392,3	443,7	13785,4	24621,4
Tocantins	108	1.127	147,6	70,0	801,4	1019,0

É importante destacar diferenças entre as Tabelas 1 e 2. Na Tabela 1 verifica-se que o efeito regional tem contribuição apenas marginal com relação à variação do consumo de energia, e já na Tabela 2 é possível notar a importância de tal efeito para explicar a variação do consumo por estado. Entre os estados que apresentaram efeito regional

negativo, ou seja, a população cresceu menos que a média nacional (migração ou crescimento vegetativo), destacam-se o Rio Grande do Sul (o efeito regional representa 16% da variação do consumo entre 1991 e 2020), Bahia (o efeito regional representa 12% da variação do consumo entre 1991 e 2020) e, por fim, o Rio de Janeiro (o efeito regional representou 10% da variação do consumo entre 1991 e 2020). Por outro lado, o Amapá apresentou a maior contribuição positiva do efeito regional, sendo que este efeito foi responsável por 43% da variação do consumo de 1991 e 2020, seguido por Roraima (participação de 40% da variação do consumo no mesmo período decorrente do efeito regional) e, por fim, destaca-se o Distrito Federal (entre 1991 e 2020 teve 28% da variação do consumo decorrente do efeito regional).

4.2 Consumo de energia elétrica e pandemia

Ademais, não é possível a partir de dados agregados apontar efeitos da pandemia do Coronavírus sobre o consumo de energia residencial. Contudo, é possível apontar que o consumo de energia elétrica entre 2019 e 2020 cresceu 4,2%, variação essa a maior desde 2014, ou seja, é possível que políticas de contenção da disseminação do vírus como, por exemplo, fechamento do comércio e indicação para que os cidadãos ficassem o máximo de tempo possível em suas casas, tenham contribuído para o crescimento do consumo de eletricidade no período.

Além disso, vale destacar que diferentemente de outras classes, o consumo residencial foi o único que apresentou variação positiva no ano de 2020 (EPE, 2020b). Destacam-se entre as possíveis causas: i) transferência de participação relevante de trabalhadores para o *home office*; ii) incentivo ao isolamento social; iii) fechamentos de escolas e adoção de ensino EAD (ensino a distância). Vale mencionar o papel da renda no consumo de energia mesmo em um cenário de redução de rendimentos e emprego (IBGE, 2021). Souza et al. (2021) estimaram a elasticidade renda da demanda residencial de energia elétrica no Brasil utilizando econometria espacial e constataram que a elasticidade renda do consumo de energia é 0,28, ou seja, caso a renda caia 10%, o consumo de energia se reduz 2,8%, caracterizando eletricidade como um bem normal, o que pode ter limitado o efeito da pandemia sobre o consumo de energia elétrica residencial.

Mattei e Heinen (2020) buscaram determinar os impactos no mercado de trabalho brasileiro provocados pelo Covid-19 e utilizaram para tanto dados da PNAD Contínua. Os autores destacam que o mercado de trabalho já vinha antes de 2020 apresentando deterioração na taxa de desemprego e no índice de formalidade, ou seja, aumento da informalidade. Contudo, a epidemia, além de provocar grande elevação

na taxa de desemprego, acelerou o processo de informalidade. Neste mesmo tópico, Barbosa e Prates (2020) buscaram determinar os efeitos das políticas de redução de impacto da crise sobre o emprego e desigualdade durante e depois da pandemia, dada a dificuldade imposta pelo isolamento social; os autores sugerem recalcular a taxa de desemprego por estar subestimada, ou seja, a real taxa de desemprego no período poderia ser consideravelmente maior do que as estatísticas oficiais sugerem.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho utilizou a metodologia de decomposição de números índices, conhecida como *Index Decomposition Analysis* (IDA), para analisar os dados relativos à população e consumo de energia elétrica residencial em todos os estados, mais o Distrito Federal do Brasil, entre 1991 e 2020. Constatou-se que o Efeito Intensidade, ou seja, o efeito que mede a variação do consumo de energia elétrica em decorrência da variação do consumo per capita, apresentou as maiores contribuições para a elevação do consumo de energia no período analisado; os únicos dois estados nos quais o Efeito Intensidade não representaram a maior contribuição no aumento do consumo de energia no período foram Amapá (maior contribuição Efeito Regional) e Rio de Janeiro (Efeito População). Por outro lado, não é possível verificar o impacto da epidemia de Coronavírus sobre o consumo de energia, e pode-se destacar como principal motivo o fato de apenas o ano de 2020 ter sido analisado.

Vale também destacar o efeito da restrição de consumo verificada no racionamento de 2001, quando o Efeito Intensidade apresentou grande magnitude no sentido de reduzir o consumo de energia, ou seja, houve uma queda acentuada do consumo per capita. O fato é importante, visto que no ano de 2021 foi verificada novamente crise hídrica e a necessidade de elevações da tarifa por meio de bandeira vermelha.

Este trabalho buscou contribuir para futuros estudos, uma vez que, no Brasil, a segurança energética deve ser tratada com seriedade em função dos impactos verificados no início da década de 2000.

Propostas de novos estudos são: i) verificar a sensibilidade do consumo de energia, ou mesmo da intensidade energética, de cada estado face à tarifa de energia, ii) avaliar a relação entre o efeito intensidade e a utilização em residências de novos eletrodomésticos e eletroeletrônicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, K. C. DE F. J. SOUZA, R. G. V DE. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 383-408. 2020.
- ABRAHÃO, K. C. DE F. J.; SOUZA, R. V. G. DE. What has driven the growth of Brazil's residential electricity consumption during the last 19 years? An index decomposition analysis. *Ambiente Construído*, v. 21, n. 2, p. 7–39, abr. 2021.
- ACHÃO, C. DA C. L. Análise de Decomposição das Variações no Consumo de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro. Tese de Doutorado, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2009.
- ACHÃO, C.; SCHAEFFER, R. Decomposition analysis of the variations in residential electricity consumption in Brazil for the 1980-2007 period: Measuring the activity, intensity and structure effects. *Energy Policy*, v. 37, n. 12, p. 5208–5220, dez. 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Tarifa Média por Classe de Consumo e por Região. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita>>. Acesso em: 26 maio 2021.
- ANDRADE, F. V.; PINHEIRO, R. B. Análise de decomposição da projeção de consumo de energia elétrica no Brasil para o setor residencial. *ENGEVISTA*, v. 16, n. 4, p.340-355, 2014.
- ANDREOU, A. et al. Decomposing the drivers of residential space cooling energy consumption in EU-28 countries using a panel data approach. *Energy and built environment*, v. 1, n. 4, p. 432–442, 2020.
- ANG, B. W.; ZHANG, F. Q.; CHOI, K. H. Factorizing changes in energy and environmental indicators through decomposition. *Energy*, v. 23, n. 6, p. 489–495, 1998.
- ANG, B. W.; ZHANG, F. L. A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies. *Energy*, v. 25, p. 1149 – 1176. 2000.
- ANG, B. W. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? *Energy Policy*, Hastings, v. 32, p. 1131-1139. 2004.
- BARBOSA, R. J.; PRATES, I. Efeitos do desemprego, do auxílio emergencial e do programa emergencial de preservação do emprego e da renda (MP nº936/2020) sobre a renda, a pobreza e a desigualdade durante e depois da pandemia. Nota Técnica – IPEA, julho 2020. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10187>

BOSIGNOLI, D.; LEON, N.; PESSANHA, J. F. M., SCHECHTMAN, J. A. previsão do consumo médio mensal para as residências. Um enfoque baseado na distribuição dos rendimentos familiares. Modelo e resultados para a região sudeste. 18° Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. 06 a 10 de outubro, Olinda, Pernambuco, Brasil, 2008.

CHOI, K-H; ANG, B. W. Decomposition of aggregate energy intensity changes in two measures: ratio and difference. *Energy Singapore*, v. 25, p. 615-624. 2003.

CHUNG, W.; KAM, M. S.; IP, C. Y. A study of residential energy use in Hong Kong by decomposition analysis, 1990–2007. *Applied energy*, v. 88, n. 12, p. 5180–5187, 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE, 2020b). Atlas da Eficiência Energética Brasil 2020 – Relatório de Indicadores. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2020. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2021. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional - Séries Históricas Completas: Capítulo 8 (Dados Estaduais). Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Completas>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

GIVISIEZ, G. H. N; OLIVEIRA, E. L.; ROCHA, D. L. Projeção demanda demográfica de energia elétrica no Brasil de 2010-2040. 17 p., 2019.

HAAS, R. Energy efficiency indicators in the residential sector: What do we know and what has to be ensured? *Energy Policy*, v. 25, n. 7–9, p. 789–802, 1 jun. 1997.

HUANG, Y.-H. Examining impact factors of residential electricity consumption in Taiwan using index decomposition analysis based on end-use level data. *Energy (Oxford)*, v. 213, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela 2182 - Rendimento médio e mediano nominal do trabalho principal, efetivamente recebido no mês de referência, pelas pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência (Reais). Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2182>>. Acesso em: 9 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela 5439 - Rendimento médio real, habitualmente recebido por mês e efetivamente recebido no mês de referência, do trabalho principal, por posição na ocupação no trabalho principal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5439>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela 6579 - População residente estimada. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Regional: População residente - 1º de julho – estimativas. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Regional: População residente – Total. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 8 abr. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Salário-mínimo real - R\$ (do último mês). Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 9 jun. 2021.

LEON, N.; FRANCISCO, J.; PESSANHA, M. Dinâmica da evolução do consumo de energia no setor residencial. Curitiba: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.cgti.org.br/publicacoes/dinamica-da-evolucao-do-consumo-de-energia-no-setor-residencial/>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

LEON, N.; PESSANHA, J. F. M. Cenários de conservação de energia na projeção de mercado da classe residencial. Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, 4, 2011, Juiz de Fora, MG. Anais. 7 p. 2011.

MATTEI, I.; HEINEN, V. L. Impacto da crise da Covid-19 no Mercado de trabalho brasileiro. Revista de Economia Política, vol. 4, nº4, pg. 647-668.

NIE, H.; KEMP, R. Index decomposition analysis of residential energy consumption in China: 2002–2010. Applied Energy, v. 121, p. 10–19, maio 2014.

PAIS, P. S. M. Demanda de Energia Elétrica no Brasil no Período Pós Racionamento. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2012.

PIRES, J. C. L., GIAMBIAGI, F., SALES, A. F. As Perspectivas do Setor Elétrico após o Racionamento. Texto de Discussão nº 97. BNDES, Rio de Janeiro. 2002.

SCHAEFFER, R., COHEN, C., ALMEIDA, M.A., ACHÃO, C.C., CIMA, F.M. Energia e Pobreza: Problemas de Desenvolvimento Energético e Grupos Sociais Marginais em Áreas Rurais e Urbanas do Brasil (Altomonte, H. (org.)), Unidad de Recursos Naturales e Infraestructura de La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), Naciones Unidas, Santiago de Chile. 2003.

SILVA, S. A. DA. Análise econométrica da demanda de energia elétrica nos setores residencial- urbano e rural do Brasil, 1970-1999. 58 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

SILVA, V. F. DA. Demanda Residencial de Energia Elétrica no Brasil. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2019.

SOUZA, D. M; MATTOS, R. S.; ALMEIDA, E. S.. Elasticidade da Demanda Residencial de Eletricidade no Brasil: uma análise a partir de modelos espaciais. Revista Brasileira de Energia. Vol. 27, N° 4, 2021.

TSEMEKIDI TZEIRANAKI, S. et al. Analysis of the EU Residential Energy Consumption: Trends and Determinants. Energies (Basel), v. 12, n. 6, p. 1065, 2019.

XU, X. Y.; ANG, B. W. Analysing residential energy consumption using index decomposition analysis. Applied Energy, v. 113, p. 342–351, 2014.