XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Análise longitudinal do consumo de energia elétrica do setor residencial no Brasil

Longitudinal analysis of the electric energy consumption in residential sector in Brazil

Matheus Soares Geraldi
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | matheus.s.geraldi@gmail.com
Mateus Vinicius Bavaresco
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | bavarescomateus@gmail.com
Ana Paula Melo
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | a.p.melo@ufsc.br
Roberto Lamberts
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | roberto.lamberts@ufsc.br

Resumo

Este estudo objetivou determinar o consumo típico de eletricidade por unidade habitacional no Brasil. Explorou-se a base de dados da ANEEL (de 2003 a 2020), avaliando-se o consumo total e o número de unidades. Obteve-se valores de referência do consumo de eletricidade nas residências para cada ano e região. Determinou-se a taxa de crescimento do consumo anual no intervalo analisado e o índice de sazonalidade do consumo mensal. Os resultados apontaram que o crescimento do consumo total se deve principalmente ao aumento da quantidade de unidades, e que há forte presença de sazonalidade no consumo anual das residências no Brasil.

Palavras-chave: Consumo de energia. Edificações residenciais. Benchmarking Energético.

Abstract

This study aimed to determine the typical consumption of electricity per housing unit in Brazil. The ANEEL database (from 2003 to 2020) was explored, evaluating the total consumption and the number of units. Reference values for electricity consumption in households were obtained for each year and region. The annual consumption growth rate in the analysed interval and the monthly consumption seasonality index were determined. The results showed that the growth in total consumption is mainly due to the increase in the number of units and that there is a strong presence of seasonality in the annual consumption of households in Brazil.

Keywords: Energy consumption. Residential buildings. Energy benchmarking.

Como citar:
GERALDI, M. S., BAVARESCO, M. V., MELO, A. P., LAMBERTS, R. Análise longitudinal do consumo de energia elétrica do setor residencial no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-14.

INTRODUÇÃO

O setor de energia é responsável por grande parte do impacto humano no meio ambiente. Este impacto é causado pela produção de energia, que está diretamente relacionado à emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, o que contribui para as mudanças climáticas [1].

As edificações estão dentre os principais setores que consomem energia, contribuindo com cerca de 52% do consumo de energia no Brasil em 2019 [2]. Diante disso, torna-se necessário melhorar a eficiência energética das edificações para promover um desenvolvimento sustentável. Contudo, para aplicar medidas eficazes é necessário conhecer o desempenho das edificações.

No Brasil, o setor residencial representou um consumo de eletricidade de 150,54 TWh em 2021, representando 67,3% do consumo das edificações do Brasil [2]. Esse consumo vem crescendo ao longo dos últimos anos, porém, é necessário entender os fatores determinantes desse crescimento. Os consumos individuais das residências estão crescendo? Ou o número de residências está crescendo? Ou ambos os fatores? Para responder a essas perguntas, é necessário explorar dados reais. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) mantém um controle dos dados das concessionárias de energia. Nesse controle, é registrada a quantidade de unidades consumidoras e a quantidade de energia fornecida por mês de acordo com cada tipo de tarifação. A partir disso, pode-se inferir correlações empíricas e prospectar fatores determinantes para o consumo de energia em residências.

De fato, outros estudos mostram que diversos fatores impactam o consumo de energia em residências [3,4]: características arquitetônicas e de construção, fatores sociodemográficos, atitudes dos ocupantes [5], clima, alterações e *retrofits* [6], entre outros. Além, disso, a multicolinearidade (relação entre os próprios fatores determinantes) também tem um papel importante [7].

No Brasil, o perfil de consumo de energia do setor residencial e seus usos finais típicos para diversas regiões foi determinado em 2007 [8], por meio dos dados devido à Pesquisa de Posses e Hábitos realizada pelo Procel [9], e pelo Em 2018 e 2019 essa pesquisa foi realizada novamente, atualizando as informações do setor [10]. Desde então, estudos mostraram uma evolução da estrutura de consumo de energia das residências, liderada principalmente pela maior aquisição de equipamentos para proporcionar conforto, como aparelhos de ar-condicionado [11], de forma a tornar as residências espaços com maior qualidade ambiental [12]. Além disso, Abrahão e Souza [13] analisaram os fatores determinantes do consumo de residências no Brasil e concluíram que o limite de renda é um fator que limita o consumo de energia em residências de baixa renda (fenômeno conhecido como pobreza energética), e que a faixa etária também tem um papel decisivo. De fato, o fator econômico está intimamente associado ao consumo de energia em países em desenvolvimento, como mostraram Achão e Schaefer [14], que decompuseram a variação do consumo de eletricidade no setor residencial no Brasil, e concluíram que períodos de crescimento econômico provocam aumento no consumo de energia, enquanto períodos de recessão econômica provocam redução.

Diante do exposto, abrem-se lacunas de pesquisa: é possível obter valores de referência de consumo de energia elétrica para as unidades habitacionais? Como são esses valores de referência de acordo com a região geográfica? Além disso, como é o comportamento desses valores de referência ao longo do tempo?

Dessa forma, o objetivo deste artigo é compreender o consumo típico de energia elétrica por unidade habitacional no Brasil. Para isso, obteve-se valores de referência para o consumo de eletricidade nas unidades habitacionais brasileiras de acordo com a região e ao longo do tempo. Foram explorados o consumo de eletricidade por unidade habitacional nos últimos 19 anos, por região, e diferenciados por tipo de tarifação (residencial e residencial de baixa renda).

MÉTODO

O método empregado neste estudo consiste em quatro etapas descritas na sequência.

OBTENÇÃO DOS DADOS

A base de dados utilizada foi obtida por meio do Relatório de Consumo e Receita de Distribuição da ANEEL [15]. Os relatórios apresentam informações de número de unidades consumidoras (em unidades), consumo de energia (em MWh), receita faturada e receita faturada com tributos (incluindo PIS, ICMS e Cofins) dos consumidores cativos desde 2003. A partir da base de dados, foram aplicados filtros para selecionar a faixa de tensão (apenas B1) e classe de consumo (apenas residencial).

Foi obtido um conjunto de dados com as informações de consumo de energia, unidades consumidoras e tarifa média de energia, categorizados por mês (desde de 2003 até 2021), por região do país, e separados por classe residencial e residencial de baixa-renda, para cada empresa concessionária de energia. No conjunto residencial foi considerada a faixa de tensão “B1-Residencial”, já no conjunto residencial de baixa renda, foram somadas todas as faixas de tensão que correspondem ao faturamento de unidades consumidores de baixa renda. Totalizou-se 26.520 dados, ao qual cada unidade corresponde a um mês de consumo de uma das 130 distribuidoras de energia do país, ao longo do horizonte de análise (2003 a 2020). A Tabela 1 apresenta um resumo do consumo total de energia elétrica e a média anual da quantidade de consumidoras para as regiões do país.

Tabela 1: Síntese do conjunto de dados: consumo total de energia e quantidade média anual de unidades consumidoras. Tomou-se o ano de 2019 como exemplo.

Região	Consumo de Energia Elétrica (TWh)		Quantidade média anual de unidades consumidoras (milhões de unidades)	
	Residencial	Residencial de Baixa Renda	Residencial	Residencial de Baixa Renda
Centro-oeste	11,66	0,79	5,13	0,42
Nordeste	22,74	6,31	14,19	5,20
Norte	7,53	1,44	3,78	0,90
Sudeste	64,76	3,84	30,29	2,11

Região	Consumo de Energia Elétrica (TWh)		Quantidade média anual de unidades consumidoras (milhões de unidades)	
	Residencial	Residencial de Baixa Renda	Residencial	Residencial de Baixa Renda
Sul	2,09	0,89	9,98	0,52
Total Nacional	**108,8**	**13,3**	**63,37**	**9,10**

Fonte: ANEEL 2019 [15], com dados para o ano de 2019.

A partir do conjunto de dados, foi determinado o consumo mensal típico das unidades habitacionais por meio da razão entre o consumo total do mês e o número total de unidades consumidoras daquele mês. É importante enfatizar que nesse estudo assumiu-se que cada unidade consumidora corresponde a uma unidade habitacional (UH). Sabe-se que há limitações nessa premissa (pode haver unidades habitacionais que tenham mais de uma unidade consumidora, ou que uma unidade consumidora atenda a mais de uma unidade habitacional). No entanto, como os dados não possuem informações complementares e não é possível realizar uma caracterização completa da unidade consumidora, assume-se essa limitação.

A partir do consumo por unidade habitacional, realizou-se uma análise de acordo com cada recorte (ao longo do tempo e por região), buscando-se encontrar tendências de consumo e crescimento, bem como valores típicos de consumo.

ANÁLISE DO CRESCIMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA

O primeiro recorte realizado foi com relação à dimensão temporal. Analisou-se o crescimento do consumo anual de energia total do Brasil, bem como o número de unidades consumidoras totais e o consumo por unidade habitacional, sempre diferenciando o consumo residencial e residencial de baixa renda. Dessa análise, calculou-se a taxa de crescimento anual médio de cada um dos parâmetros por meio da Equação 1 (com base em [16]).

$$T_m = \left(\frac{p_f}{p_i}\right)^{1/n} - 1 \quad (1)$$

Em que:

T_m é a taxa de crescimento média anual

P_i é o valor inicial (em 2003) do parâmetro avaliado (consumo total, unidades consumidoras ou consumo por UH);

P_f é o valor final (em 2021) do parâmetro avaliado (consumo total, unidades consumidoras ou consumo por UH);

n é o horizonte de análise (ou seja, de 2003 a 2021, 19 anos).

De forma a buscar compreensão do fenômeno de crescimento, discriminou-se o consumo mensal de energia típico por unidade habitacional para cada região do Brasil nos últimos anos.

ANÁLISE DAS MÉDIAS MENSAIS

Na sequência, foi realizado o cálculo das médias mensais do consumo típico por unidade habitacional. As médias mensais são capazes de informar tendências sazonais de consumo, diferenciados por região e por classe de consumo, utilizando-se o índice de sazonalidade (Equação 2, com base em [17]).

$$S_R = \frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^{12} |M_i - \frac{A_i}{12}| \quad (2)$$

Em que:

S_R é o índice de sazonalidade;

M_i é a média mensal do consumo de energia típico por unidade habitacional no mês *i*;

A_i é a média anual do consumo de energia típico por unidade habitacional.

A literatura indica que índices de sazonalidade maiores que 2,0 indicam a presença preponderante de tendências sazonais na variável avaliada ao longo do ano [18].

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO COM A TARIFA MÉDIA

Por fim, foi realizada uma análise de correlação entre o consumo típico por unidade habitacional e a tarifa média de energia, diferenciados por classe de consumo. A tarifa média de energia varia por mês e por concessionária, compondo uma diversidade de dados e oportunizando a investigação do impacto do custo da energia em kWh no consumo. Utilizou-se a correlação de Spearman (não paramétrica) para verificar a dependência entre as variáveis. O índice de correlação de Spearman varia de - 1,0 a + 1,0, sendo -1,0 a correlação perfeita inversamente proporcional, + 1,0 a correlação perfeita proporcional, e 0 a total falta de correlação. Valores de correlação maiores que 0,5 ou menores que - 0,5 evidenciam que as variáveis têm correlação forte.

De forma complementar, apresenta-se um gráfico de dispersão com a variável independente sendo a tarifa média de energia e a variável dependente o consumo típico por unidade habitacional.

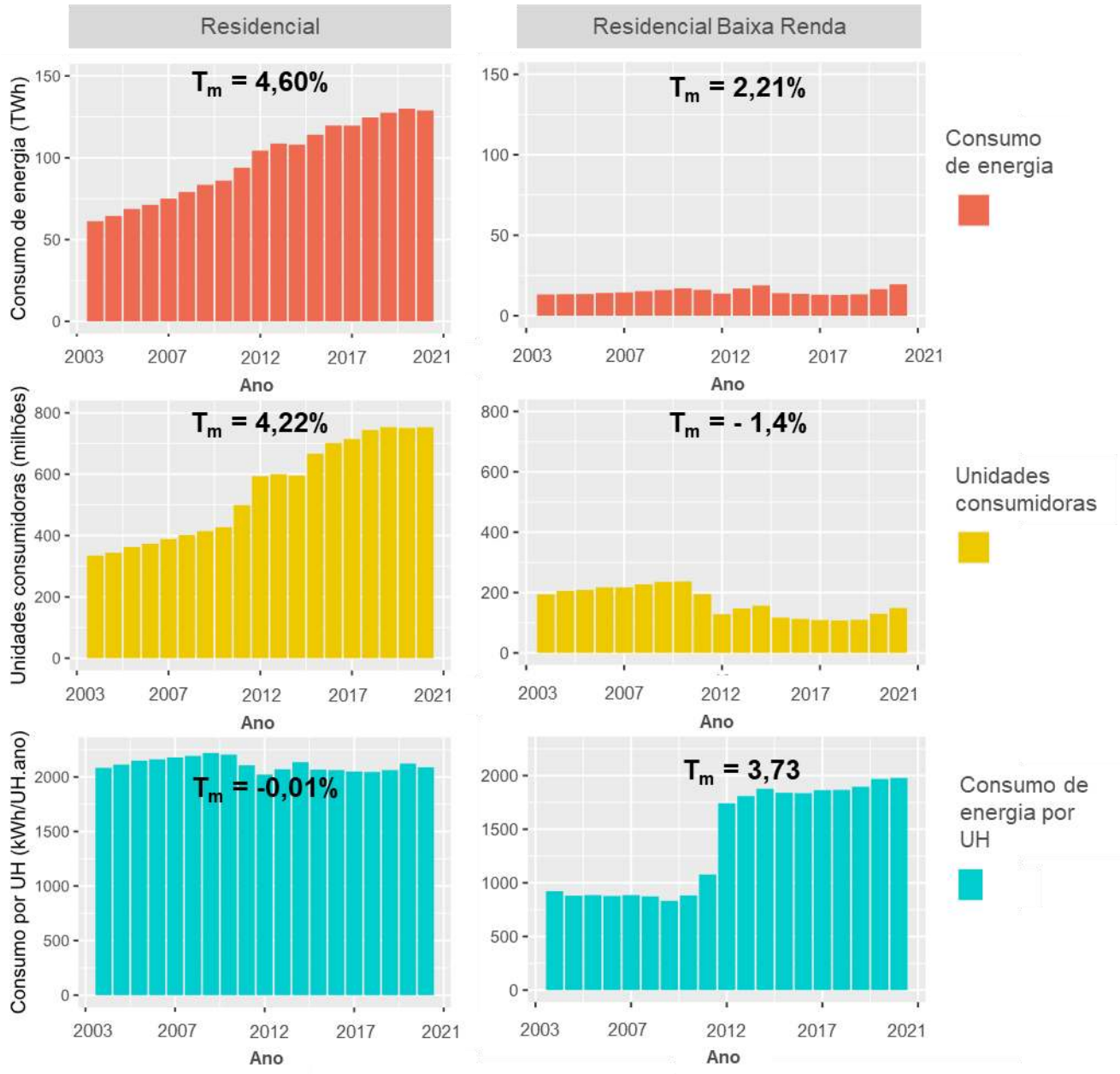
RESULTADOS E DISCUSSÕES

CRESCIMENTO MENSAL

A Figura 1 apresenta o histórico do consumo anual do setor residencial no Brasil, bem como do número de unidades consumidoras e do consumo típico por unidades habitacional (ambos em valores absolutos). É possível perceber que houve um crescimento significativo do consumo total de energia anual desde 2003 (que foi 61,2 TWh para a classe residencial e 13,18 TWh para a classe residencial de baixa renda) até 2021 (que chegou em 128,9 TWh para a classe residencial e 19,53 TWh para a classe residencial de baixa renda), representando um crescimento de 4,6% ao ano para a classe residencial e 2,21% para a classe residencial de baixa renda. Percebe-se também que houve um crescimento significativo no número de unidades consumidoras da classe residencial (de 334 milhões em 2003 para 753 milhões em 2021, representando uma taxa de crescimento de 4,2% ao ano). Porém, quanto à classe residencial de baixa renda, percebeu-se um decréscimo significativo após o ano

de 2010, o que impactou uma queda de 148 milhões de unidades consumidoras em 2003 para 128 milhões em 2012, e depois crescendo para 194 milhões em 2021, resultando em uma taxa de crescimento de -1,4% ao ano. Esse decréscimo pode ser explicado pela mudança no tipo de enquadramento na tarifa de baixa renda que entrou em vigor devido à Lei 12.212 de janeiro de 2010 [19]. Isso pode ter causado a migração de unidades consumidoras do enquadramento de residencial de baixa renda para o enquadramento de consumidor residencial.

Figura 1: Médias anuais consumo de eletricidade total do setor residencial, do número de unidades consumidoras e consumo por unidade consumidora, de 2003 a 2021, diferenciados por tarifa residencial e residencial de baixa renda.



Nota: T_m = Taxa de crescimento no período (em % ao ano).
Fonte: os autores.

A Figura 1 apresenta também o consumo por unidade habitacional (em kWh/UH.ano). Nota-se que a classe residencial apresentou uma redução nos últimos anos (taxa de crescimento negativa de 0,01% ao ano). Infere-se que o crescimento do consumo de energia do setor residencial é causado primariamente pelo aumento de unidades consumidoras, e não necessariamente pelo aumento do consumo individual das residências. Esse resultado converge com resultados de pesquisas similares [13]. Provavelmente, o avanço tecnológico e o aumento de eficiência de produtos (como a significativa inserção de lâmpadas LED no mercado [20]) são causadores desse fenômeno de redução do consumo por unidade habitacional. De forma contrária, nota-se que o consumo por unidade habitacional nas residências de baixa renda apresentou um aumento significativo após 2010.

Pela Figura 1 nota-se que a média nacional do consumo por unidade habitacional da classe residencial apresentou pouca variação nos últimos anos, variando de 2.022,51 kWh/UH em 2012 a 2.219,39 kWh/UH em 2009 com valor médio de 2.006,4 kWh/UH. No caso da classe residencial de baixa renda, nota-se um crescente aumento no consumo por unidade habitacional, variando de 831,41 kWh/UH em 2009 a 1.977,21 kWh/UH em 2021, com média de 1.522,6 kWh/UH. Portanto, é possível inferir que a classe residencial de baixa renda tende a aumentar o consumo até se igualar a classe residencial, o que cria uma expectativa de aumento no consumo de energia a nível populacional e acende alertas para o planejamento energético de centro urbanos, uma vez que a maior parte da população de baixa renda está localizada nas metrópoles, segundo relatório do IBGE [21].

A Tabela 2 apresenta o consumo de eletricidade típico para as unidades habitacionais para cada região do Brasil. Esses valores funcionam como *benchmarks* (valores de referência) para as residências brasileiras, e foram calculados por meio da média dos últimos anos.

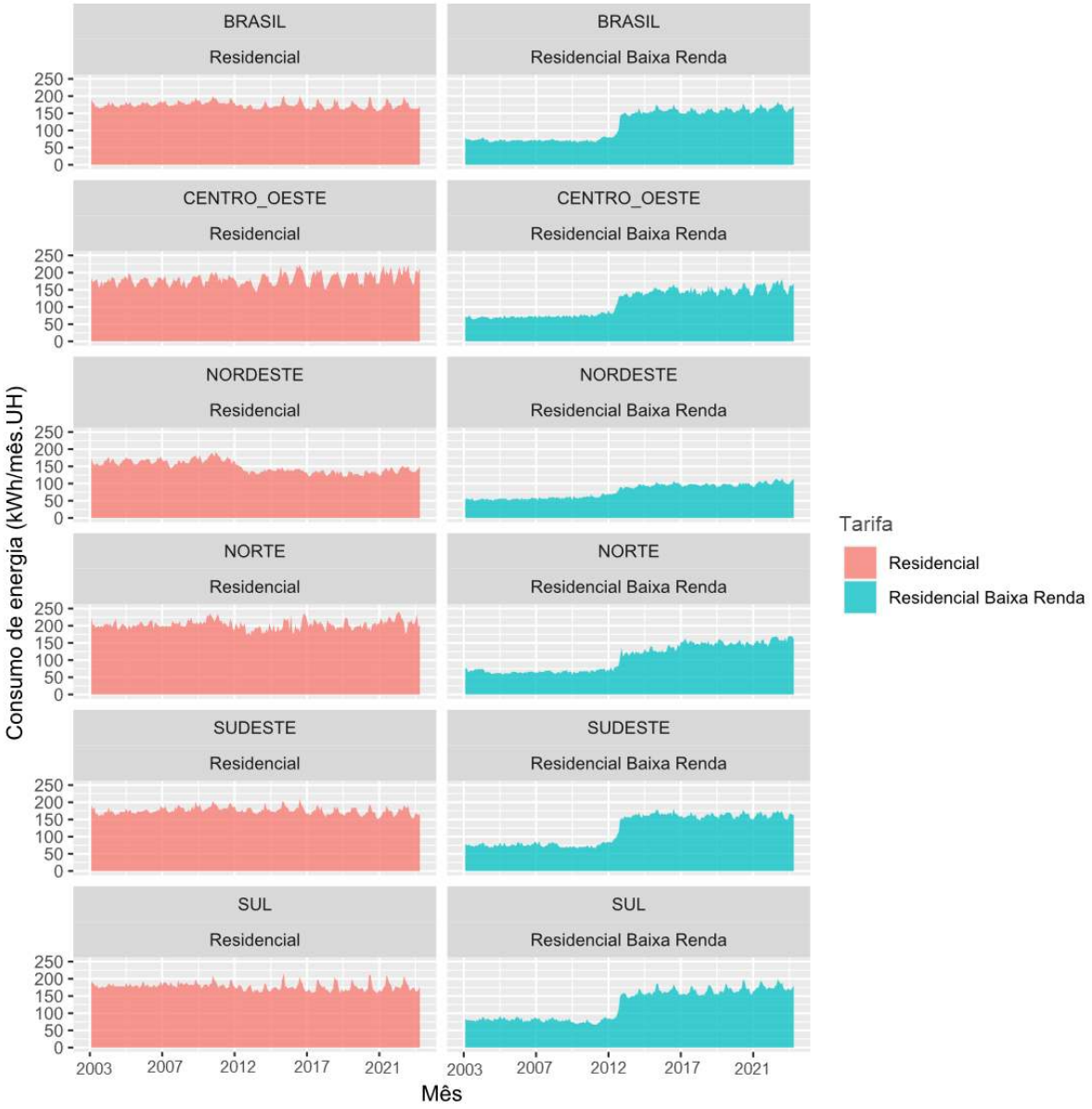
Tabela 2: Consumos de eletricidade típicos para residências brasileiras, para cada região do país e de acordo com a faixa de tarifação.

Região	Consumo médio anual (kWh/UH.ano)	
	Residencial	**Residencial de Baixa Renda**
Centro-Oeste	2.159,5	1.649,2
Nordeste	1.684,3	1.070,7
Norte	2.001,8	1.232,9
Sudeste	2.088,7	1.843,9
Sul	2.097,7	1.816,1
Média Nacional	**2.006,4**	**1.522,6**

Fonte: os autores.

De forma a detalhar as variações mensais, a Figura 2 apresenta o histórico mensal do consumo de energia por unidade habitacional por regiões do Brasil. Na perspectiva mensal, é possível perceber as variações sazonais que o consumo de energia sofre, uma vez que há repetições de padrões bem definidos. Esses padrões são mais perceptíveis nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, mas se manifestam no Nordeste e são claramente perceptíveis no âmbito nacional.

Figura 2: Histórico do consumo mensal de energia típico de unidades habitacionais nas regiões brasileiras, de 2003 a 2021, diferenciados por tarifa residencial e residencial de baixa renda.



Fonte: os autores.

A variação sazonal do consumo de energia no ano é um indicador claro que o consumo de energia das residências é relacionado à variação climática – o que é um fato amplamente conhecido no estudo do ambiente construído. Porém, é importante perceber que a amplitude da variação sazonal sempre foi presente, mas cresceu nos últimos anos, em todos os casos. Uma melhor perspectiva da variação sazonal é percebida na análise de médias mensais.

MÉDIAS MENSAIS

A Figura 3 apresenta um diagrama de blocos das médias mensais das regiões do Brasil. Nota-se que, para todos os casos, há a nítida presença de um fator sazonal ao longo do ano, uma vez que em todos os casos o índice de sazonalidade foi superior a 2,0 – o que complementa a inferência já obtida ao observar o crescimento mensal na Figura

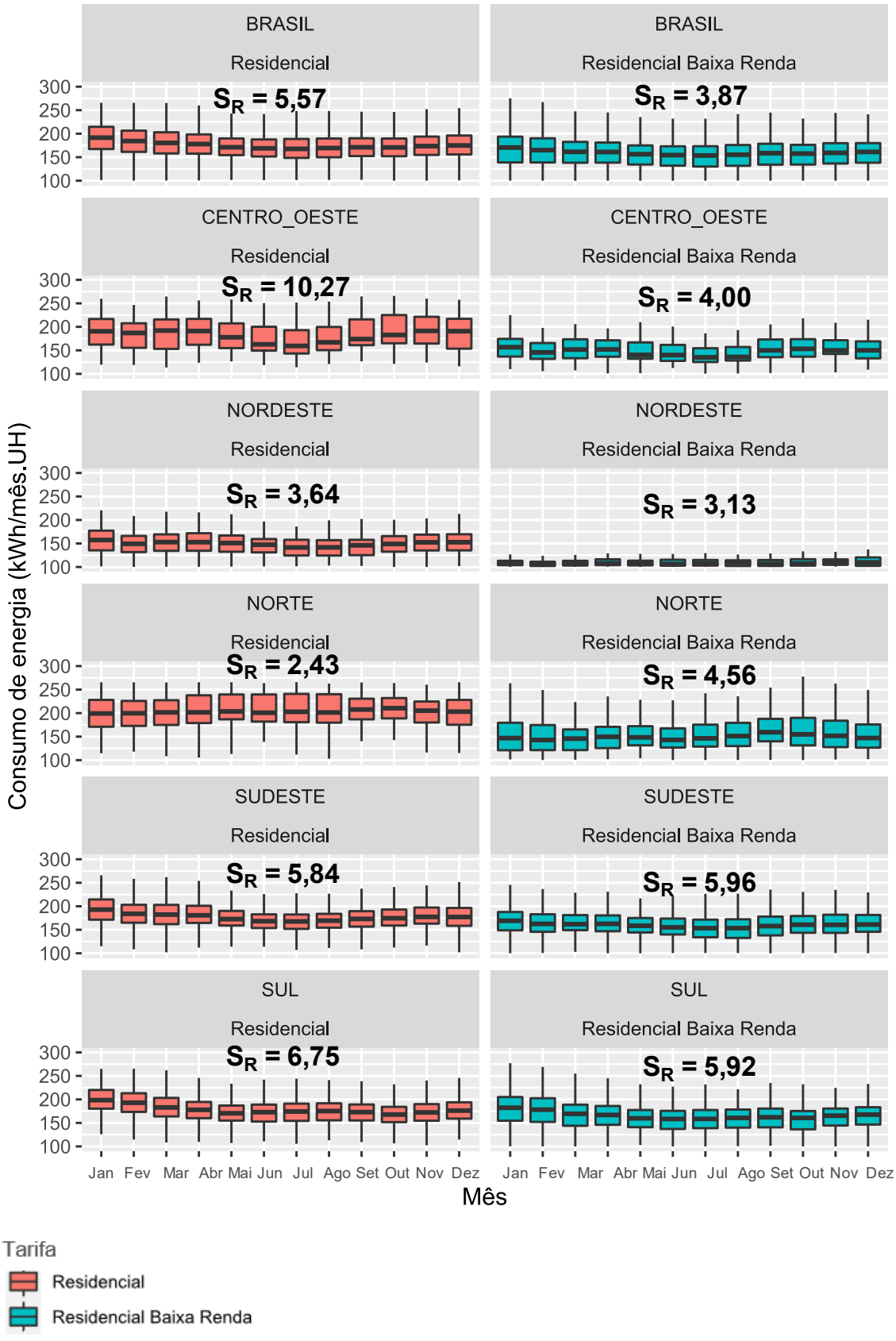
2. A variação sazonal provavelmente decorre do uso de equipamentos para melhorar o conforto térmico durante os meses de verão (especialmente ar-condicionado e ventiladores). Esse resultado é reforçado por estudos que mostraram uma popularização na aquisição desse tipo de equipamento [11].

Apesar de haver um consumo típico maior nos meses de verão em todas as regiões, essa diferença é mais significativa nas regiões Sul e Sudeste, enquanto a variação é quase imperceptível nas regiões Norte e Nordeste. Esse fato é compreensível uma vez que o clima subtropical predominante nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste são típicos por apresentarem estações do ano bem definidas (verões quentes e invernos frios), enquanto nas regiões Norte e Nordeste e Centro-Oeste, o clima quente é predominante ao longo do ano inteiro, exigindo maior demanda de resfriamento de ambientes permanentemente. Esse fato se torna perceptível pelos índices de sazonalidade da classe residencial das regiões Sul (6,75), Sudeste (5,84) e Centro-Oeste (10,27) foram significativamente maiores que os da região Norte (2,43) e Nordeste (3,64). Quanto à classe residencial de baixa renda é possível perceber que os índices de sazonalidade foram, em sua maioria, menores que os índices de sazonalidade da classe residencial, com exceção das regiões Norte e Sudeste.

É importante notar que o consumo típico por unidade habitacional na região Nordeste para a classe residencial de baixa renda é significativamente inferior a todas as demais regiões e classes, evidenciando um problema de desigualdade social e pobreza energética eminente. Uma vez que o Nordeste é uma região tipicamente com alta demanda por resfriamento de ambientes, o baixo consumo por unidade habitacional indica que é provável que as pessoas mais vulneráveis sofram com desconforto por calor. Um estudo mais aprofundado nesse sentido deve ser conduzido para entender esse fenômeno.

De fato, melhorar o desempenho energético de residências é uma demanda urgente, especialmente em habitações de interesse social [22]. Apesar de se observar diversos avanços tecnológicos que aparentemente proporcionaram uma melhoria na classe residencial (Figura 1), a classe residencial de baixa renda apresenta um aumento significativo no consumo por unidade habitacional. Uma forma de melhorar a eficiência energética das edificações com adequada qualidade dos ambientes internos é por meio da aplicação de normas e regulamentos. Estudos evidenciam que os impactos de programas nacionais de etiquetagem são determinantes para garantir a redução do consumo de energia e garantir uma adequada qualidade do ambiente construído [23,24].

Figura 3: Médias mensais do consumo de energia típico por unidade habitacional para cada região do Brasil.

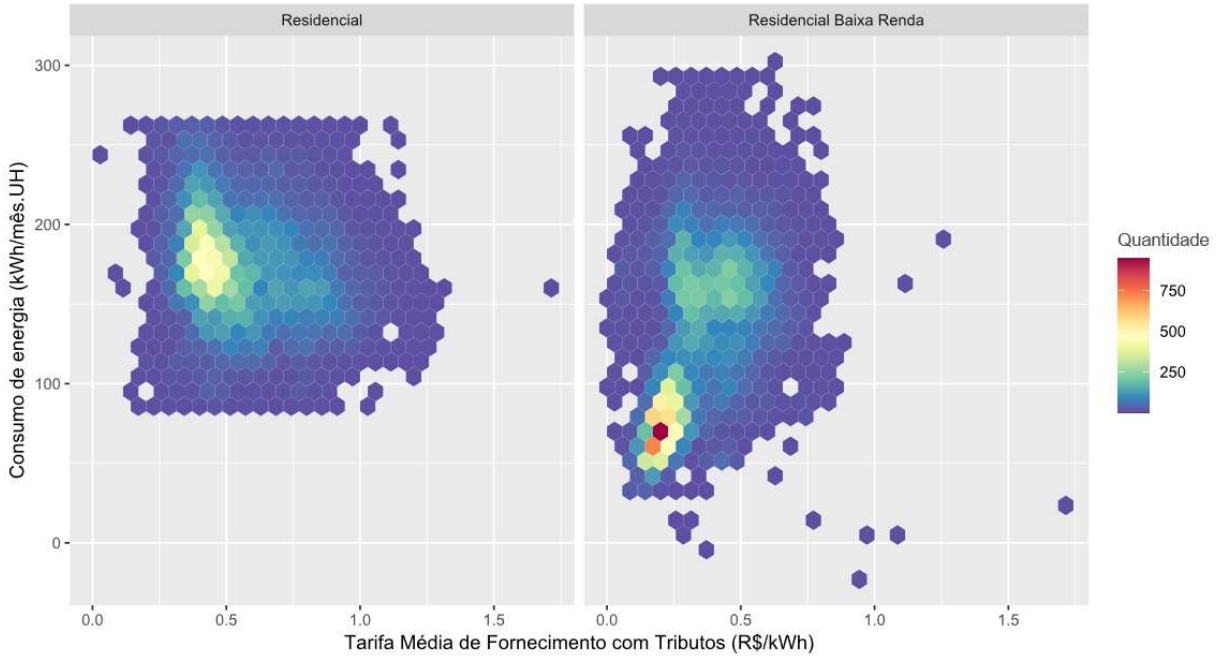


Nota: S_R = Índice de sazonalidade, adimensional.
Fonte: os autores.

CORRELAÇÃO COM A TARIFA MÉDIA

A Figura 4 apresenta a dispersão do consumo típico por unidade habitacional em função da tarifa média de fornecimento de energia. Quanto maior a densidade de pontos em certa região do gráfico, mais próximo do vermelho na escala de cores. O índice de correlação de Sperman para a classe residencial foi de -0,21, enquanto para a classe residencial de baixa renda foi de 0,53. Apesar de haver uma correlação fraca na classe residencial, infere-se que há uma proporção inversa nessas variáveis: quanto maior a tarifa de energia, menor o consumo. Porém, o contrário se observa na classe residencial de baixa renda, na qual observou-se que quanto maior a tarifa, maior foi o consumo, indicando uma proporcionalidade na dependência entre as variáveis.

Figura 4: Dispersão das variáveis consumo de energia por unidade habitacional e tarifa média de fornecimento de energia.



Fonte: os autores.

É importante enfatizar que esse tipo de análise deve ser aprofundado, levando-se em consideração os fatores socioeconômicos que determinam o consumo de energia. Por exemplo, um estudo nas residências do Reino Unido mostrou que apenas a propriedade de um certo equipamento é um fator primordial para determinar o seu consumo, muito mais do que os hábitos de consumo ou a custo da tarifa [3].

As mudanças climáticas aumentam a incerteza desse cenário nos próximos anos. Este tipo de análise é especialmente importante em países em desenvolvimento, como o Brasil, pois as pessoas com condição econômica mais vulnerável são mais suscetíveis a sofrerem os efeitos adversos das mudanças climáticas [25]. Portanto, é importante compreender o potencial de crescimento do consumo de energia à medida que a economia do país cresce.

CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como o objetivo deste artigo é compreender o consumo típico de energia elétrica por unidade habitacional no Brasil. Para isso, avaliou-se o histórico do consumo de energia do setor residencial bem como o número de unidades consumidoras. O consumo de energia por unidade habitacional foi determinado para cada mês disponível na base de dados, e para cada região do Brasil, diferenciando-se o consumo residencial e residencial de baixa renda. Foram utilizados dados oficiais das concessionárias de energia e compilados pela ANEEL.

Os resultados apontaram para um consumo típico de uma unidade habitacional de aproximadamente 2.000 kWh por ano para a classe residencial (com pequenas variações da ordem de -400 a +200 kWh dependendo da região), e 1.500 kWh por ano para a classe residencial de baixa renda (com pequenas variações da ordem de -500 a +300 kWh dependendo da região).

Para a classe residencial, notou-se que apesar do consumo total do setor residencial apresentar aumento nos últimos anos, esse acréscimo é devido ao aumento no número de unidades consumidoras, uma vez que o consumo por unidade habitacional apresentou uma tendência de redução. O contrário pode ser visto na classe residencial de baixa renda, que apresentou um aumento significativo no consumo por unidade habitacional, e uma redução significativa no número de unidades consumidoras a partir de 2010.

É importante enfatizar que o presente trabalho apresenta limitações devido à natureza dos dados utilizados, que são agregados a nível populacional e isentos de informações complementares. Dessa forma, é possível que algumas unidades habitacionais tenham mais de uma unidade consumidora, ou que uma unidade consumidora atenda a mais de uma unidade habitacional. Além disso, é possível haver unidades consumidoras que não são residências. Essa limitação dos dados podem ser objeto de estudos posteriores. Porém, possivelmente não alteram as conclusões obtidos, visto que os resultados são respaldados por estudos similares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES) e à Eletrobras pelo subsídio de bolsas aos pesquisadores que oportunizou a confecção deste estudo.

REFERÊNCIAS

[1] EBC IEA, Annex 53 - Total energy use in buildings - Energy performance analysis Separate Document Volume VI, 2013.

[2] EPE, Balanço Energético Nacional 2021: Ano-base 2020, 2021.

[3] G.M. Huebner, I. Hamilton, Z. Chalabi, D. Shipworth, T. Oreszczyn, Explaining domestic energy consumption - The comparative contribution of building

factors, socio-demographics, behaviours and attitudes, Applied Energy. 159 (2015) 589–600. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.09.028.

[4] G.M. Huebner, D. Shipworth, All about size? – The potential of downsizing in reducing energy demand, Applied Energy. 186 (2017) 226–233. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.066.

[5] K. Steemers, G.Y. Yun, Household energy consumption: A study of the role of occupants, Building Research and Information. 37 (2009) 625–637. https://doi.org/10.1080/09613210903186661.

[6] I.G. Hamilton, A.J. Summerfield, D. Shipworth, J.P. Steadman, T. Oreszczyn, R.J. Lowe, Energy efficiency uptake and energy savings in English houses: A cohort study, Energy and Buildings. 118 (2016) 259–276. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.02.024.

[7] G. Huebner, D. Shipworth, I. Hamilton, Z. Chalabi, T. Oreszczyn, Understanding electricity consumption: A comparative contribution of building factors, socio-demographics, appliances, behaviours and attitudes, Applied Energy. 177 (2016) 692–702. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.04.075.

[8] E. Ghisi, S. Gosch, R. Lamberts, Electricity end-uses in the residential sector of Brazil, Energy Policy. 35 (2007) 4107–4120. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.02.020.

[9] PROCEL, Pesquisa de Posses de Equipamentos e Hábitos de Uso - Classe Residencial, 2008.

[10] ELETROBRAS, Pesquisa de Posses e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial - PPH Brasil 2019, 2019.

[11] K.C. de F.J. Abrahão, R.G.V. de Souza, Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica, Ambiente Construído. 21 (2021) 383–408. https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200532.

[12] K.C.R. de Bortoli, S.B. Villa, Adequação ambiental como atributo facilitador da resiliência no ambiente construído em Habitações de Interesse Social, Ambiente Construído. 20 (2020) 391–422. https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000100381.

[13] K.C. de F.J. Abrahão, R.V.G. de Souza, What has driven the growth of Brazil´s residential electricity consumption during the last 19 years? An index decomposition analysis, Ambiente Construído. 21 (2021) 7–39. https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200513.

[14] C. Achão, R. Schaeffer, 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. 37 (2009) 5208–5220. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.043.

[15] ANEEL, Relatórios de Consumo e Receita de Distribuição, (2022).

[16] P.A. Barbetta, Estatística aplicada às ciências sociais, 9ª edição, Florianópolis, 1994.

[17] W.W.S. Wei, Time series analysis univariate and multivariate methods, International Journal of Forecasting. 7 (1991) 389–390. https://doi.org/10.1016/0169-2070(91)90015-N.

[18] T. Tang, W. Jiang, H. Zhang, J. Nie, Z. Xiong, X. Wu, W. Feng, GM(1,1) based improved seasonal index model for monthly electricity consumption forecasting, Energy. 252 (2022) 124041. https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124041.

[19] BRASIL, Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010 – Dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12212.htm. Acesso em: 24, (n.d.).

[20] A. Nardelli, E. Deuschle, L.D. de Azevedo, J.L.N. Pessoa, E. Ghisi, Assessment of Light Emitting Diodes technology for general lighting: A critical review, Renewable and Sustainable Energy Reviews. 75 (2017) 368–379. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.002.

[21] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa da População, (2016). www.ibge.gov.br.

[22] M.A. Triana, R. Lamberts, P. Sassi, Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance, Energy Policy. 87 (2015) 524–541. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.041.

[23] T.H. Christensen, K. Gram-Hanssen, M. De Best-Waldhober, A. Adjei, Energy retrofits of Danish homes: Is the Energy Performance Certificate useful?, Building Research and Information. 42 (2014) 489–500. https://doi.org/10.1080/09613218.2014.908265.

[24] F. Heesen, R. Madlener, Consumer behavior in energy-efficient homes: The limited merits of energy performance ratings as benchmarks, Energy and Buildings. 172 (2018) 405–413. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.04.039.

[25] C. Filippín, S. Flores Larsen, F. Ricard, Improvement of energy performance metrics for the retrofit of the built environment. Adaptation to climate change and mitigation of energy poverty, Energy and Buildings. 165 (2018) 399–415. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.12.050.