

RELEVÂNCIA DO CHUVEIRO ELÉTRICO NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO URBANO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE TEÓRICA

THE RELEVANCE OF ELECTRIC SHOWERS IN THE BRAZILIAN URBAN ENERGY PLANNING: A THEORETICAL ANALYSIS

Ana Beatriz Corrêa dos Santos 1; Ingrid Stephanie de Moraes 2

¹Especialista | correa.abcs@gmail.com | UFMG | Belo Horizonte, Brasil;

²Mestra | ingmoraes2011@ufmg.br | UFMG | Belo Horizonte, Brasil

Resumo:

Um dos equipamentos mais representativos no consumo elétrico residencial brasileiro é o chuveiro elétrico. Logo, ao considerar os impactos do crescimento urbano na demanda energética, incluí-lo nas análises torna-se crucial. Este artigo aborda de forma teórica a representatividade do chuveiro elétrico na demanda energética nacional e sua relevância nas escalas da edificação e da cidade. O arcabouço teórico apresenta uma breve caracterização das matrizes energética e elétrica brasileiras, além de dados nacionais relativos à chuveiros e abordagem do conceito de Planejamento Energético Urbano. Uma coletânea de artigos dos últimos 15 anos, onde o chuveiro é analisado na escala da edificação, é apresentada e embasa as discussões na escala urbana do presente trabalho. Os estudos e dados federais destacam a importância do chuveiro elétrico na demanda residencial, além do potencial de painéis fotovoltaicos. Apontam-se, ainda, sistemas solares e a gás para aquecimento de água como alternativas. Contudo, há necessidade de pesquisas em outras regiões do país. Este artigo conclui que, em escala urbana, o uso do chuveiro se intensifica e a atratividade dessas tecnologias como alternativa à eletricidade da concessionária é destacada. É crucial que gestores locais entendam sua realidade e proponham estratégias urbanas e energéticas para usufruir de seus potenciais.

Palavras-chave:

Chuveiro elétrico; Energia Solar; Planejamento Energético Urbano.

Abstract:

One of the most significant appliances in Brazilian residential electricity consumption is the electric shower. Therefore, considering its impact becomes crucial when scaling up analyses and examining the effects of urban growth on energy demand. This article theoretically explores the electric shower's role in national energy demand and its relevance at both building and city scales. The theoretical framework includes a brief overview of Brazil's energy and electricity matrices, data on electric showers, and the concept of Urban Energy Planning. A review of studies from the past 15 years analyzing the electric shower at the building scale supports the urban-scale discussion in this work. Federal data and previous research highlight the electric shower's importance in residential demand and the potential of photovoltaic panels. Solar and gas water heating systems are also presented as alternatives. However, further research is needed in other regions of the country. The article concludes that at the urban scale, the presence of electric showers increases significantly, making alternative technologies even more attractive compared to grid electricity. It is crucial that policymakers understand their local contexts and develop urban and energy strategies to harness the full potential of cleaner energy solutions.

Keywords:

Electric shower; Solar Energy; Urban Energy Planning.

1. INTRODUÇÃO

O chuveiro elétrico é um dos equipamentos que mais consomem eletricidade em residências brasileiras (Brasil, 2017). Porém, seu uso e representatividade podem variar consideravelmente dependendo da região do país (Eletrobras, 2020) e, conseqüentemente, do clima local. Ao considerar os impactos do crescimento urbano na demanda energética, incluí-lo nas análises se torna ainda mais importante. O presente artigo visa abordar de forma teórica a representatividade do chuveiro elétrico na demanda energética brasileira e a relevância de considerá-lo em análises na escala urbana. O arcabouço teórico perpassa por breve caracterização das matrizes energética e elétrica brasileiras, exposição de dados nacionais relativos à chuveiros, e os conceitos de Planejamento Energético Urbano. Como revisão de literatura, uma coletânea de artigos publicados nos últimos 15 anos é apresentada, onde se discute o chuveiro elétrico na escala da edificação. A combinação desses pilares embasa as discussões neste trabalho, incluindo possíveis desdobramentos na escala urbana.

1.1 A RENOVABILIDADE DAS MATRIZES ENERGÉTICA E ELÉTRICA BRASILEIRAS: UMA VISÃO GERAL

O Brasil está em uma situação relativamente privilegiada no mundo quanto à renovabilidade de suas matrizes. A energética apresentou uma parcela renovável de 49,1% em 2023, mostrando crescimento com relação a 2022 (47,4%). Os setores que mais consumiram energia em 2023 no país foram os transportes (33%), indústrias (31,8%) e residências (10,7%). Este último apresentou um crescimento de 4,1% em relação a 2022 e possui como principais fontes a eletricidade (48,4%), usada para iluminação, refrigeração e eletrodomésticos, e lenha (25%), GLP ou gás liquefeito de petróleo (21,1%) e gás natural (1,5%), estes três majoritariamente empregados na cocção. A presença maciça da eletricidade como fonte em residências possibilita que sua matriz energética seja notadamente mais renovável, atingindo 72,2% em 2023. Como exemplos de representantes renováveis da matriz energética, tem-se a biomassa de cana, energia hidráulica, lenha e carvão vegetal, eólica e solar. Já na fatia não-renovável, encontram-se o petróleo e derivados, gás natural e o carvão mineral (EPE, 2024).

Transitando para a matriz elétrica, os números crescem consideravelmente: em 2023, a participação de renováveis alcançou 89,2%. Quando se considera apenas o SIN (Sistema Interligado Nacional), esse percentual sobe para 93%. Assim como a matriz energética, a elétrica também apresentou crescimento com relação ao ano anterior (87,9%). Os setores com maior consumo em 2023 foram o residencial (com aumento de 9,1%), comercial (+7,1%) e industrial (+2,6%). As fontes mais representativas da matriz elétrica brasileira são a de origem hidráulica, eólica, biomassa e solar (EPE, 2024).

1.2 O CHUVEIRO ELÉTRICO EM RESIDÊNCIAS BRASILEIRAS: CENÁRIO ATUAL E PREVISÕES FUTURAS

A Pesquisa de Posses e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial, criada por Eletrobras (2020), aponta os principais equipamentos elétricos, rotinas de uso e fontes de energia utilizadas por 18.775 residências no Brasil no período de julho de 2018 a abril de 2019, colaborando para um entendimento mais aprofundado da demanda energética regional. No panorama nacional, os equipamentos elétricos mais utilizados são o freezer (33,73%), refrigerador (24,10%) e liquidificador (19,88%). O chuveiro elétrico aparece como "Outros - Aquecedor de água", com torneira e boiler, representando 0,60%. Cerca de 40% dos domicílios levantados apresentavam chuveiro elétrico e, em termos de fontes de energia utilizadas para o aquecimento de água, a energia elétrica figurava com 37,52%, seguida pela solar (0,96%) e o gás (0,59%). As residências sem atendimento de água aquecida para tal fim correspondiam a 60,23%. A média de chuveiros por residência, com ou sem água aquecida, chegava a 1,26 e este era utilizado em média 3,95 vezes por dia. Com um tempo médio de banho atingindo 6 a 10 minutos em 45,59% das residências brasileiras, os horários mais representativos de uso do equipamento eram das 6 às 7h e das 18 às 21h. Os meses em que banhos na temperatura máxima predominaram foram junho, julho e agosto

(Eletrobras, 2020), coincidindo com o inverno no hemisfério sul. A Tabela 1 compila dados semelhantes, porém discriminados por região.

| Região | Total de amostras | Equipamentos elétricos utilizados (Menção do chuveiro) | Fontes de energia para o chuveiro | Média de uso por dia | Tempo médio de banho |
|--------------|-------------------|--|--|----------------------|----------------------|
| Norte | 4.375 | Água quente (chuveiro, torneira, boiler): 0%. | 3,24% energia elétrica; 1,27% solar; 94,75% sem aquecimento | 3,05 | Até 5 min |
| Nordeste | 6.100 | Água quente (chuveiro, torneira, boiler): 0%. | 8,43% energia elétrica; 0,01% solar; 91,53% sem aquecimento | 3,9 | |
| Centro-oeste | 2.500 | Água quente (chuveiro, torneira, boiler): 5,88%. | 67,76% energia elétrica; 1,46% solar; 30,55% sem aquecimento | 4,08 | |
| Sudeste | 3.925 | Água quente (chuveiro, torneira, boiler): 0%. | 73,44% energia elétrica; 1,58% solar; 21,79% sem aquecimento | 4,02 | 6-10 min |
| Sul | 1.875 | Água quente (chuveiro, torneira, boiler): 0%. | 93,85% energia elétrica; 1,30% solar; 0,54% sem aquecimento | 3,77 | |

Tabela 1: Resumo de dados relativos a chuveiros elétricos, por região.
Fonte: Eletrobras (2020). Compilado pelas autoras.

Quanto a cenários futuros, o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), feito em 2017 com horizonte até 2026, previu queda na posse de chuveiros elétricos nos próximos anos no país, passando de 65 unidades a cada 100 domicílios em 2016, para 61 unidades em 2021 e 58 unidades em 2026. Quanto ao aquecimento de água, há uma expectativa de expansão do gás natural em substituição a esse equipamento e de crescimento na utilização de sistemas de aquecimento solar (SAS), com alcance estimado de 13,6% em 2026 (Brasil, 2017).

1.3 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO URBANO: BREVE CONCEITUAÇÃO

Mencionado pela primeira vez em 1978 após a Crise do Petróleo, o termo Planejamento Energético Urbano diz respeito à sinergia entre o planejamento urbano e o energético, envolvendo suas potencialidades e obstáculos simultaneamente. É uma forma relevante de abordar os problemas e oportunidades atuais para melhoria da eficiência energética e sustentabilidade em cidades (Collaço, 2019). No Brasil, entretanto, há uma desconexão entre regulamentações energéticas, criadas por iniciativas federais (IEA, EPE, MME, 2021), e legislações urbanas municipais, onde cada cidade possui autonomia para criar documentos como Plano Diretor, Código de Obras e Lei de Uso e Ocupação do Solo (Collaço, 2019). Enquanto as formas atuais de planejamento urbano têm intensificado o consumo energético e as emissões, o planejamento energético busca aumentar a produção de energia local e reduzir as emissões através do aumento da eficiência energética. Para sua implementação, é imprescindível que todos os setores sejam envolvidos e que estudos em escala local sejam conduzidos. Um exemplo de ferramenta útil nesse contexto é a modelagem, utilizada desde a década de 70. Modelos de simulação representam de forma consistente a demanda e geração de energia com base no sistema energético local (Collaço, 2019).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para consolidar a fundamentação teórica e contribuir para o entendimento dos trabalhos levantados, serão abordados de forma conceitual três tipos de tecnologias citadas na revisão de literatura: sistema de aquecimento de água por energia solar (SAS), painéis fotovoltaicos para produção de energia elétrica e sistema de aquecimento de água a gás, compilados na Tabela 2.

| Sistema | Função | Principais componentes | Tipos de conversão realizadas no sistema |
|---------|---------------------------------------|--|---|
| SAS | Aquecimento de água via energia solar | - Reservatório térmico (boiler); - Coletor solar. - Outros itens, se for para piscina. | Energia térmica solar incidente nos painéis aquece a água |

| | | | |
|---------------------|--|---|---|
| Painel fotovoltaico | Produção de eletricidade por energia solar | - Painéis mono ou policristalinos; - Baterias (se <i>off-grid</i>) ou medidor bidirecional (se <i>on-grid</i>); - Inversor. | Energia solar (radiação) > Energia elétrica > Adaptação da corrente |
| Aquecedor a gás | Aquecimento de água via gás natural ou GLP | - Aquecedor (passagem ou por acumulação); - Tubulação (se gás natural) ou botijão (se GLP); - Sistema de ignição; painel de controle. | Queima do gás > energia térmica transferida para a água |

Tabela 2: Breve caracterização de sistemas abordados pelos trabalhos selecionados.

Fontes: ABRSolar (s.d.)a; ABRSolar (s.d.)b; EPE (s.d.)a; EPE (s.d.)b; Raimo (2007); RHEEM Brasil (2018). Compilado pelas autoras.

Painéis fotovoltaicos em sistema *on-grid* estão conectados à rede elétrica local, possibilitando que a energia gerada seja injetada na rede da concessionária. Um medidor bidirecional contabiliza a energia produzida e a gasta pelo usuário, identificando o saldo - devido ou creditado - na conta. Se em um mês a produção for maior do que o consumo, a diferença se transforma em crédito para o usuário e a conta de energia apontará apenas a taxa mínima a ser paga. Já os sistemas *off-grid* são conectados a baterias (ABRSolar, [s.d.]a).

Iniciando a abordagem das pesquisas levantadas, Napolini e Rütther (2011) analisaram o impacto do sistema de aquecimento solar em habitações de baixa renda, sobre as demandas de energia da rede de distribuição, monitorando 90 unidades habitacionais em Florianópolis (SC) por um ano. Dessas unidades, 60 foram equipadas com SAS, enquanto 30 mantiveram o chuveiro elétrico. Obteve-se reduções de demanda de energia ativa (50%), reativa (29%) e aparente (49%) na rede com o uso do SAS. Os resultados indicaram economia com aquecimento de água durante todo o ano, mesmo em uma região do país com menores índices de radiação, apontando potencial de evitar custos de expansão do sistema, especialmente nos horários de pico.

Altoé, Oliveira Filho e Carlo (2012) avaliaram a eficiência energética do SAS com apoio elétrico, em residência unifamiliar em Viçosa (MG), comparando os resultados ao uso do chuveiro elétrico. Os autores simularam o SAS, dimensionado pelos parâmetros da NBR 15569/2008 e o RTQ-R, pelo software *Energy Plus* e verificaram que este sistema proposto apresentou redução média de 70% do consumo de energia elétrica para aquecimento de água e 36% no consumo total da casa.

No estudo sobre uso final de eletricidade em habitações de baixa renda de Silva *et al.* (2014), foram coletados dados de 60 residências em Florianópolis para identificar os equipamentos mais relevantes no consumo. Por meio de questionários e monitoramento de equipamentos elétricos, detectou-se que o chuveiro, refrigeradores, TV e iluminação representaram de 73,8% a 91,7% do consumo total das unidades, sendo o chuveiro responsável por 33% a 40%. Verificou-se correlações entre o uso do chuveiro elétrico com número de habitantes e a renda total.

Sgarbi *et al.* (2014) investigaram o futuro do aquecimento residencial de água no Brasil, com foco no chuveiro elétrico e sua alternativa mais direta, o aquecimento com gases combustíveis. Pela metodologia de cenários, mapeou-se os fatores, agentes e condicionantes, que proporcionariam maior uso dessas fontes para aquecimento. Observou-se que os principais atores se concentram na esfera governamental, sobretudo a nível federal, além de construtoras, projetistas e fornecedores. Tendência ao aumento da participação de gases combustíveis para geração térmica também foi indicada.

Johann, Simões e Santos (2019) destacaram o aquecimento de água por gases combustíveis no Brasil, apontando desafios para seu uso. Pela metodologia SWOT, percebeu-se barreiras como falta de aparelhos adaptados à realidade local e mão de obra qualificada, infraestrutura, custos de operação, entre outras. O gás natural se mostra como uma alternativa oportuna para aquecimento de água e considerado como fonte de transição de combustíveis fósseis para fontes renováveis. Deve-se adotar estratégias de divulgação e desenvolvimento da tecnologia, assim como ações do Governo para incentivos econômicos e fiscais para ampliar o fornecimento desta fonte de energia.

Em Pelotas (RS), Cleff, Teixeira e Silva (2019) compararam, pelo viés financeiro, sistemas fotovoltaicos e de SAS para uma HIS (Habitação de Interesse Social). Por meio de

dimensionamento via softwares, orçamentos locais dos sistemas e da análise financeira, dos quatro cenários avaliados determinou-se que o mais viável foi o sistema fotovoltaico suprindo toda a demanda elétrica da casa.

Geá *et al.* (2020) avaliaram a viabilidade econômica de SAS existente em uma residência unifamiliar em Lagoa Santa (MG). Após orçamentos, cálculo do consumo do chuveiro elétrico e cálculo do montante anual economizado, foi realizada análise econômica por meio de *payback* descontado e Taxa Interna de Retorno (TIR). O investimento se mostrou viável, com retorno em 13,5 anos e TIR de 14%. Os autores sugerem que o tempo maior de *payback* em relação a outros trabalhos pode ter sido influenciado pela radiação na localidade, tipo do chuveiro, tempo e frequência de banhos, e valor da tarifa média em Minas Gerais.

Por revisão da literatura, Bavaresco *et al.* (2021) investigaram os aspectos que impactam o desempenho energético em HIS. O SAS é apontado como um deles, sendo associado ao aumento do nível de eficiência energética das habitações, maior autonomia energética de famílias de baixa renda e redução da demanda durante horário de pico. Entretanto, dificuldades no correto dimensionamento dos sistemas podem comprometer reduções no consumo e na conta de luz.

Vaz *et al.* (2023), realizaram *benchmarking* energético de sistemas de aquecimento de água residencial em HIS. A partir de dados do Inmetro, IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e da INI-R (Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais), os sistemas foram analisados tecnicamente e dimensionados para um modelo de HIS em 12 cidades brasileiras. Foram discutidas características dos sistemas de aquecimento, seus equipamentos e eficiências. O estudo de caso indicou consumo de energia para aquecimento acima do esperado apontado pela literatura, indicando distorções da realidade e limitações no modelo de cálculo da INI-R.

Bissani *et al.* (2024) compararam técnica e financeiramente sistemas de aquecimento de água de diferentes fontes - chuveiro elétrico, SAS, fotovoltaica, GLP - em residência em Cascavel (PR). Foram realizados dimensionamentos e orçamentos para as análises. O cenário com o SAS e fonte auxiliar de energia elétrica proveniente da concessionária foi definido como o mais viável, considerando retorno do investimento e atendimento da demanda durante todo o ano.

Por fim, Pinto *et al.* (2025) avaliaram a viabilidade econômica da substituição do chuveiro elétrico por SAS ou sistemas fotovoltaicos para residência de baixa renda em Itajubá (MG). O sistema fotovoltaico atendendo toda demanda de energia da unidade se mostrou o mais atrativo, seguido pelo SAS em substituição ao chuveiro elétrico e dos dois sistemas utilizados simultaneamente. Observou-se que os custos das adequações na unidade habitacional (UH) para implementação do SAS, tornou o sistema menos competitivo.

Os trabalhos citados serão retomados durante as discussões através de uma tabela resumo com os principais dados levantados.

3. MÉTODOS

Definiu-se o chuveiro elétrico em edificações brasileiras, sobretudo as residenciais, como objeto de estudo do presente artigo. Através de um embasamento teórico introdutório e uma revisão de literatura como método de pesquisa, buscou-se entender a relevância e presença do mencionado equipamento na demanda energética brasileira e nas últimas produções acadêmicas publicadas, traçando-se discussões a partir de tais dados.

Como ferramentas de busca para as pesquisas selecionadas, citam-se o Portal de Periódicos da CAPES, Scopus, Google Scholar, Science Direct e Scielo Brasil. A fim de otimizar o tempo e atender a limitação de páginas do presente artigo, optou-se por considerar apenas trabalhos em formato de artigo, em português ou inglês, com acesso aberto e publicados nos últimos 15 anos. Ao todo, 20 artigos foram coletados, sendo 11 pesquisas consideradas pertinentes ao recorte do presente trabalho. Aqueles não selecionados não mencionam diretamente a participação do chuveiro elétrico, ponto focal deste artigo.

Dentre as informações coletadas de cada trabalho, citam-se o local do estudo, tipo de sistema utilizado, tipologia construtiva avaliada (residencial), eventual comparação com outra tecnologia, descobertas e limitações encontradas, entre outros. As pesquisas selecionadas conduziram análises que atingiram desde a esfera técnica até a econômica em alguns casos. Os seguintes temas e palavras-chave foram utilizados nas buscas dentro das ferramentas mencionadas:

- a. Palavras-chave: “chuveiro”; “chuveiro elétrico”; “demanda energética/chuveiro”; “eletricidade”; “electric shower”;
- b. Priorização de temas nas plataformas: Energy, energy efficiency, solar energy, home appliances, solar water heating, solar energy.

As discussões do presente artigo foram construídas a partir da extração das informações mencionadas dos trabalhos selecionados na seção de revisão de literatura, culminando nos debates e conclusões mais adiante.

4. DISCUSSÃO

A Tabela 3 compila informações relevantes das pesquisas selecionadas para o presente artigo sobre a presença do chuveiro elétrico na demanda de energia de residências, a fim de retomar pontos importantes para a etapa de discussões deste trabalho.

| Autores | Foco da pesquisa | Local | Principais resultados | Fragilidades encontradas |
|--------------------------------------|---|------------------|---|--|
| Naspolini e Rütter (2011) | Impacto do sistema de aquecimento solar (SAS) nas demandas de energia da rede em UH de baixa renda | Florianópolis-SC | <u>Consumo do chuveiro elétrico:</u> 1555,68 a 1610,16 kWh/ano. O SAS reduziu o consumo de energia ativa em 50%, reativa em 29% e aparente em 49%. | Chuveiro elétrico utilizado como <i>backup</i> do SAS, que demanda mais energia reativa. |
| Altoé, Oliveira Filho e Carlo (2012) | Análise energética entre o chuveiro elétrico e SAS em UH, por demanda de água | Viçosa-MG | <u>Consumo do chuveiro elétrico:</u> 915 a 1550 kWh/ano de acordo com vazão. Reduções no consumo do SAS: -70% (aquecimento); -36% (total). Sugeriu-se a revisão de normativas referentes ao método da Carta F, que não se mostrou adequado aos sistemas comuns no Brasil. | Os autores utilizaram para baixa demanda um reservatório de 200L, por ausência de modelos de 100L no mercado - mais compatíveis. |
| Silva <i>et al.</i> (2014) | Uso-final de energia em UHs de baixa renda | Florianópolis-SC | O chuveiro representou de 33,5% a 40,3% do consumo total. O número de habitantes e renda total da UH mostraram forte correlação com o uso do chuveiro e outros equipamentos. | Autores indicam a inexistência de ar-condicionado nas UHs, e que o estudo deve ser replicado em outros locais. |
| Sgarbi <i>et al.</i> (2014) | Perspectivas futuras no aquecimento a gás, por construção de cenários | Análise geral | Chuveiro elétrico causa impactos na infraestrutura energética. Para ampliar o uso de aquecedores a gás, o Governo se destaca entre os agentes, além de construtoras, incorporadoras, projetistas e fornecedores. Tendência de aumento dessas fontes na matriz elétrica. | Destaca-se a impossibilidade de testar mais sugestões de políticas públicas. Deve-se considerar o consumo de água, pois estas fontes utilizam maior vazão. |
| Johann, Simões e Santos (2019) | Barreiras para utilização de gases combustíveis no aquecimento de água residencial no Brasil, por meio do método SWOT | Análise geral | O aquecimento a gás pode substituir o chuveiro, que tem impacto significativo no sistema elétrico, com maior conforto, eficiência, diversidade de soluções e aparelhos e menor custo de instalação em obras novas. O gás natural é um combustível indicado para a transição energética. As principais | Os autores identificam como barreiras a falta de aparelhos adaptados à realidade local e mão-de-obra qualificada, tecnologia limitada |

| | | | | |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| | | | estratégias para maior difusão são a divulgação, capacitação e ações do Governo. | no Brasil, ausência de infraestrutura, custo de operação e disponibilidade. |
| Cleff, Teixeira e Silva (2019) | Comparação financeira entre sistema fotovoltaico e SAS em UH geminada | Pelotas-RS | <u>Consumo do chuveiro elétrico:</u> 1220,4 kWh/ano. Sistema fotovoltaico para suprir demanda total mostrou o menor tempo de retorno financeiro. | Não foi avaliado pelos autores o consumo de água, podendo impactar na análise econômica. |
| Geá <i>et al.</i> (2020) | Avaliar a viabilidade econômica de um SAS em residência em uma residência de alto padrão | Lagoa Santa-MG | <u>Consumo do chuveiro elétrico:</u> 1036,8 kWh/ano. O SAS existente indicou <i>payback</i> de 13 anos e meio e TIR de 14,01%, sendo o investimento considerado viável. Podem ter afetado o <i>payback</i> : o local, demanda de água quente e valor da tarifa | Autores indicam que a variação da tarifa, no decorrer da vida útil do SAS, foi indicada como uma limitação. |
| Bavaresco <i>et al.</i> (2021) | Identificar fatores que afetam o desempenho energético de HIS | Análise geral | O SAS aparece como fator que impacta o desempenho de HIS, podendo reduzir a demanda energética no horário de pico, aumentar o nível de eficiência e atuar na autonomia de acesso de energia. O correto dimensionamento traz impacto real no consumo/custos. | Os autores indicaram dificuldade no levantamento de dados das HIS construídas, sugerindo criação de banco de dados nacionais. |
| Vaz <i>et al.</i> (2023) | Benchmarking de sistemas de aquecimento em HIS | Curitiba-PR, Canela-RS, São Paulo-SP, Porto Alegre-RS, Vitória da Conquista-BA, Brasília-DF, Rio de Janeiro-RJ, Goiânia-GO, Recife-PE, Cuiabá-MT, Fortaleza-CE, Palmas-TO | <u>Consumo do chuveiro elétrico:</u> de 1.599 a 3.467 kWh/ano. Nota-se correlação direta entre potência, consumo e temperatura. O SAS tem potencial para reduzir o consumo e aumentar a eficiência energética em HIS, apesar dos desafios em dimensionar e armazenar. Sistemas a gás têm rendimento semelhante, mas o GLP tem mais emissões. O estudo de caso revelou consumo de energia para aquecimento superior ao esperado, indicando distorções e limitações nos modelos de cálculo da INI-R. | Limitações citadas ligadas ao PPH mais recente, que pode não representar totalmente a realidade brasileira, e dificuldades na compreensão dos procedimentos de avaliação de eficiência energética nas tabelas do Inmetro e IPT. |
| Bissani <i>et al.</i> (2024) | Avaliação técnico-econômica comparando sistemas de aquecimento de água. | Cascavel-PR | <u>Consumo do chuveiro elétrico:</u> 1645,67 kWh/ano. O SAS com apoio da rede elétrica foi o mais atrativo financeira e tecnicamente, ao passo que o aquecimento a gás foi o menos interessante. | Usou-se equipamento a gás com maior vazão de água por ser o único tipo disponível no mercado. |
| Pinto <i>et al.</i> (2025) | Análise financeira entre SAS e sistema fotovoltaico | Itajubá-MG | <u>Consumo do chuveiro elétrico:</u> 1320 kWh/ano. O sistema fotovoltaico (consumo total) foi o mais atrativo e o sistema combinado, o menos. As adequações necessárias no SAS afetam sua competitividade. | Sugere-se a replicação do estudo em outras localidades que utilizam o chuveiro elétrico. |

Tabela 3: Quadro-resumo com os principais pontos levantados pelas pesquisas selecionadas.

Fonte: Confeccionado pelas autoras.

Os estudos destacam a significativa contribuição do chuveiro elétrico para a demanda residencial no Brasil. Parte deles aponta o potencial de painéis fotovoltaicos para atender não apenas a demanda dos chuveiros, mas de toda a residência. Também aparecem como alternativas o aquecimento de água por gás e energia solar. As conclusões de Sgarbi *et al.* (2014) alinham-se ao PDE 2026 ao apontarem o crescimento da demanda por gás natural. Já Johann, Simões e Santos (2019) ressaltam os desafios dessa fonte no país, como a escassez de equipamentos adaptados à

realidade local. Questões como emissões e exigências de vazão para sistemas a gás também devem ser consideradas, especialmente em comparação à energia solar. Por fim, fatores locais como disponibilidade de radiação solar, custo do GLP e presença de infraestrutura de gasodutos influenciam diretamente a viabilidade técnica e econômica dessas alternativas.

Todos analisaram edificações residenciais, majoritariamente de interesse social. Embora o foco tenha sido a escala da edificação, ao comparar os dados nacionais apresentados na introdução com a relevância do chuveiro elétrico no setor residencial, fica evidente que medidas para reduzir a sobrecarga da rede elétrica em unidades habitacionais teriam impacto ampliado na escala urbana, especialmente nos horários de pico. Melhorias na infraestrutura local, incentivos fiscais para aquisição de equipamentos e o fortalecimento da fonte de energia mais adequada a cada região seriam eficazes nesse contexto. Sob essa perspectiva, destaca-se a importância de uma atuação conjunta entre os setores da sociedade para implementar ações de forma coordenada, princípio essencial do Planejamento Energético Urbano. A escassez de artigos que relacionam o consumo de chuveiros elétricos aos impactos na demanda energética urbana evidencia uma lacuna a ser explorada por novas pesquisas, a fim de destacar as estratégias de aquecimento de água como fator relevante no planejamento energético das cidades.

A amostra revelou concentração de pesquisas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, abrangendo os estados de Santa Catarina, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Espírito Santo. Três estudos adotaram uma abordagem teórica, sem foco em regiões específicas. Dentre os trabalhos revisados, apenas o de Vaz *et al.* (2023) contemplou maior diversidade de localidades, abordando cidades representativas das zonas bioclimáticas brasileiras. Este estudo reforçou a variação de consumo do chuveiro elétrico entre regiões, indicando que o planejamento energético deve considerar as especificidades locais. Ainda assim, há necessidade de ampliação na variedade geográfica dos estudos para aperfeiçoamento da compreensão da realidade brasileira na questão do aquecimento de água residencial.

Sobre o consumo de energia dos chuveiros elétricos, nove estudos apresentaram dados quantitativos, considerando variáveis como número de moradores, frequência de banhos, potência dos equipamentos, conforto térmico, vazão de água e renda familiar, embora nem todos abordassem esses fatores em sua totalidade. O consumo anual variou entre 915 e 3.467 kWh/ano, com uma média de cerca de 1.974 kWh/ano e mediana de 1.645,67 kWh/ano, indicando assimetria influenciada por valores elevados. Os maiores consumos foram registrados no estudo de Vaz *et al.* (2023), que analisou habitações de interesse social. As variações de consumo anual foram entre 1.599 kWh/ano (Palmas-TO) e 3.467 kWh/ano (Canela-RS), dependendo da cidade. Os autores destacaram discrepâncias entre os valores encontrados e as estimativas da INI-R, pois os consumos para aquecimento de água superaram as referências da literatura.

5. CONCLUSÕES

Este artigo analisou teoricamente a relevância do chuveiro elétrico no contexto energético brasileiro, com foco em seu impacto na esfera urbana. Os dados e pesquisas levantados demonstram sua forte presença na escala da edificação, com variações regionais. Ao ampliar a análise para o nível urbano, seu peso no consumo elétrico aumenta significativamente, tornando mais atrativas tecnologias alternativas para aquecimento de água, como as solares ou a gás. No entanto, a escolha da tecnologia mais adequada depende de fatores como a demanda de energia da edificação, a fonte mais acessível na cidade, a finalidade do uso (aquecimento de água e/ou geração de eletricidade), e a eficiência dos equipamentos. No contexto do Planejamento Energético Urbano, recomenda-se que gestores locais realizem estudos para compreender as características e potencialidades regionais, permitindo a formulação de estratégias e políticas públicas que promovam benefícios coletivos, como incentivos à geração de energia limpa nos lotes e redução de impostos municipais relacionados a isso.

Os estudos analisados confirmam os dados federais quanto à relevância do chuveiro elétrico em diferentes regiões do Brasil. Observou-se uma diversidade de abordagens metodológicas nas

pesquisas, variando de análises teóricas a práticas, com enfoques técnicos ou que incorporam aspectos financeiros. Uma limitação identificada foi a concentração geográfica dos estudos, indicando a necessidade de ampliar a cobertura territorial. A diferença entre o número de artigos encontrados e os utilizados neste trabalho se deve ao desalinhamento entre os temas abordados e o foco da presente pesquisa. Para futuras investigações, sugere-se ampliar o recorte temporal e realizar análises quantitativas sobre a representatividade do chuveiro em escala urbana por meio de, por exemplo, simulações computacionais que considerem tanto a eletricidade fornecida pela concessionária quanto o uso de sistemas de aquecimento solar e a gás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRSolar. **Energia Solar Fotovoltaica**. São Paulo: ABRSolar, [s.d.]a. Disponível em: <https://abrsolar.org.br/solar-fotovoltaico/>. Acesso em: 1 maio 2025.

ABRSolar. **Energia Solar Térmica**. São Paulo: ABRSolar, [s.d.]b. Disponível em: <https://abrsolar.org.br/solar-termico/>. Acesso em: 1 maio 2025.

ALTOÉ, L.; FILHO, D. O; CARLO, J. C.. **Análise energética de sistemas solares térmicos para diferentes demandas de água em uma residência unifamiliar**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 75-87, jul./set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/bzBF5z6JnZnBHXtBkR37cJG/?lang=pt>. Acesso em: 26 abr. 2025.

BAVARESCO, Mateus V. *et al.* **Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 263–292, jan./mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000100505>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/MCZzz7WysfwRdfyN6YzjmLJ/>. Acesso em: 29 abr. 2025.

BISSANI, Fabiane Mariah *et al.* **Avaliação técnico-econômica comparativa de sistemas de aquecimento de água utilizando diferentes fontes energéticas (elétrica, solar e GLP)**. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, [S. l.], v. 22, n. 5, p. e4800, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n5-144. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/4800>. Acesso em: 29 abr. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia; Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026**. [Brasília]: MME, EPE, 2017. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/PDE2026.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

CLEFF, V. M.; TEIXEIRA, B. B.; SILVA, A. C. S. B.. Relação comparativa entre fontes de energia solar fotovoltaica e de aquecimento d'água numa unidade geminadas de habitação de interesse social no extremo Sul do Brasil: um estudo de caso. In: **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, 15., 2019. Anais [...]. [S. l.], 2019. p. 2476–2485. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4308>. Acesso em: 28 abr. 2025.

COLLAÇO, F. M. A.. **Sinergias entre o Planejamento Energético e o Planejamento Urbano: Estudo de caso do Sistema de Energia Urbano da megacidade de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Energia e Meio Ambiente, USP. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-09082019-134637/pt-br.php>. Acesso em: 01 jul 2023.

ELETOBRAS. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial 2019**. 2020. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx>. Acesso em: 17 mar. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balço Energético Nacional - Relatório Síntese 2024 - Ano base 2023**. 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes->

dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Formas de Energia**. Rio de Janeiro: EPE, [s.d.]a. Disponível: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/formas-de-energia>. Acesso: 1 mai 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Fontes de Energia**. Rio de Janeiro: EPE, [s.d.]b. Disponível: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso: 1 maio 2025.

GEÁ, Luíza *et al.* Estudo da viabilidade econômica de um sistema de aquecimento solar de água em uma residência unifamiliar em Lagoa Santa (MG). In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 18., 2020. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. DOI: 10.46421/entac.v18i.823. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/823>. Acesso em: 26 abr. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Atlas da Eficiência Energética Brasil | 2022 - Relatório de indicadores**. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-741/Atlas_Eficiencia_Energetica_Brasil_2022.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

JOHANN, D.; SIMÕES, A. F.; SANTOS, E. M.. **Barreiras tecnológicas para utilização de gases combustíveis para aquecimento de água no setor residencial no Brasil**. Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 15, n. 38, p. 114–129, 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/8636>. Acesso em: 27 abr. 2025.

NASPOLINI, H. F.; RÜTHER, R.. **The impacts of solar water heating in low-income households on the distribution utility's active, reactive and apparent power demands**. Solar Energy, v. 85, n. 9, p. 2023–2032, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X11001915>. Acesso: 29 abr. 2025.

PINTO, Jucimar Augusto *et al.* **A comparative analysis of thermosolar and photovoltaic systems for meeting residential hot water demands**. *Renewable Energy*, v. 244, 122652, 2025. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148125003143>. Acesso: 28 abr. 2025.

RAIMO, P. A.. **Aquecimento de água no setor residencial**. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-02052008-201058/publico/Aquecimento_de_Agua_no_Setor_Residencial.pdf. Acesso: 1 maio 2025.

RHEEM BRASIL. **Como funciona o aquecedor a gás: tudo que você precisa saber**. 30 ago. 2018. Disponível em: <https://www.rheem.com.br/como-funciona-o-aquecedor-gas/>. Acesso em: 1 maio 2025.

SGARBI, Felipe de Albuquerque *et al.* **Future Residential Water Heating Prospects in Brazil: A Scenario Building Ground Analysis**. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 157–186, 2014. DOI: 10.24023/FutureJournal/2175-5825/2014.v6i2.174. Disponível em: <https://future.emnuvens.com.br/FSRJ/article/view/174>. Acesso em: 27 apr. 2025.

SILVA, Arthur Santos *et al.* **Knowing electricity end-uses to successfully promote energy efficiency in buildings: a case study in low-income houses in Southern Brazil**. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, Aalborg, v. 2, p. 7–18, 2014. Disponível em: <https://journals.aau.dk/index.php/sepm/article/view/265/497>. Acesso em: 29 abr. 2025.

VAZ, Igor Catão Martins *et al.* Benchmarking energético dos sistemas de aquecimento de água em habitações de interesse social. In: **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, 17., 2023. Anais [...]. [S. l.], 2023. p. 1–10. DOI: 10.46421/encac.v17i1.3788. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/3788>. Acesso em: 29 abr. 2025.