

Climatização ineficiente e Tarifa Social: o paradoxo econômico em habitações de interesse social no Rio de Janeiro

Inefficient cooling and Social Tariff: the economic paradox of social housing in Rio de Janeiro

¹Informação omitida, ²Informação omitida

¹ Informação omitida

² Informação omitida

Obs.: Todos os autores devem ser devidamente cadastrados no momento da submissão do artigo.

Comentado [A1]: Esse título não representa a pesquisa. É necessário focar. É climatização? É pobreza energética? É tarifa social? São coisas diferentes. Vejo muito potencial, mas, da forma que esta, é inviável.

RESUMO: A intensificação das ondas de calor em megacidades tropicais expõe a fragilidade estrutural das Habitações de Interesse Social (HIS), tornando a climatização artificial uma necessidade vital, embora financeiramente onerosa. Este estudo analisa o impacto do uso de condicionadores de ar de baixa eficiência energética na sustentabilidade financeira de moradores de HIS no Rio de Janeiro, articulando as dimensões do desempenho térmico das edificações e da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE). Adotou-se uma revisão bibliográfica exploratória de natureza bibliométrica, conduzida na base Scopus, com recorte temporal entre 2021 e 2026, da qual foram selecionados 17 artigos após triagem sistemática. Os resultados evidenciam que a precariedade construtiva, o fenômeno do “confinamento térmico” e a aquisição de aparelhos obsoletos pelas famílias de baixa renda configuram uma armadilha econômica estrutural, levando ao desenquadramento do benefício tarifário e ao aprofundamento da pobreza energética sistêmica. Conclui-se que a justiça térmica em HIS exige políticas públicas integradas, que articulem retrofit edilício, substituição de equipamentos ineficientes e revisão dos parâmetros da TSEE.

Palavras Chave: Pobreza Energética. Conforto Térmico. Habitação Social. Tarifa Social. Justiça Térmica.

ABSTRACT: The intensification of heatwaves in tropical megacities exposes the structural fragility of Social Interest Housing (SIH), making artificial cooling a vital, yet financially burdensome necessity. This study analyzes the impact of using low-efficiency air conditioners on the financial sustainability of SIH residents in Rio de Janeiro, articulating the dimensions of building thermal performance and the Social Electricity Tariff (TSEE). An exploratory bibliographic review of a bibliometric nature was conducted in the Scopus database, with a temporal scope between 2021 and 2026, from which 17 articles were selected after systematic screening. The results show that construction precariousness, the phenomenon of “thermal confinement” and the acquisition of obsolete appliances by low-income families constitute a structural economic trap, leading to the loss of the tariff benefit and the deepening of systemic energy poverty. It is concluded that thermal justice in SIH demands integrated public policies, articulating building retrofit, replacement of inefficient appliances, and a review of TSEE parameters.

Keywords: Energy Poverty. Thermal Comfort. Social Housing. Social Tariff. Thermal Justice.

Recebido em: xx/xx/xxxx
Revisado em: xx/xx/xxxx
Publicado em: xx/xx/xxxx

1. INTRODUÇÃO

A emergência climática global tem se manifestado de modo particularmente severo em megacidades tropicais, contextos nos quais a intensificação das ondas de calor desafia simultaneamente a infraestrutura urbana, a saúde pública e a coesão social das populações mais vulneráveis. No Rio de Janeiro, registros meteorológicos recentes apontam sensações térmicas que ultrapassaram a marca histórica dos 50°C, evidenciando o agravamento do que Mazzone *et al.* (2024) denominam “pobreza de refrigeração sistêmica”. Trata-se de uma condição multidimensional, caracterizada pela carência simultânea de infraestruturas físicas, sociais e financeiras que permitam às populações de baixa renda mitigar o estresse térmico, transformando a climatização artificial em uma necessidade vital de sobrevivência em contextos de urbanização acelerada e desigual (Hoyos-Alayo, 2026; Mazzone *et al.*, 2024). Nesse sentido, o calor extremo deixa de ser tratado como um fenômeno meramente meteorológico para emergir como um vetor de injustiça social, cujo impacto recai de forma desproporcional sobre os territórios periféricos.

Essa problemática é amplificada pelas deficiências estruturais historicamente associadas às Habitações de Interesse Social (HIS) no Brasil, marcadas por projetos arquitetônicos repetitivos, materiais de baixa qualidade e desconsideração sistemática das especificidades bioclimáticas locais (Simões; Labaki; Leder, 2025). O desempenho térmico inadequado dessas unidades resulta no fenômeno do “confinamento térmico”, agravado pela alta retenção de calor em componentes construtivos como telhas metálicas e lajes sem isolamento, frequentes em assentamentos precários do Rio de Janeiro (Mazzone *et al.*, 2024). Soma-se a esse quadro o processo de adaptação informal das moradias: conforme Simões, Labaki e Leder (2025), as ampliações e reformas realizadas pelos moradores após a ocupação tendem a reduzir significativamente as aberturas de ventilação e iluminação natural, consolidando a dependência de meios mecânicos para garantir a habitabilidade mínima. Configura-se, assim, um ciclo de degradação no qual a edificação deixa de cumprir sua função primária de abrigo climático.

A dependência crescente da refrigeração artificial impõe um pesado fardo financeiro às famílias, instaurando um paradoxo entre a necessidade de conforto térmico e a incapacidade estrutural de pagamento (Simões; Leder, 2022). Embora a Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) ofereça descontos regulamentados para consumos de até 220 kWh mensais, o uso de aparelhos de ar-condicionado de baixa eficiência energética eleva o consumo a patamares que frequentemente conduzem ao desenquadramento do benefício tarifário (MARCOJE *et al.*, 2026). Tal dinâmica revela a inadequação dos atuais instrumentos de proteção social frente ao novo cenário climático, no qual o conforto térmico se tornou pré-requisito de saúde e dignidade. Justifica-se, portanto, a urgência de uma análise integrada que articule o desempenho térmico das edificações à sustentabilidade financeira dos moradores, fomentando o debate sobre justiça térmica em ambientes construídos vulneráveis (Bezerra *et al.*, 2022; Mazzone *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo geral analisar, por meio de uma revisão bibliográfica exploratória, o impacto do uso de condicionadores de ar de baixa eficiência na sustentabilidade financeira de moradores de Habitações de Interesse Social (HIS) no Rio de Janeiro, considerando as deficiências de desempenho térmico dessas edificações frente ao clima tropical local. Como objetivos específicos, busca-se: (i)

Comentado [A2]: Estado ou município?

61 caracterizar o desempenho térmico das tipologias de HIS recorrentes no Rio de Janeiro,
62 identificando como os materiais e o projeto arquitetônico contribuem para o fenômeno do
63 “confinamento térmico” e para a dependência da climatização artificial; (ii) avaliar a relação
64 entre a eficiência energética dos equipamentos de ar-condicionado acessíveis no mercado
65 varejista e o custo do kWh no estado, analisando como o consumo desses aparelhos pode
66 levar ao desenquadramento da TSEE; e (iii) discutir o conceito de resiliência térmica em
67 contextos de vulnerabilidade social, identificando na literatura soluções de baixo custo e
68 políticas públicas capazes de mitigar o paradoxo entre a necessidade de refrigeração e a
69 incapacidade de pagamento.

70 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

71 A construção do referencial teórico e o mapeamento do estado da arte foram
72 conduzidos por meio de uma pesquisa bibliométrica de caráter exploratório, estruturada em
73 etapas sucessivas de filtragem sistemática que garantiram a transparência, a replicabilidade e
74 o rigor metodológico do processo. O levantamento de dados foi realizado na base Scopus
75 (Elsevier), escolhida em razão de sua abrangência em periódicos de alto fator de impacto nas
76 áreas de engenharia, arquitetura, planejamento urbano e ciências sociais aplicadas, campos
77 cuja convergência é essencial para a análise do objeto de estudo. A estratégia de busca
78 empregou a combinação de descritores e operadores booleanos: “pobreza energética” AND
79 “conforto térmico” AND “habitação social” OR “Rio de Janeiro”, formulação que permitiu
80 capturar a interseção entre as dimensões econômica, técnica e territorial do problema. A busca
81 inicial retornou um volume bruto de 252 documentos.

82 Para o refinamento do corpus documental, foram aplicados critérios de inclusão e
83 exclusão previamente definidos: (i) recorte temporal entre 2021 e 2026, de modo a privilegiar
84 a produção mais recente sobre o tema; (ii) tipologia documental restrita a artigos originais
85 (“Article”); (iii) idiomas inglês e português, atendendo ao escopo geográfico e linguístico da
86 pesquisa; e (iv) disponibilidade em Acesso Aberto, garantindo a verificabilidade integral das
87 fontes. A aplicação combinada desses filtros reduziu o conjunto a 54 documentos,
88 considerados aderentes aos eixos analíticos da investigação.

89 Em seguida, na plataforma Scopus, selecionou-se o tipo de arquivo (“File types”)
90 BibTeX e procedeu-se à exportação dos resultados para um arquivo de extensão .bib,
91 marcando-se os seguintes campos: *Author(s)*, *Document title*, *Year*, *DOI*, *Abstract* e *Author*
92 *keywords*. Esse procedimento assegurou a preservação dos metadados essenciais para a etapa
93 de análise bibliométrica subsequente.

94 O arquivo gerado foi salvo e importado no software RStudio versão 2026.01.2 Build
95 418, por meio da seguinte sequência de comandos do menu: “Run”; “data”; “Import or Load”;
96 “Import raw file” e “Data base”, selecionando-se a opção “Scopus” e, na sequência, o arquivo
97 previamente exportado, finalizando-se o processo com o comando “Start”. O RStudio gerou
98 os indicadores bibliométricos do conjunto de 54 documentos, organizados em uma tabela com
99 os campos Autor, Título, Ano, DOI, Resumo e Palavras-chave, no item “Brief description
100 about your collection”.

101 Por fim, procedeu-se à leitura técnica dos títulos e respectivos resumos, adotando-se
102 como critério de seleção a aderência direta ao objeto de estudo, isto é, a articulação entre
103 eficiência energética de equipamentos de climatização, desempenho térmico de HIS e

Comentado [A3]: É muita coisa, se ater em atender ao objetivo geral, já é muito. Sugiro retirar isso.

Comentado [A4]: Como são apenas 17 artigos escolhidos, talvez fosse interessante trazê-los aqui por meio de um quadro.

Comentado [A5]: Não entendi o motivo do “OR”, sendo que deveria ser AND, não?

Comentado [A6]: Será que permitiu tudo isso? Acho que não.

Comentado [A7]: Ta, mas a string de busca foi escrita em inglês ou português?

Comentado [A8]: acesso aberto...

Comentado [A9]: Ta muito descritiva. Não vejo necessidade deste tipo de comentário.

Comentado [A10]: Mais uma vez, muito descritivo. Sem necessidade.

104 impactos financeiros sobre populações de baixa renda. Após essa triagem manual, foram
105 selecionados 17 artigos de referência, que compuseram a base analítica das discussões
106 apresentadas nas seções subsequentes.

107 Para a organização e interpretação do material analisado, adotou-se uma lógica de
108 sistematização qualitativa baseada em aparatos visuais de análise, especialmente matrizes, por
109 compreender que a disposição estruturada dos dados em um mesmo espaço analítico favorece
110 a identificação de relações, padrões, diferenças e inferências coerentes com os objetivos da
111 pesquisa. Nessa perspectiva, a ordenação do corpus não se restringe a uma etapa meramente
112 descritiva, mas constitui procedimento central para a construção da análise, uma vez que
113 permite visualizar os dados de forma integrada e responder com maior consistência às
114 questões investigativas. Conforme Miles, Huberman e Saldaña (2014), matrizes e redes
115 funcionam como mecanismos metodológicos que condensam e organizam informações
116 qualitativas de maneira sistemática, contribuindo para a credibilidade da análise e para a
117 explicitação de conexões entre variáveis, processos, temporalidades e casos.

118 **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

119 *3.1 Panorama da produção científica recente (síntese bibliométrica)*

120 A análise da produção científica recente revela um campo em rápida consolidação,
121 marcado pelo crescimento sustentado de publicações que articulam, de forma indissociável, as
122 dimensões da energia, da habitabilidade e da saúde pública. De acordo com Hoyos-Alayo
123 (2026), a produção acadêmica sobre o binômio pobreza energética e conforto térmico passou
124 a se concentrar significativamente a partir de 2017, atingindo seu pico produtivo em 2023, em
125 movimento impulsionado pela urgência climática global e pela crescente demanda por
126 evidências científicas capazes de subsidiar políticas públicas de reabilitação habitacional. Tal
127 crescimento reflete não apenas a maturação teórica do campo, mas também o reconhecimento
128 internacional de que o acesso ao conforto térmico configura uma dimensão essencial dos
129 direitos sociais contemporâneos. A Tabela 1 sintetiza os 17 artigos selecionados a partir da
130 base Scopus que compõem o núcleo analítico deste estudo.

131 Tabela 1 – Síntese do corpus documental analisado (2021-2026)

Ano	Periódico	Foco Principal	Referência
2026	Revista Brasileira de Meio Ambiente	Análise bibliométrica: pobreza energética e conforto térmico	(Hoyos-Alayo, 2026)
2026	Energy Policy	Impacto da Tarifa Social (TSEE) na acessibilidade energética	(Marcoje et al., 2026)
2026	Geoforum	Vulnerabilidade energética e habitacional em assentamentos	(Lambert; Tomei; Estrada, 2026)
2025	Building and Environment	Desconforto térmico e adaptação em habitação social	(Simões; Labaki; Leder, 2025)
2025	Revista Brasileira de Ciências Ambientais	Bem-estar energético e indicadores de justiça	(Godoy; Sotto; Philippi Junior, 2025)

Comentado [A11]: Aqui é necessário apresentar gradativamente, quantos foram excluídos pela leitura do título, quantos pela leitura do resumo e quantos pela leitura do artigo.

Comentado [A12]: Nunca vi esse método para revisão bibliométrica.

Comentado [A13]: A tabela não exerce ação. Na Tabela 1 é sintetizado os....

Comentado [A14]: Isso fica no método, não nos resultados.

Comentado [A15]: Tabelas não tem divisão de colunas. Acho que isso é um Quadro, não Tabelas. As Tabelas, geralmente, trazem dados secundários, não primários.

		distributiva	
2025	Energy Research & Social Science	Transição energética justa e impactos socioeconômicos	(Mendes; Sampaio; Collaço, 2025)
2025	Revista Brasileira de Geografia Física	Percepção climática e impactos na saúde da população	(Martins <i>et al.</i> , 2025)
2025	Smart Agricultural Technology	Desenvolvimento de sistemas para análise de conforto	(Adorno <i>et al.</i> , 2025)
2025	The Journal of Pediatrics	Emergência climática e riscos térmicos para populações vulneráveis	(Pettoello-Mantovani <i>et al.</i> , 2025)
2024	Local Environment	Justiça térmica e pobreza de refrigeração sistêmica no Rio	(Mazzone <i>et al.</i> , 2024)
2023	Sustainability	Espaço escolar e conforto térmico frente ao Antropoceno	(Rocha; Nachez, 2023)
2023	Buildings	Direito ao conforto e eficiência em retrofits de habitação social	(Rocha; Póvoas; Restivo, 2023)
2022	Energy Policy	Pobreza energética multidimensional no Brasil: análise histórica	(Bezerra <i>et al.</i> , 2022)
2022	Energy and Buildings	Pobreza energética e paradoxo do consumo residencial	(Simões; Leder, 2022)
2021	Buildings	Eficiência de HVAC e modelagem energética (BIM/BEM)	(Najjar <i>et al.</i> , 2021)
2021	Revista Brasileira de Cartografia	Ilhas de calor urbanas e variações de temperatura de superfície	(Vila Nova; Gonçalves; Lima, 2021)
2021	An. da Academia Brasileira de Ciências	Biometeorologia e índices de conforto térmico em megacidades	(Quadro <i>et al.</i> , 2021)

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da Scopus (2026).

A análise qualitativa do corpus permite identificar uma nítida migração terminológica na literatura recente (2021-2026). Enquanto estudos clássicos focavam estritamente no “conforto térmico” como variável de satisfação física individual, a produção atual deslocou o debate para os conceitos de “pobreza energética” e “justiça térmica”, de natureza estruturalmente sociopolítica. Conforme apontado por Mazzone *et al.* (2024), essa mudança reflete o reconhecimento de que a incapacidade de manter temperaturas saudáveis no interior das moradias não constitui apenas um problema técnico de design arquitetônico, mas uma

Comentado [A16]: Projeto arquitetônico.

carência multidimensional que abrange infraestrutura física, suporte social e capacidade financeira, sintetizada no conceito de “pobreza de refrigeração sistêmica”.

Complementarmente, Godoy, Sotto e Philippi Junior (2025) demonstram que a discussão sobre o acesso à eletricidade evoluiu para o conceito de “bem-estar energético”, o qual incorpora a saúde pública e a equidade distributiva como pilares essenciais de avaliação. Na mesma direção, a literatura mais recente, representada por Hoyos-Alayo (2026) e Mendes, Sampaio e Collaço (2025), enfatiza que o alcance efetivo da “justiça energética” exige superar as falhas históricas de planejamento urbano que sobrecarregam as comunidades vulneráveis, transformando a refrigeração artificial em um serviço de sobrevivência em megacidades como o Rio de Janeiro. Essa reorientação conceitual evidencia o amadurecimento do campo, que passa a tratar o conforto térmico como uma questão de direitos humanos e não meramente de eficiência técnica.

3.2 A edificação como indutora do consumo: o déficit térmico nas HIS cariocas

A produção de Habitações de Interesse Social (HIS) no Brasil é historicamente pautada por projetos repetitivos e materiais de baixa qualidade que ignoram as especificidades bioclimáticas das regiões tropicais, resultando em unidades com desempenho térmico marcadamente deficiente (Simões; Labaki; Leder, 2025). Esse cenário é particularmente crítico no Rio de Janeiro, onde a utilização frequente de telhas metálicas e acabamentos incompletos em favelas e conjuntos populares favorece a absorção intensa de calor, elevando as temperaturas internas a patamares de risco para a saúde dos moradores (Mazzone *et al.*, 2024). Conforme observado por Bezerra *et al.* (2022), a precariedade estrutural dessas moradias (frequentemente marcada por infiltrações, fissuras e deterioração progressiva dos componentes construtivos) atua como fator agravante da pobreza energética, ao impedir o isolamento térmico básico e aumentar as cargas de refrigeração necessárias. Essa fragilidade estrutural é corroborada por Najjar *et al.* (2021), cuja modelagem energética demonstra que as propriedades térmicas dos materiais utilizados na envoltória são determinantes para a carga de refrigeração, evidenciando que falhas na escolha de sistemas de cobertura e fechamento em áreas quentes tornam a dependência da climatização mecânica praticamente inevitável.

O déficit térmico é ainda mais acentuado pelas reformas informais e autoconstruções realizadas pelos próprios moradores, que frequentemente buscam expandir a área útil ocupando recuos e vãos de ventilação, processo capaz de reduzir a área de abertura da edificação em até 50% (Simões; Labaki; Leder, 2025). Segundo Lambert, Tomei e Estrada (2026), essa densificação progressiva e a expansão vertical sem orientação técnica comprometem drasticamente o fluxo de ar e a ventilação cruzada, transformando as moradias em grandes retentores de calor. De acordo com Rocha, Póvoas e Restivo (2023), as características arquitetônicas originais de muitos conjuntos habitacionais já eram, em si, deficitárias, e a ausência de políticas eficazes de reabilitação força os moradores a adotarem comportamentos adaptativos que oneram o consumo de eletricidade. Conforme discutido por Rocha e Nachez (2023), a padronização de projetos que desconsidera as diferentes zonas climáticas brasileiras consolida uma infraestrutura urbana estruturalmente vulnerável a eventos de calor extremo, perpetuando uma lógica produtiva que ignora as evidências científicas acumuladas há décadas.

A combinação entre projetos inadequados e o microclima local em assentamentos precários do Rio de Janeiro gera o fenômeno do “confinamento térmico”, no qual as moradias

funcionam como “caixas de calor” (sweatboxes) que submetem as famílias a uma forma invisível de tortura térmica (Mazzone *et al.*, 2024). De acordo com Quadro *et al.* (2021), medições biometeorológicas realizadas na capital fluminense confirmam que índices de estresse térmico fisiológico atingem níveis perigosos em razão do calor úmido, agravando o desconforto em ambientes desprovidos de circulação de ar adequada. Conforme demonstrado por Vila Nova, Gonçalves e Lima (2021), a supressão sistemática de vegetação para a expansão da construção civil nas megacidades brasileiras intensifica as ilhas de calor urbanas, sobrecarregando as habitações sociais localizadas em áreas com elevada impermeabilização do solo. Hoyos-Alayo (2026), por sua vez, enfatiza que o superaquecimento em HIS configura um problema de justiça energética, uma vez que as camadas mais pobres da população são justamente as que ocupam edificações com menor capacidade de resposta passiva ao clima.

A influência dos materiais de cobertura é tão preponderante no equilíbrio térmico das edificações que a ausência de isolamento adequado torna o ambiente interno insuportável durante o pico solar (Adorno *et al.*, 2025). Segundo Martins *et al.* (2025), a percepção dos moradores sobre o aumento das ondas de calor coincide com o relato de agravamento de problemas de saúde, como doenças circulatórias e respiratórias, diretamente relacionadas à má qualidade do ambiente construído. Conforme explicado por Godoy, Sotto e Philippi Junior (2025), o conceito de bem-estar energético é violado quando a habitação falha em sua função primária de abrigo, tornando-se ela própria indutora de despesas financeiras com resfriamento artificial para garantir condições mínimas de sobrevivência. Por fim, conforme Mendes, Sampaio e Collaço (2025), a vulnerabilidade climática nesses contextos exige que o planejamento habitacional e a justiça térmica caminhem juntos, sob pena de empurrar as populações mais pobres para ciclos de endividamento por consumo energético insustentável, dinâmica que revela como a edificação, em vez de proteger, frequentemente atua como vetor de empobrecimento.

3.3 O nó econômico: eficiência tecnológica versus Tarifa Social

Existe no Brasil um paradoxo estrutural no qual famílias de baixa renda apresentam consumo elétrico desproporcionalmente elevado, não em razão de excessos de uso, mas em decorrência da precariedade das habitações e da utilização de eletrodomésticos obsoletos e energeticamente ineficientes (Simões; Leder, 2022). A modelagem de desempenho energético desenvolvida por Najjar *et al.* (2021) demonstra que a eficiência dos sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) é o fator que mais impacta a Intensidade de Uso de Energia (EUI) das edificações, evidenciando que a substituição de aparelhos convencionais por tecnologias de maior rendimento poderia reduzir drasticamente a demanda elétrica residencial. No entanto, conforme observado por Mazzone *et al.* (2024) em assentamentos no Rio de Janeiro, a população vulnerável permanece presa aos modelos menos eficientes, como os condicionadores de ar do tipo “On-Off”, devido ao baixo custo de aquisição inicial no varejo e à ausência de capital para investir em tecnologias “Inverter”. Tal restrição é reforçada por Lambert, Tomei e Estrada (2026), que destacam como a pobreza habitacional se manifesta na incapacidade de acessar serviços modernos de energia, levando os moradores a improvisarem conexões informais para viabilizar o uso desses equipamentos de alto consumo, com riscos adicionais à segurança elétrica.

A análise de Marcoje *et al.* (2026) sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) evidencia que o programa oferece descontos significativos apenas para consumos reduzidos, impondo uma barreira rígida no limite de 220 kWh mensais, acima do qual o subsídio é integralmente retirado. De acordo com os dados apresentados pelos autores, famílias próximas a esse limiar tendem a restringir estrategicamente o uso de serviços essenciais (entre os quais a refrigeração) para não perderem o enquadramento tarifário, configurando um fenômeno de “subconsumo” forçado que compromete a saúde e a qualidade de vida dos moradores. Bezerra *et al.* (2022) reforçam que a acessibilidade econômica é, atualmente, o principal componente da pobreza energética no Brasil, superando a falta de acesso físico à rede; segundo os autores, a inclusão de parâmetros de conforto térmico nas métricas de pobreza revela que o uso de um ar-condicionado de baixa eficiência por apenas poucas horas diárias é suficiente para empurrar o domicílio para além do “ponto de ruptura” da Tarifa Social. Adorno *et al.* (2025) sugerem, nesse contexto, que a monitoração técnica contínua, viabilizada por sistemas de baixo custo, é essencial para que os moradores compreendam, em tempo real, como o uso desses aparelhos impacta seu consumo mensal.

No contexto específico do Rio de Janeiro, a instalação de um aparelho de ar-condicionado pode triplicar o valor da conta de luz durante os meses de verão, exacerbando substancialmente a condição de pobreza de refrigeração das famílias (Mazzone *et al.*, 2024). Conforme relatado por Godoy, Sotto e Philippi Junior (2025), esse aumento gera impacto severo no orçamento doméstico, levando a situações extremas em que sete em cada dez famílias precisam escolher entre o pagamento da conta de energia e a aquisição de alimentos básicos, dilema que evidencia a centralidade do tema para a segurança alimentar e a dignidade humana. Mendes, Sampaio e Collaço (2025) argumentam que o alcance da justiça energética exige que as políticas de transição não foquem apenas na geração renovável, mas também na distribuição equitativa de oportunidades e na redução do ônus financeiro sobre os mais pobres, sob pena de reproduzirem desigualdades preexistentes sob nova roupagem tecnológica. Para Rocha, Póvoas e Restivo (2023), o direito ao conforto em habitações sociais não pode ser tratado como fardo econômico, o que torna urgente a implementação de programas de eficiência energética que subsidiem a substituição de equipamentos obsoletos. Por fim, conforme discutido por Rocha e Nachez (2023), a dependência excessiva de soluções mecânicas de resfriamento reflete o fracasso das políticas de arquitetura bioclimática, transferindo para o cidadão vulnerável o custo ambiental e financeiro de um projeto construtivo originalmente ineficiente.

3.4 Resiliência e estratégias de mitigação: para além do ar-condicionado

O enfrentamento do desconforto térmico em climas tropicais deve, segundo Rocha e Nachez (2023), superar o que os autores denominam “fetiche pelo ar-condicionado”, priorizando soluções arquitetônicas sustentáveis como a ventilação natural induzida, o sombreamento por vegetação e o uso estratégico da inércia térmica dos materiais. Essa perspectiva é complementada por Mazzone *et al.* (2024), que defendem o resgate de conhecimentos tradicionais de resfriamento passivo como forma de restaurar a autonomia térmica das comunidades frente à pobreza de refrigeração sistêmica. Na mesma linha propositiva, Rocha, Póvoas e Restivo (2023) sugerem o uso de dispositivos de sombreamento externo e a criação de espaços semiabertos, como jardins de inverno, que funcionam como reguladores térmicos naturais e ampliam a qualidade espacial da habitação. De forma convergente, Vila Nova, Gonçalves e Lima (2021) enfatizam que a mitigação das ilhas de

calor urbanas por meio do plantio de árvores é essencial para reduzir a carga térmica sobre as habitações sociais, ao passo que Adorno *et al.* (2025) demonstram tecnicamente que o uso de materiais de cobertura com alta refletividade (como pinturas reflexivas) pode reduzir drasticamente a transferência de calor para o interior das moradias, a um custo significativamente inferior ao de tecnologias ativas.

Embora os moradores de habitações sociais mobilizem diversas estratégias adaptativas individuais (como banhos frequentes, ingestão de bebidas geladas e uso contínuo de ventiladores), tais ações são frequentemente insuficientes para compensar as deficiências estruturais da edificação (Simões; Labaki; Leder, 2025). Mazzone *et al.* (2024) registram que a chamada “resiliência das pessoas” é testada ao limite em assentamentos precários do Rio de Janeiro, onde a falta de infraestrutura transforma as casas em verdadeiras “caixas de calor”, submetendo os moradores a uma forma invisível de tortura térmica. Lambert, Tomei e Estrada (2026) acrescentam que esse esgotamento da capacidade adaptativa individual evidencia a falácia da hipótese de que o tempo e a consolidação urbana, por si sós, retirariam as famílias da pobreza energética. Tal limitação é particularmente preocupante quando se considera, conforme Pettoello-Mantovani *et al.* (2025), que o impacto do calor extremo é desproporcional em grupos vulneráveis como crianças e idosos, cuja resiliência fisiológica é menor, exigindo que as intervenções de mitigação ultrapassem o âmbito doméstico e alcancem o planejamento urbano e a saúde pública (Martins *et al.*, 2025).

No campo das políticas públicas, Godoy, Sotto e Philippi Junior (2025) propõem a implementação do Programa Social de Energia Renovável (PERS), que visa subsidiar a instalação de sistemas fotovoltaicos em comunidades de baixa renda como mecanismo de garantia do bem-estar energético sem onerar o orçamento familiar. Essa proposta dialoga diretamente com a defendida por Mendes, Sampaio e Collaço (2025), que advogam por planos de transição energética justa centrados na geração distribuída solar em áreas vulneráveis, entendida como ferramenta de justiça distributiva. Marcoje *et al.* (2026), entretanto, alertam que, para que essas políticas sejam efetivas, é imprescindível que estejam integradas a programas de eficiência energética que não se limitem a oferecer subsídios tarifários, mas que facilitem a substituição de aparelhos eletrodomésticos obsoletos por tecnologias de alto rendimento. Simões e Leder (2022) argumentam, nesse sentido, que o redesenho da Tarifa Social (TSEE) é urgente, pois o modelo atual falha ao não considerar que o alto consumo em HIS decorre, frequentemente, da baixa qualidade habitacional e não de desperdício comportamental. Por fim, conforme conclui Hoyos-Alayo (2026), a literatura científica recente converge ao apontar que a justiça térmica somente será alcançada quando as políticas de reabilitação habitacional (retrofits) integrarem o desempenho técnico do edifício à capacidade financeira do morador, articulando, em uma única estratégia, dimensões técnicas, sociais e econômicas frequentemente tratadas de modo isolado.

4. CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs-se a analisar o impacto do uso de condicionadores de ar de baixa eficiência na sustentabilidade financeira de moradores de Habitações de Interesse Social (HIS) no Rio de Janeiro, articulando, em uma mesma matriz analítica, as dimensões do desempenho térmico das edificações e da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE). Para alcançar esse propósito, a pesquisa caracterizou o desempenho térmico das tipologias habitacionais recorrentes na capital fluminense, identificou como o projeto arquitetônico e os

Comentado [A17]: Repetitivo, isso foi dito anteriormente.

Comentado [A18]: Muito grande. Foque em um objetivo e responda-o aqui. Não é uma tese.

materiais contribuem para o fenômeno do “confinamento térmico” e avaliou a correlação entre a eficiência energética dos aparelhos disponíveis no mercado varejista e o risco de desenquadramento da TSEE. Por fim, discutiu-se o conceito de resiliência térmica, buscando na literatura soluções e políticas capazes de equilibrar a necessidade de refrigeração com a capacidade de pagamento das famílias vulneráveis.

Os resultados da revisão bibliográfica permitem concluir que o ambiente construído das HIS no Rio de Janeiro atua como indutor direto de insegurança financeira para seus moradores. A utilização recorrente de materiais com baixa inércia térmica e a ocorrência de reformas informais, que sacrificam a ventilação natural em prol da expansão da área útil, transformam essas moradias em verdadeiros acumuladores de calor. Nesse cenário, o ar-condicionado deixa de ser um item de luxo para se converter em infraestrutura vital de sobrevivência. A precariedade do design original, aliada às ampliações subsequentes, transfere o ônus do ajuste térmico para o bolso do morador, que se vê obrigado a recorrer continuamente à climatização artificial para garantir a habitabilidade mínima de seu lar.

No campo técnico-econômico, identificou-se um paradoxo cruel: a limitação de capital inicial força a população de baixa renda a adquirir equipamentos tecnologicamente obsoletos, como os modelos de compressor fixo (*On-Off*), mais baratos na compra, porém significativamente menos eficientes na operação. Esse comportamento, racional do ponto de vista do orçamento imediato, gera, no médio prazo, uma armadilha financeira: o consumo elevado desses aparelhos conduz rapidamente as famílias ao “ponto de ruptura” da Tarifa Social, ultrapassando o limite de 220 kWh mensais. A perda integral do subsídio tarifário causa impacto desproporcional sobre o orçamento doméstico, exacerba a pobreza energética e força as famílias a realizarem trocas perversas entre conforto térmico básico e despesas fundamentais, como a segurança alimentar, dilema que ultrapassa a esfera energética e atinge o núcleo dos direitos sociais.

Conclui-se, ainda, que as estratégias adaptativas individuais e a chamada resiliência das pessoas estão sendo testadas ao limite em megacidades tropicais sob emergência climática. Soluções passivas de baixo custo, embora recomendáveis e essenciais no planejamento, mostram-se insuficientes quando aplicadas isoladamente em contextos de alta densidade urbana e calor extremo. A justiça térmica, portanto, não pode ser delegada apenas à capacidade de adaptação do morador; ela exige um reposicionamento das políticas públicas, que devem transitar do simples subsídio à conta de luz para programas estruturantes de eficiência energética, voltados ao retrofit térmico das edificações e à facilitação da troca de eletrodomésticos ineficientes por tecnologias de alto rendimento.

Em síntese, o impacto do uso de aparelhos de ar-condicionado de baixa eficiência sobre a sustentabilidade financeira dos moradores de HIS é severo e sistêmico, alimentado por uma estrutura habitacional que ignora o contexto climático local e por instrumentos de proteção social desatualizados frente à nova realidade térmica. A sustentabilidade financeira dessas famílias depende, portanto, de uma abordagem integrada que reconheça o conforto térmico como direito e o desempenho do edifício como fator de proteção econômica. Sem uma reforma profunda nos parâmetros de construção e nos mecanismos de incentivo à tecnologia eficiente, o ciclo de endividamento e pobreza energética tende a se aprofundar à medida que as temperaturas globais continuam a se elevar.

Como desdobramento deste estudo, sugerem-se pesquisas futuras voltadas ao monitoramento em tempo real do consumo elétrico e das temperaturas internas em diferentes favelas e conjuntos habitacionais do Rio de Janeiro, com vistas a quantificar com precisão o impacto do estresse térmico sobre a produtividade e a saúde física dos moradores. Adicionalmente, propõe-se investigar modelos de negócio e arranjos institucionais para a implementação de microrredes de energia solar fotovoltaica (geração distribuída) geridas pelas próprias comunidades. Tais estudos poderão avaliar como a autonomia energética renovável, aliada a programas de substituição de equipamentos, pode ultrapassar a mera redução da conta de luz e configurar-se como ferramenta efetiva de emancipação socioeconômica frente às mudanças climáticas em curso.

5. REFERÊNCIAS

- ADORNO, L. S. B. *et al*. Development and calibration of a mobile device to assess thermal comfort in poultry production. **Smart Agricultural Technology**, v. 12, 101404, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101404>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- BEZERRA, P. *et al*. The multidimensionality of energy poverty in Brazil: A historical analysis. **Energy Policy**, v. 171, 113268, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113268>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- GODOY, M. A.; SOTTO, D.; PHILIPPI JUNIOR, A. Energy well-being: conceptions and indicators in light of sustainable development. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 60, p. e2315-e2315, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.5327/Z2176-94782315>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- HOYOS-ALAYO, W. M. Análise bibliométrica sobre pobreza energética e conforto térmico no setor residencial e na habitação social. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, 2026. Disponível em: <<https://10.66205/rvbm.v14i2.2056>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- LAMBERT, R.; TOMEI, J.; ESTRADA, C. E. Energy and housing trajectories: Narratives of vulnerability in self-help housing processes. **Geoforum**, v. 172, p. 104635, 2026. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2026.104635>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- MARCOJE, B. M. *et al*. Impact evaluation of the social electricity tariff program in Brazil. **Energy Policy**, v. 213, 115143, 2026. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2026.115143>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- MARTINS, E. A. I. *et al*. Condições climáticas e a saúde da população de Santarém: : Região do Oeste do Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 7, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.26848/rbgf.v18.07.p5046-5061>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- MAZZONE, A. *et al*. Understanding thermal justice and systemic cooling poverty from the margins: intersectional perspectives from Rio de Janeiro. **Local Environment**, v. 29, n. 8, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13549839.2024.2345610>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- MENDES, E. D.; SAMPAIO, R. J. S.; COLLAÇO, F. M. A. Justice or just plans? Reviewing the energy transition strategy of Brazil's Ceará state. **Energy Research & Social Science**, v. 119, 103865, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103865>>. Acesso em: 10 abr. 2026.

- 400 MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J. **Análise de dados qualitativos: um**
401 **manual metodológico**. 3th Ed. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2014.
- 402 NAJJAR, M. *et al*. BIM and BEM Methodologies Integration in Energy-Efficient Buildings
403 Using Experimental Design. **Buildings**, v. 11, 491, 2021. Disponível em:
404 <<https://doi.org/10.3390/buildings11100491>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- 405 PETTOELLO-MANTOVANI, M. *et al*. The multidimensional condition of systemic cooling
406 poverty affecting children's health worldwide. **The Journal of Pediatrics**, v. 276, 2025.
407 Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2024.114337>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- 408 QUADRO, M. F. L. *et al*. Meteorological conditions and thermal comfort during athletic
409 events in Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, p. e20191113,
410 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0001-3765202120191113>>. Acesso em: 10
411 abr. 2026.
- 412 ROCHA, A. A. C. N.; NACHEZ, J. L. School Space and Sustainability in the Tropics: The
413 Case of Thermal Comfort in Brazil. **Sustainability**, v. 15, 13596, 2023. Disponível em:
414 <<https://doi.org/10.3390/su151813596>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- 415 ROCHA, L.; PÓVOAS, R. F.; RESTIVO, J. The right to comfort in social housing: Energy
416 and thermal performances as parameters of a systemic analysis. **Buildings**, v. 13, n. 5, p.
417 1173, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/buildings13051173>>. Acesso em: 10
418 abr. 2026.
- 419 SIMÕES, G. M. F.; LABAKI, L. C.; LEDER, S. M. Thermal discomfort and adaptation
420 strategies in Brazilian social housing. **Building and Environment**, v. 269, 112368, 2025.
421 Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112368>>. Acesso em: 10 abr. 2026.
- 422 SIMÕES, G. M. F.; LEDER, S. M. Energy poverty: the paradox between low income and
423 increasing household energy consumption in Brazil. **Energy and Buildings**, v. 268, 112234,
424 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112234>>. Acesso em: 10 abr.
425 2026.
- 426 VILA NOVA, R. A.; GONÇALVES, R. M.; LIMA, F. V. M. S. Análise temporal de ilhas de
427 calor através da temperatura de superfície e do índice de vegetação em Recife-PE, Brasil.
428 **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 73, 2021. Disponível em:
429 <<https://doi.org/10.14393/rbcv73n2-54522>>. Acesso em: 10 abr. 2026.