

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NA AMAZÔNIA: A IMPORTÂNCIA DO PROGRAMA VALE GÁS NA SUBSTITUIÇÃO DA BIOMASSA TRADICIONAL PARA COCÇÃO LIMPA

ENERGY TRANSITION IN THE AMAZON: THE IMPORTANCE OF THE VALE GÁS PROGRAM IN REPLACING TRADITIONAL BIOMASS FOR CLEAN COOKING

TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN LA AMAZONÍA: LA IMPORTANCIA DEL PROGRAMA VALE GÁS EN LA SUSTITUCIÓN DE LA BIOMASA TRADICIONAL POR COCCIÓN LIMPIA



10.56238/revgeov17n2-155

Ana Shirley Freire Ramos Chaves

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio ambiente Urbano

Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)

E-mail: anashirleyfrchaves@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-3330-5929>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1492160601881225>

Francisco Denis Pereira Chaves

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio ambiente Urbano

Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)

E-mail: franciscodpchaves@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-7997-8190>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4798073398357557>

Mayra Herminia Simões Hamad Farias do Couto

Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido

Instituição: Núcleo de Altos Estudos da Amazônia (NAEA), Universidade da Amazônia (UNAMA)

E-mail: mayrahamad@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9690-8256>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7809271692824225>

Marco Valério de Albuquerque Vinagre

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia

Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)

E-mail: valeriovinagre@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7650-9204>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8044094535697705>



Marcia Cristina Ribeiro Gonçalves Nunes

Doutora em História pela Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)

E-mail: marcianunes2011@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8345-3528>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0083889653165211>

RESUMO

A persistência do uso de biomassa para cocção na Amazônia expõe populações vulneráveis à poluição intradomiciliar e amplia riscos respiratórios. Programas de subsídio ao GLP, como o Auxílio Gás, configuram instrumentos de proteção social com potenciais co-benefícios sanitários e ambientais. Este trabalho tem por objetivo estudar a importância do Programa Vale/Auxílio Gás como indutor da transição energética para cocção limpa e da promoção da saúde, com foco amazônico. Trata-se de um estudo misto, observacional, com (i) análise documental e revisão bibliográfica; (ii) análise quantitativa de dados abertos (MDS/Portal da Transparência; SIH/SUS/DATASUS; IBGE), ênfase Brasil e Belém (2022–2024); e (iii) observação direta não participante com registros fotográficos na zona rural do município de Acará e área urbana do município de Belém. Os resultados apontaram que o investimento nacional e municipal no programa Vale gás, reduziu desde o ano de 2022, apresentando leve recomposição em 2024. A cobertura de beneficiários acompanhou a queda de investimento em ambos os cenários (nacional e municipal). A análise dos dados de saúde realizada no mesmo período no município de Belém apresentou aumento no número de internações por causas respiratórias. As evidências visuais registraram uso produtivo, contingente e recreativo de biomassa. O programa é necessário, mas não suficiente para garantir cocção limpa e ganhos mensuráveis em saúde: oscilações de cobertura, barreiras econômicas e condições ambientais modulam seu efeito. Recomenda-se para estudos futuros, ampliar cobertura/regularidade, integrar ações educativas e monitoramento de qualidade do ar, e realizar avaliação causal com séries municipais.

Palavras-chave: Poluição Intradomiciliar. Biomassa. Auxílio Vale Gás. Qualidade do Ar. Saúde Pública.

ABSTRACT

The persistent use of biomass for cooking in the Amazon exposes vulnerable populations to household pollution and increases respiratory risks. Lpg subsidy programs, such as auxílio gás, are social protection instruments with potential health and environmental co-benefits. The aim of this paper is to study the importance of the vale/auxílio gás program as an inducer of the energy transition to clean cooking and health promotion, with an Amazonian focus. This is a mixed, observational study, with (i) documentary analysis and bibliographic review; (ii) quantitative analysis of open data (mds/transparency portal; sih/sus/datasus; ibge), emphasizing Brazil and Belém (2022-2024); and (iii) non-participant direct observation with photographic records in the rural area of the municipality of Acará and the urban area of the municipality of Belém. The results showed that national and municipal investment in the vale gas program has fallen since 2022, showing a slight recovery in 2024. Beneficiary coverage followed the fall in investment in both scenarios (national and municipal). The analysis of health data carried out in the same period in the municipality of Belém showed an increase in the number of hospitalizations for respiratory causes. Visual evidence showed productive, contingent and recreational use of biomass. The program is necessary, but not sufficient to guarantee clean cooking and measurable health gains: fluctuations in coverage, economic barriers and



environmental conditions modulate its effect. It is recommended that future studies expand coverage/regularity, integrate educational actions and air quality monitoring, and carry out a causal evaluation with municipal series.

Keywords: Household Pollution. Biomass. Gas Aid. Air Quality. Public Health.

RESUMEN

El uso persistente de biomasa para cocinar en la Amazonía expone a las poblaciones vulnerables a la contaminación intradomiciliaria y aumenta los riesgos respiratorios. Los programas de subsidio al GLP, como el Auxílio Gás, constituyen instrumentos de protección social con posibles beneficios colaterales para la salud y el medio ambiente. Este trabajo tiene como objetivo estudiar la importancia del Programa Vale/Auxílio Gás como impulsor de la transición energética hacia la cocina limpia y la promoción de la salud, con enfoque en la Amazonía. Se trata de un estudio mixto, observacional, con (i) análisis documental y revisión bibliográfica; (ii) análisis cuantitativo de datos abiertos (MDS/Portal da Transparência; SIH/SUS/DATASUS; IBGE), con énfasis en Brasil y Belém (2022-2024); y (iii) observación directa no participante con registros fotográficos en la zona rural del municipio de Acará y en la zona urbana del municipio de Belém. Los resultados indicaron que la inversión nacional y municipal en el programa Vale gás se redujo desde el año 2022, presentando una ligera recuperación en 2024. La cobertura de los beneficiarios acompañó la caída de la inversión en ambos escenarios (nacional y municipal). El análisis de los datos de salud realizado en el mismo período en el municipio de Belém mostró un aumento en el número de hospitalizaciones por causas respiratorias. Las pruebas visuales registraron un uso productivo, contingente y recreativo de la biomasa. El programa es necesario, pero no suficiente para garantizar una cocción limpia y mejoras cuantificables en la salud: las fluctuaciones en la cobertura, las barreras económicas y las condiciones ambientales modulan su efecto. Se recomienda para futuros estudios ampliar la cobertura/regularidad, integrar acciones educativas y el control de la calidad del aire, y realizar una evaluación causal con series municipales.

Palabras clave: Contaminación Intradomiciliaria. Biomasa. Ayuda/Vale Gas. Calidad del Aire. Salud Pública.



1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar do ambiente extra e intradomiciliar é hoje um dos principais determinantes ambientais de doença e morte prematura no mundo, associada a desfechos respiratórios, cardiovasculares e neoplásicos (HEI, 2024; WHO, 2024). No âmbito doméstico, a queima de combustíveis poluentes para cocção (madeira, carvão, querosene, resíduos) eleva de forma substancial as concentrações de material particulado fino (PM_{2.5}) e monóxido de carbono nos ambientes internos, produzindo excedentes de risco especialmente em crianças e idosos. Em contraste, soluções classificadas como “limpas” do ponto de vista sanitário (eletricidade, GLP, biogás, gás natural e alguns fogões a biomassa que atendam às metas de emissão), reduzem de maneira relevante a exposição e a carga de doença (WHO, 2021; WHO, 2024).

Na Amazônia brasileira, práticas tradicionais de uso de biomassa sólida para cocção persistem, em parte pela combinação de fatores culturais, barreiras de preço e de acesso e falhas de infraestrutura energética. Ainda que haja tendência nacional de queda do uso residencial de lenha e carvão, os padrões regionais permanecem heterogêneos e mais resistentes no Norte (EPE, 2025). Tal quadro entrelaça saúde pública, desigualdades urbano-regionais e políticas de energia, exigindo instrumentos de transição energética que sejam ao mesmo tempo eficazes, acessíveis e sensíveis ao território amazônico.

Nesse contexto, programas de subsídio à aquisição de GLP constituem mecanismos de proteção social com externalidades sanitárias e ambientais positivas. No Brasil, o benefício federal voltado ao gás de cozinha, instituído em 2021 (Auxílio Gás dos Brasileiros) e, mais recentemente, redesenhado como “Gás do Povo” para ampliar cobertura e acesso, atua como política de redução de pobreza energética e de estímulo à substituição de combustíveis poluentes na cocção (MDS, 2025). Ao viabilizar o uso regular de GLP por famílias de baixa renda, esses programas dialogam com diretrizes internacionais de “clean cooking” e com o marco regulatório nacional de qualidade do ar (Lei 14.850/2024; CONAMA 506/2024), que reforçam a proteção da saúde e a necessidade de reduzir emissões por múltiplas fontes, inclusive residenciais (Brasil, 2024; CONAMA, 2024).

Este artigo tem por objetivo determinar a importância do programa vale gás como instrumento de transição energética para cocção limpa, e promoção da saúde com foco amazônico, bem como identificar práticas do uso de biomassa em zonas urbanas e rurais no município de Belém e seu entorno.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARGA GLOBAL E DEFINIÇÃO DA POLUIÇÃO INTRADOMICILIAR

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021) define poluição intradomiciliar como o conjunto de partículas finas e gases tóxicos liberados pela queima ineficiente de combustíveis sólidos dentro das moradias. Em 2020, cerca de 2,1 bilhões de pessoas ainda preparavam alimentos em fogões



a lenha, carvão ou resíduos agrícolas, situação que resultou em 3,2 milhões de mortes prematuras e incluindo mais de 237 mil óbitos de crianças com menos de 5 anos no mundo (WHO, 2024). As novas Diretrizes Globais de Qualidade do Ar da OMS reforçam que exposições médias anuais de $PM_{2.5}$ superiores a $5 \mu g m^{-3}$ não são seguras para a saúde humana (WHO, 2021).

2.2 BIOMASSA

A Biomassa é o “conjunto de insumos de origem orgânica, como madeira, culturas anuais e resíduos agroindustriais”, tradicionalmente utilizados como fonte renovável e hoje alvo de padronização tecnológica. (Marreiro et al., 2021).

Do ponto de vista de conversão, a biomassa é matéria-prima para rotas termoquímicas (combustão, pirólise, gaseificação, liquefação), bioquímicas (digestão anaeróbia, fermentação) e físico-químicas, que viabilizam a produção de calor, eletricidade e biocombustíveis; embora frequentemente tratada como “renovável e potencialmente neutra em carbono”, essa neutralidade vem sendo debatida na literatura recente, o que recomenda avaliações de ciclo de vida em cada caso. (Silva; Teixeira; Teixeira, 2023).

Como vetor energético, a biomassa permanece central nas estratégias de transição energética — sobretudo em países em desenvolvimento, onde a substituição de usos tradicionais por formas modernas e limpas é prioridade de política pública. (Falcone, 2023).

2.3 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FUMAÇA DE BIOMASSA E MECANISMOS DE DANO À SAÚDE HUMANA

De acordo com WHO (2021), a queima incompleta de biomassa, como lenha e carvão vegetal, produz diversos poluentes prejudiciais que impactam de maneira significativa a qualidade do ar interno e a saúde das pessoas. Esses poluentes incluem principalmente material particulado (PM), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (VOCs) e carbono marrom (BrC), que são liberados durante o processo de combustão (Vormittag et al, 2021). Desses materiais, partículas ultrafinas penetram profundamente nos alvéolos, desencadeando estresse oxidativo, inflamação crônica e respostas imunes persistentes (Urrutia Pereira et al., 2021). Dominski et al. (2021), aponta que estudos toxicológicos recentes associam esse perfil químico à disfunção epitelial das vias aéreas e à alteração da expressão gênica inflamatória. Já a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer classifica as emissões de carvão e madeira respectivamente como cancerígenas e provavelmente cancerígenas para humanos (IARC, 2016).

Dados multicêntricos da WHO Global Burn Registry indicam que queimaduras relacionadas ao ato de cozinhar (frequentemente com combustíveis sólidos) representam parcela substancial das lesões, com maior gravidade quando associadas a fogões (predomínio de queimadura por chama, maior



superfície corporal queimada e mortalidade). (Mehta et al., 2023).

No Brasil, a mortalidade por queimaduras térmicas concentra-se em ambientes residenciais e atinge desproporcionalmente crianças e idosos. Perfis compatíveis com domicílios que utilizam biomassa para cocção/aquecimento. (Ministério da Saúde, 2022).

2.4 POLÍTICAS DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E O PROGRAMA VALE GÁS NO BRASIL

A OMS, aponta que (2024), a expansão de políticas de transição energética voltadas ao setor residencial é fundamental para conter a carga de doenças respiratórias atribuíveis à poluição do ar intra domiciliar (PAI), e conseqüentemente, à poluição atmosférica urbana. Entre as alternativas descritas, estão as ações estruturais para substituir combustíveis poluentes por tecnologias limpas que cumpram as metas de emissão das Diretrizes da OMS, tais como eletricidade proveniente de matrizes renováveis, sistemas solares, biogás, GLP, gás natural, etanol e fogões a biomassa de alta eficiência (WHO, 2024).

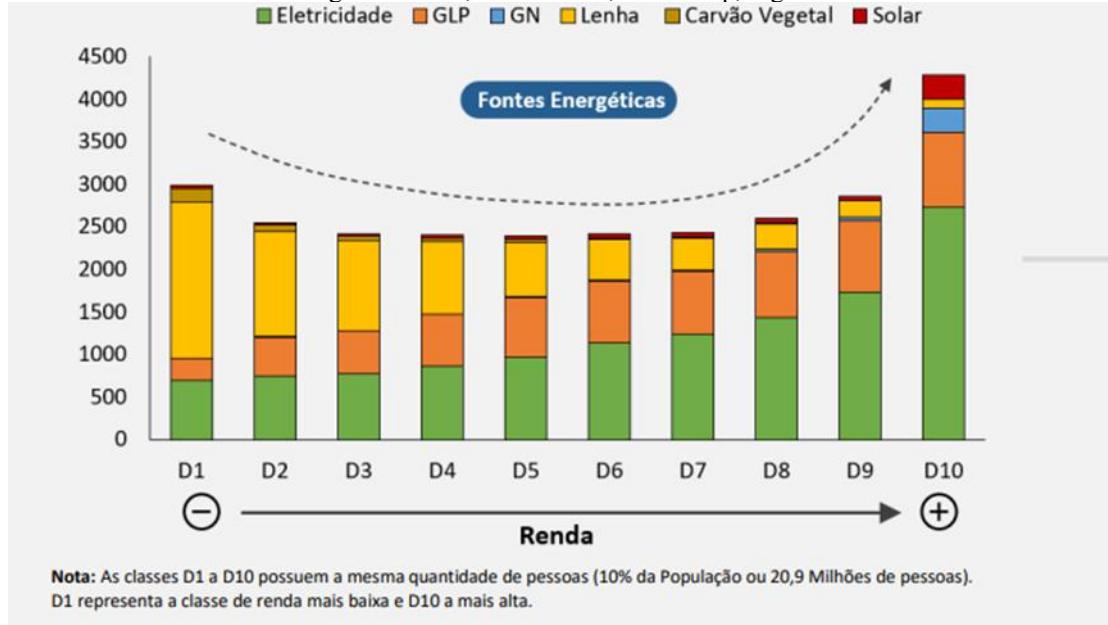
No Brasil, a Lei n.º 14.237/2021 estabeleceu o programa Auxílio Gás (Vale Gás) com o objetivo de atenuar o efeito do preço do GLP no orçamento das famílias registradas no Cadastro Único, garantindo, a cada bimestre, um repasse mínimo equivalente a 50 % do valor médio do botijão de 13 kg—percentual ampliado para 100 % desde 2023 por medida provisória (Brasil, 2023).

Apesar da finalidade original estar relacionada a assistência social às pessoas de baixa renda, o programa representa uma ação relevante na redução da incidência de doenças não transmissíveis no país. Isso porque a troca de queima de biomassa pelo GLP, reduz a emissão de partículas finas e carbono negro, protege a saúde respiratória, e contribui para a mitigação das mudanças climáticas e para a melhoria imediata da qualidade do ar externo nas áreas urbanas (WHO, 2024). No entanto, os desafios relacionados à cobertura e ao financiamento persistem, afetando a eficácia do programa.

O Gráfico 1 a seguir apresenta o Consumo Total de Energia por Fontes e Classes de Renda no Brasil em 2019 em 10³ toneladas equivalentes de petróleo (tep).



Gráfico 1: Consumo Total de Energia no Brasil, ano de 2019, em 10³ tep, segundo as Fontes e Classes de Renda.



Fonte: EPE (2024)

No Gráfico 1 acima, fica evidente que a cocção é o serviço que apresenta a maior demanda de energia no setor residencial, sendo majoritariamente atendida por lenha e GLP; que no Brasil, há uma disparidade significativa no padrão de consumo de energia entre as diferentes classes de renda, cabendo destacar a maior concentração do consumo de eletricidade nas classes mais altas e do consumo de biomassa (lenha e carvão vegetal) nas classes mais baixas; que as classes de renda mais baixas aparentam possuir demanda reprimida por serviços energéticos atendidos por fontes modernas (eletricidade, GLP, gás natural, e solar térmica) e um potencial considerável de eficiência devido ao uso remanescente de lenha e carvão vegetal para cocção.

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Estudo misto (quantitativo–qualitativo), de base observacional, estruturado em três componentes: (i) revisão bibliográfica e análise documental; (ii) análise quantitativa com dados secundários públicos de energia/benefícios sociais e saúde; e (iii) observação direta não participante com registro fotográfico em contextos rural (Acará/PA) e urbano (Belém/PA). A escolha do desenho decorre do objetivo de “estudar a importância do Programa Vale Gás como instrumento de transição energética para cocção limpa e promoção da saúde com foco amazônico”, integrando evidências institucionais, indicações empíricas populacionais e sinais de exposição intradomiciliar.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE DOCUMENTAL

A revisão bibliográfica foi realizada com o propósito de embasar teoricamente as relações entre o uso de biomassa para cocção e os impactos sobre a saúde respiratória, assim como avaliar o



histórico, os fundamentos e os des-dobramentos do Programa Vale Gás no contexto das políticas públicas brasileiras. Assim, consultou-se artigos científicos indexados em bases de dados com acesso aberto e disponíveis em PDF. Como por exemplo Scielo, Capes Periódicos e Google Scholar, priorizando estudos publicados em inglês e português entre os anos de 2015 a 2025 que tratassem dos efeitos da exposição à fumaça de biomassa, morbimortalidade respiratória, e desigualdade no acesso a fontes energéticas seguras.

Já a análise documental envolveu a leitura crítica de legislações vigentes e documentos institucionais, como por exemplo a Resolução nº 506/2024 que estabelece os padrões nacionais de qualidade do Ar no Brasil e a Lei que institui o auxílio Gás (Lei nº 14.237, de 19 nov. 2021) no país. Essa etapa permitiu compreender as diretrizes legais, os critérios de elegibilidade, a cobertura territorial e os desafios de implementação do programa, evidenciando a lacuna entre o desenho institucional da política e a realidade observada na amostra investigada.

Adicionalmente, foram analisados dados secundários de morbimortalidade por doenças respiratórias na cidade de Belém (PA), no período de 2020 a 2024, disponíveis na base pública do DATASUS (SIH/SUS). Esses dados forneceram contexto epidemiológico ao estudo, permitindo relacionar os achados da enquete à tendência municipal de internações e óbitos por doenças respiratórias.

3.3 OBSERVAÇÃO DIRETA E REGISTROS FOTOGRÁFICOS

A observação direta ocorreu na ocasião de visitas intencionais para identificação de práticas de cocção com uso de biomassa. Nos meses de julho e setembro foram visitadas duas unidades produtivas familiares localizadas em zona rural no município de Acará. Ainda no mês de setembro também foram identificadas duas famílias na zona urbana que utilizam fogões a lenha e churrasqueiras na zona urbana de Belém. Após a identificação das práticas de queima de biomassa, os autores solicitaram consentimento para os registros fotográficos garantindo anonimização das pessoas envolvidas e pixelização dos rostos quando presentes. Este estudo não coletou dados identificáveis dispensando, portanto, a submissão ao comitê de ética em pesquisa.

Os autores estabeleceram protocolos para as observações e registros de anotação: checklist de características do ambiente (aberturas/vedação), combustível, tempo aproximado de uso, presença de crianças/idosos e práticas de mitigação (ex.: manutenção de chaminé, posicionamento em área externa).

3.4 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

A análise bibliográfica e documental se deu através da seleção por pertinência temática, data ≤ 5 anos e acesso aberto.



Para os dados quantitativos foram realizadas análises descritivas e de séries curtas 2019–2025 (gráficos de linha e mapas coropléticos).

Para as imagens, foram realizadas análise de conteúdo das anotações de campo e codificação temática das imagens (categorias: uso produtivo; do-méstico contínuo; doméstico contingente; recreativo; ventilação; proximidade fonte-usuário).

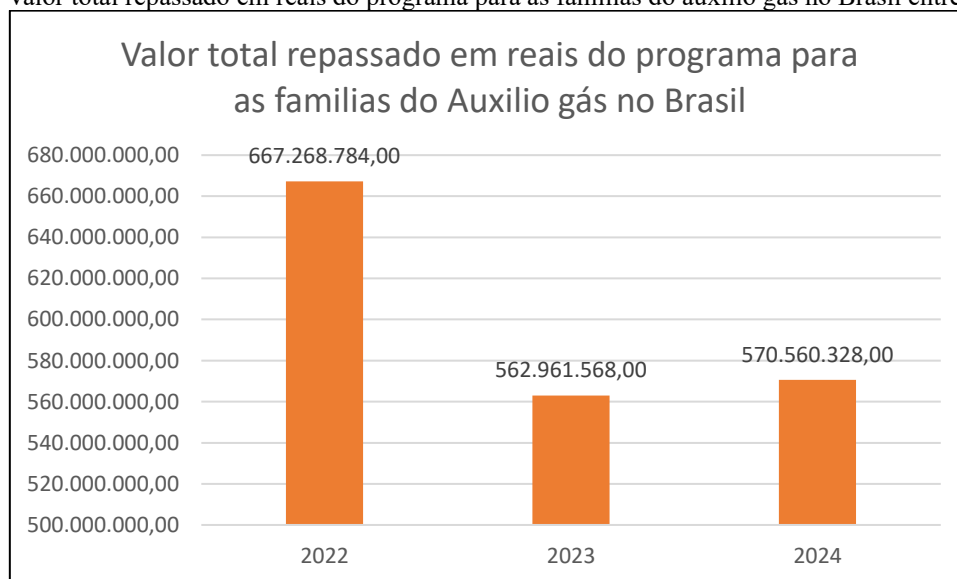
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS NACIONAL E MUNICIPAL DO PROGRAMA VALE-GÁS (2022–2024)

O gráfico 2, representa o total de investimento repassado pelo governo federal ao programa Auxílio Gás. O resultado demonstra uma redução que oscilou de R\$ 667,27 milhões no ano de 2022 para R\$ 562,96 milhões em 2023. Já no ano de 2024, houve um discreto aumento com registro de R\$ 570,56 milhões, mas que ainda evidencia uma perda de um pouco mais de 96 milhões do investimento inicial em 2022.

No período analisado, o valor médio por benefício permaneceu estável em torno de R\$ 112 em 2022, e R\$ 104 nos anos de 2023 a 2024.

Gráfico 2 – Valor total repassado em reais do programa para as famílias do auxílio gás no Brasil entre 2022 a 2024

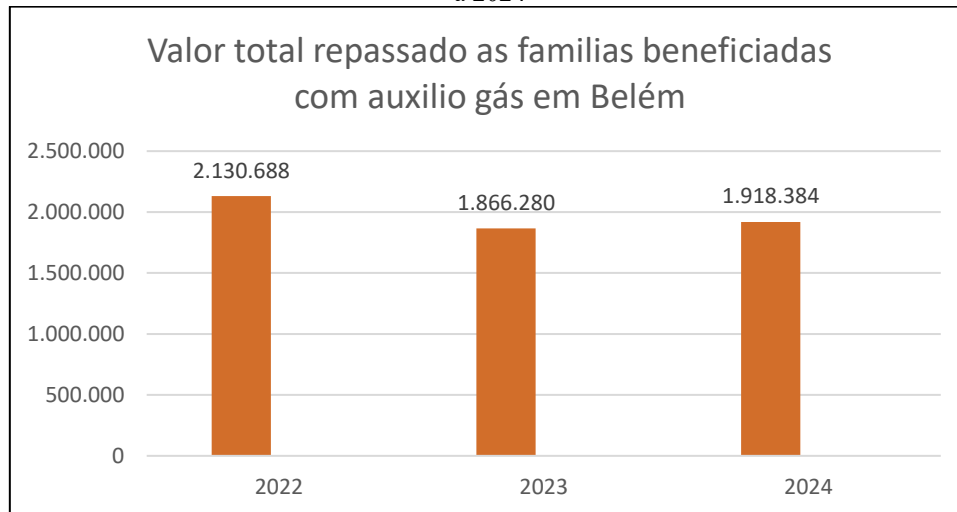


Fonte: Brasil (2025)

A análise dos investimentos em Belém evidencia que o montante anual transferido foi de R\$ 2,13 milhões em 2022, R\$ 1,87 milhão no ano de 2023 e R\$ 1,92 milhão em 2024 (Gráfico 2). Assim como no plano nacional, o investimento apresentou uma queda significativa, o que reflete que menos famílias conseguiram ser beneficiadas pelo programa. Como consequência, este fator pode limitar o impacto agregado sobre a substituição da biomassa tradicional.



Gráfico 3 – Valor total repassado em reais do programa para as famílias do auxílio gás no Município de Belém entre 2022 a 2024



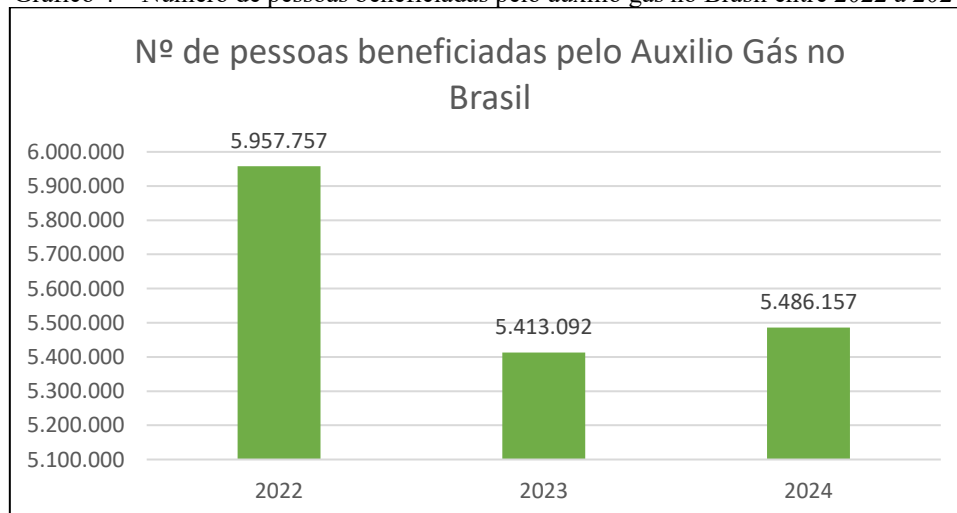
Fonte: Brasil (2025)

Segundo o IBGE (2022), a cidade de Belém possui 1.303.403 pessoas. Destas apenas 474.393 ocupam postos de trabalhos formais.

4.2 ANÁLISE DE BENEFÍCIOS CONCEDIDOS DO PROGRAMA VALE-GÁS (2022–2024)

O gráfico 4, confirma a diminuição no número de beneficiários do programa. Em 2022 eram 5.957.757 pessoas que passou a ser 5.413.092 em 2023 e 5.486.157 no ano de 2024. Como o valor médio por benefício caiu levemente (R\$ 112 → R\$ 104), a redução do gasto total em 2023 decorre principalmente da menor quantidade de benefícios.

Gráfico 4 – Número de pessoas beneficiadas pelo auxílio gás no Brasil entre 2022 a 2024

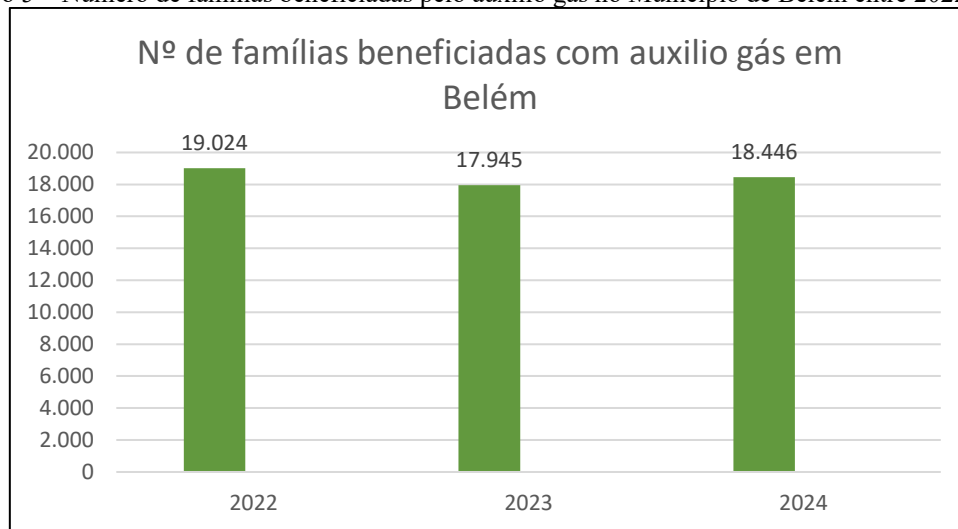


Fonte: Brasil (2025)

Como esperado, em nível municipal, as famílias beneficiadas de Belém, variaram de 19.024 (2022) para 17.945 (2023) e 18.446 (2024) (Gráfico 4). Há, portanto, flutuação moderada da cobertura municipal, com 2024 ainda abaixo de 2022 (-3,04%).



Gráfico 5 – Número de famílias beneficiadas pelo auxílio gás no Município de Belém entre 2022 a 2024



Fonte: Brasil (2025)

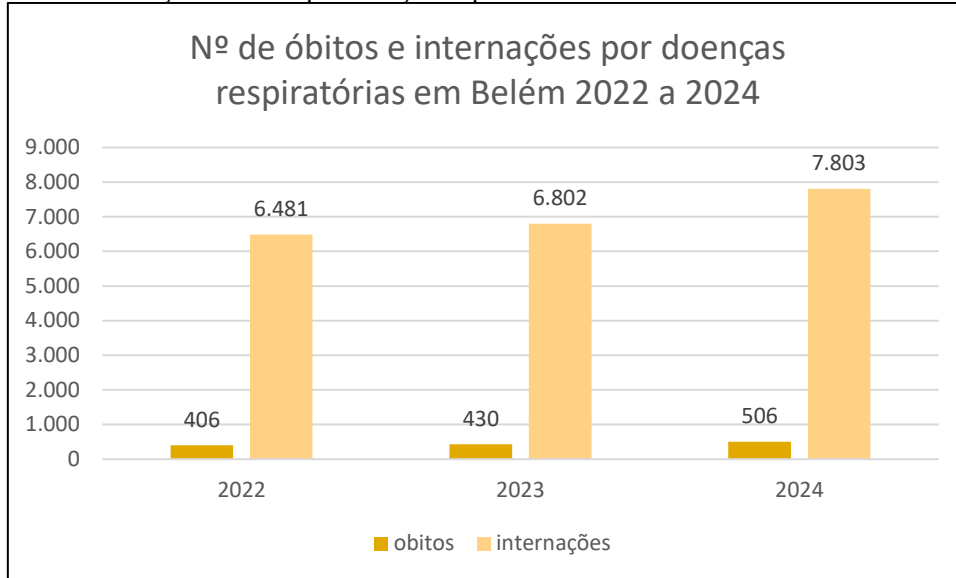
De acordo com o IBGE (2010), o percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até meio salário-mínimo no município de Belém, é de 39%. Para fins de transição energética, cobertura estável ou crescente é condição necessária para reduzir a dependência de biomassa na cocção. As oscilações observadas, ainda que modestas em Belém, podem limitar o alcance do programa sobre o comportamento energético domiciliar, especialmente em contextos de pobreza energética e preços voláteis do GLP (o que reforça a pertinência da política).

4.3 TENDÊNCIA MUNICIPAL DE MORBIMORTALIDADE RESPIRATÓRIA (2020–2024)

No contexto de saúde, o total de internações por causas respiratórias (CID-10 J00–J99) em Belém aumentou de 6.481 (2022) para 6.802 (2023) e 7.803 (2024). De igual modo, ainda que numa taxa menor, os óbitos hospitalares por essas causas também cresceram de 406 (2022) para 430 (2023) e 506 (2024) conforme demonstrado no Gráfico 6.



Gráfico 6 - Número de internações e óbitos por doenças respiratórias de acordo com CID 10 em Belém entre 2022 a 2024



Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Datasus (BRASIL,2025)

4.4 OBSERVAÇÃO DIRETA: IDENTIFICAÇÃO VISUAL DO USO DE BIOMASSA EM ZONAS RURAIS E URBANA

Figura 1 – Casa de Farinha de agricultor familiar também chamada de “retiro” ou casa de “forno”



Fonte: Os autores. Município de Acará, área rural. Capturada em 21.09.2025

A figura 1, representa uma infraestrutura artesanal para torrefação de mandioca (casa de farinha) de um grupo familiar na zona rural do Município do Acará no Pará. Esta possui um forno (também chamado de tacho) construído de barro que é alimentado com lenha para a produção da farinha. A arquitetura do local demonstra que a ausência de paredes, representa o cuidado e preocupação com a dispersão de material particulado (PM_{2.5}) gás carbônico (CO₂) e também com as



altas temperaturas durante seu uso. No entanto, não elimina a exposição ocupacional de quem opera o forno, sobretudo em jornadas longas. Nesta imagem, é possível perceber que o forno não estava em uso e não havia pessoas no local.

Figura 2 – Processo de preparo artesanal da farinha



Fonte: autores. Captada em 20/07/2025.município do Acará.

Por outro lado, a figura 2, mostra o processo de produção da farinha. A imagem foi capturada também no município do Acará, onde é possível perceber um agricultor manuseando a massa em tacho/forno de barro aquecido a lenha. A emissão de fumaça é visível. Mesmo com paredes vazadas que permitem a ventilação no local, a pluma próxima às vias aéreas eleva doses inalatórias de material particulado e irritantes, com risco cumulativo para sintomas respiratórios, DPOC e eventos agudos, sobretudo em trabalhadores jovens, idosos e crianças, que neste cenário também estavam presentes no local. A exposição das pessoas durou aproximadamente 8 horas.

Figura 3 – fogão doméstico para cocção



Fonte: os autores. Município de Belém área urbana. Capturada em 21.09.2025

A figura 3, foi capturada no município de Belém e mostra um fogão improvisado a carvão/lenha utilizado quando o GLP se esgota antes do fim do mês como estratégia de contingência doméstica. Essa fotografia ilustra o ciclo de pobreza energética urbana: famílias que alternam GLP ↔ biomassa quando o botijão termina (“stockouts” de fim de mês). O fogão foi produzido de modo artesanal e se localiza do lado de fora da casa. Contudo, a área externa também é coberta e as paredes são de alvenaria sem a presença de chaminés. Esta família apontou desconhecimento em relação programa vale gás. Do ponto de vista sanitário, o uso em ambientes mais confinados eleva a concentração de $PM_{2.5}$ e CO_2 no intradomicílio, impactando crianças e idosos que vivem no domicílio. Do ponto de vista de política pública, é um exemplo direto de falha de continuidade de acesso ao GLP que programas como o Vale Gás / Gás do Povo buscam mitigar; a regularidade do benefício tende a reduzir esses retornos pontuais à biomassa, com efeitos positivos sobre saúde.



Figura 4 – churrasqueira



Fonte: os autores. Município de Belém área urbana. Capturada em 20/08/2025

A figura 4, representa uma prática bem mais comum nas áreas urbanas: uma Churrasqueira a carvão usada esporadicamente em reuniões familiares. É possível ver a presença de cinzas na grelha metálica. No caso de uso recreativo/ocasional de biomassa, apesar de intermitente, pode gerar picos de exposição a partículas ultrafinas e benzeno/PAHs, especialmente se usada em áreas semifechadas ou próximas a janelas. No caso especial, percebeu-se que a queima de biomassa não é por necessidade econômica, mas recreativa. No entanto, a exposição é a mesma. Por isso se faz necessário ações de educação em saúde e ambiental que abordem os riscos inerentes a prática.

5 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que, no período 2022–2024, o Auxílio/Vale Gás apresentou retração do gasto agregado e oscilação da cobertura no Brasil e em Belém, com leve recomposição em 2024; em paralelo, observaram-se incrementos nas internações e nos óbitos hospitalares por causas respiratórias em Belém. A triangulação com a observação de campo evidenciou a persistência do uso de biomassa em contextos produtivos rurais e urbanos de forma contingentes e recreativos, e sobretudo indicando que o benefício é condição importante e necessária, porém não suficiente para assegurar cocção limpa e ganhos mensuráveis de saúde em populações amazônicas vulneráveis. Tais achados são coerentes com a literatura sobre pobreza energética e riscos de poluição intradomiciliar e sustentam a relevância sanitária e socioambiental de políticas de subsídio ao GLP, desde que acompanhadas por



cobertura ampla e regular, informação qualificada às famílias e medidas complementares de proteção à saúde e à qualidade do ar.

Do ponto de vista de política pública, a transição energética da biomassa para o GLP através do Auxílio Gás, tende a proteger a saúde respiratória e reduzir os danos ambientais. Para que tal potencial se traduza em resultados em saúde, recomenda-se: (i) estabilizar e expandir a cobertura com priorização territorial em áreas de maior vulnerabilidade; (ii) integrar educação em saúde (uso seguro de combustíveis, ventilação, manejo de sintomas respiratórios) e protocolos de alerta nos serviços de APS; (iii) articular o programa com metas do marco nacional de qualidade do ar e agendas locais de saneamento, habitação e urbanismo climático; e (iv) monitorar continuamente indicadores de adoção de combustíveis limpos e de morbimortalidade respiratória, com transparência e dados abertos.

Em termos científicos e metodológicos, este trabalho contribui ao enquadrar o subsídio energético como intervenção de saúde pública e ao propor um framework avaliativo replicável. Reconhecemos limitações nas análises baseadas em números absolutos (não padronizados por idade), possíveis confundidores (meteorologia, sazonalidade, ondas virais) e ausência de medidas diretas de poluentes intradomiciliares. Estudos futuros devem estimar taxas padronizadas (por 100 mil e por faixas etárias), modelar séries temporais municipais (2019–2025+) com efeitos fixos e incorporar meteorologia/qualidade do ar e explorar heterogeneidade de efeitos por renda, densidade e condições habitacionais.

Em síntese, a evidência reunida corrobora a importância do programa como instrumento de transição energética para cocção limpa e proteção da saúde na Amazônia, mas também expõe gargalos de cobertura, continuidade e contexto domiciliar que modulam seu efeito. Superar esses gargalos com integração intersetorial e avaliação de impacto rigorosa é condição para que os co-benefícios sanitários e ambientais esperados se materializem em curto e médio prazos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, cuja bolsa de estudos foi fundamental para viabilizar as etapas de coleta e análise de dados. Aos gestores e técnicos da CAPES, registro sincero reconhecimento pela contribuição ao fortalecimento da pesquisa acadêmica no país.



REFERÊNCIAS

- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 506, de 5 de julho de 2024. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e diretrizes para sua aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jul. 2024. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=827&option=com_sisconama&task=arquivo.download. Acesso em: 23 set. 2025.
- BRASIL. Lei nº 14.237, de 19 de novembro de 2021. Institui o Auxílio Gás dos Brasileiros. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 nov. 2021.
- BRASIL. Lei nº 14.850, de 2 de maio de 2024. Institui a Política Nacional de Qualidade do Ar (PNQAr). Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14850.htm. Acesso em: 23 set. 2025.
- BRASIL. Ministério da Cidadania. VisData3 – Sistema de visualização de dados sociais. Brasília, DF: Ministério da Cidadania, 2025. Disponível em: <https://dados.gov.br/>. Acesso em: 23 set. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico (Vol. 53, nº 47): “Óbitos por queimaduras no Brasil: análise inicial dos dados do SIM, 2015–2020”. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2022/boletim-epidemiologico-vol-53-no47/view>. Acesso em: 24 set. 2025.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS): internações e óbitos por local de residência – Brasil. Brasília, DF: DATASUS, [2025]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nipa.def>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. Gás do Povo: tire suas dúvidas sobre o novo programa do Governo do Brasil. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/noticias-e-conteudos/desenvolvimento-social/noticias-desenvolvimento-social/gas-do-povo-tire-suas-duvidas-sobre-o-novo-programa-do-governo-do-brasil>. Acesso em: 23 set. 2025.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. Receber o Auxílio Gás. Portal Gov.br, 16 ago. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/receber-o-auxilio-gas>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Cidades sustentáveis: qualidade do ar. Brasília, DF: MMA, 2019. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar.html>. Acesso em: 28 jun. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Relatório anual de acompanhamento da qualidade do ar: 2024. Brasília, DF: MMA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/relatorio-anual-de-acompanhamento-da-qualidade-do-ar-2024.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- DOMINSKI, F. H.; BRANCO, J. H. L.; BUONANNO, G.; STABILE, L.; SILVA, M. G.; ANDRADE, A. Effects of air pollution on health: a mapping review of systematic reviews and meta-analyses. Environmental Research, v. 201, 111487, 2021. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111487.



EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Consumo Residencial de Energia por Classes de Renda. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-816/Fact%20Sheet%20Consumo%20Residencial%20de%20Energia%20por%20Classes%20de%20Renda%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 27 set. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2025: ano base 2024. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-885/topico-771/Relat%C3%B3rio%20Final_BEN%202025.pdf. Acesso em: 23 set. 2025.

FAPESPA – FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ. Pará no Contexto Nacional 2024: Tabela 2 – Densidade demográfica, 2020–2024. Belém, 2024. Disponível em: <https://fapespa.pa.gov.br/.../2-densidade-demografica-2020-2024.htm>. Acesso em: 29 jun. 2025.

FALCONE, P. M. Sustainable Energy Policies in Developing Countries: A Review of Challenges and Opportunities. *Energies*, v. 16, n. 18, p. 6682, 2023. DOI: 10.3390/en16186682. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16186682>. Acesso em: 24 set. 2025.

FGV ENERGIA. O novo mercado de gás natural: opiniões de especialistas, perspectivas e desafios para o Brasil. Caderno Opinião – edição especial. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2019. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/.../caderno_opinioao-agosto-webversaofinal.pdf. Acesso em: 29 jun. 2025.

HEALTH EFFECTS INSTITUTE (HEI). State of Global Air Report 2024. Boston: HEI, 2024. Disponível em: <https://www.stateofglobalair.org/resources/report/state-global-air-report-2024>. Acesso em: 23 set. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios. Rio de Janeiro: INCA, 2021.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Outdoor air pollution. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, v. 109. Lyon: IARC, 2016. Disponível em: https://publications.iarc.fr/_publications/media/download/6921/287d38855f9f4bc9a8205956dd5d6860a68297c1.pdf. Acesso em: 30 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Belém (PA): Trabalho e rendimento. Pessoal ocupado em postos de trabalhos formais (2022). Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/pesquisa/10101/96387>. Acesso em: 24 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Belém (PA): Trabalho e rendimento. Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo (2010). Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/pesquisa/10101/96387>. Acesso em: 24 set. 2025.

JÚNIOR, Janary. Entra em vigor lei que institui Política Nacional de Qualidade do Ar. Agência Câmara de Notícias, Brasília, 3 maio 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1058308-entra-em-vigor-lei-que-institui-politica-nacional-de-qualidade-do-ar/>. Acesso em: 1 jul. 2025.



MARREIRO, H. M. P. et al. Empirical Studies on Biomass Briquette Production: A Literature Review. *Energies*, v. 14, n. 24, p. 8320, 2021. DOI: 10.3390/en14248320. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en14248320>. Acesso em: 24 set. 2025.

MEHTA, K. et al. Epidemiology and outcomes of cooking and cookstove-related burn injuries: a WHO Global Burn Registry report. *Journal of Burn Care & Research*, 2023 (ahead of print). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34850021/>. Acesso em: 24 set. 2025

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Transição para uma cozinha mais limpa: Como os dispositivos inteligentes promovem a equidade na saúde ao tornar a cozinha limpa acessível. Feature story, 6 set. 2021. Genebra: OMS, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/transitioning-to-cleaner-cooking>. Acesso em: 1 jul. 2025.

SILVA, J.; TEIXEIRA, S.; TEIXEIRA, J. A Review of Biomass Thermal Analysis, Kinetics and Product Distribution for Combustion Modeling: From the Micro to Macro Perspective. *Energies*, v. 16, n. 18, p. 6705, 2023. DOI: 10.3390/en16186705. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en16186705>. Acesso em: 24 set. 2025.

URRUTIA PEREIRA, M. et al. Impacto da exposição à fumaça da queima de biomassa na Floresta Amazônica na saúde humana. *Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, v. 49, n. 2, p. 115, 2021. DOI: 10.1016/j.aller.2020.05.004.

VORMITTAG, Evangelina da Motta P. A. de Araújo; CIRQUEIRA, Samirys Sara Rodrigues; NETO, Hélio Wicher; SALDIVA, Paulo Hilário N. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. *Estudos Avançados*, v. 35, n. 102, p. 7–30, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.002>. Acesso em: 20 abr. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Global Air Quality Guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Household air pollution and health. Fact sheet. Geneva: WHO, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>. Acesso em: 23 set. 2025.

World Health Organization (WHO). Burns – Fact sheet. 13 out. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/burns>. Acesso em: 24 set. 2025.

