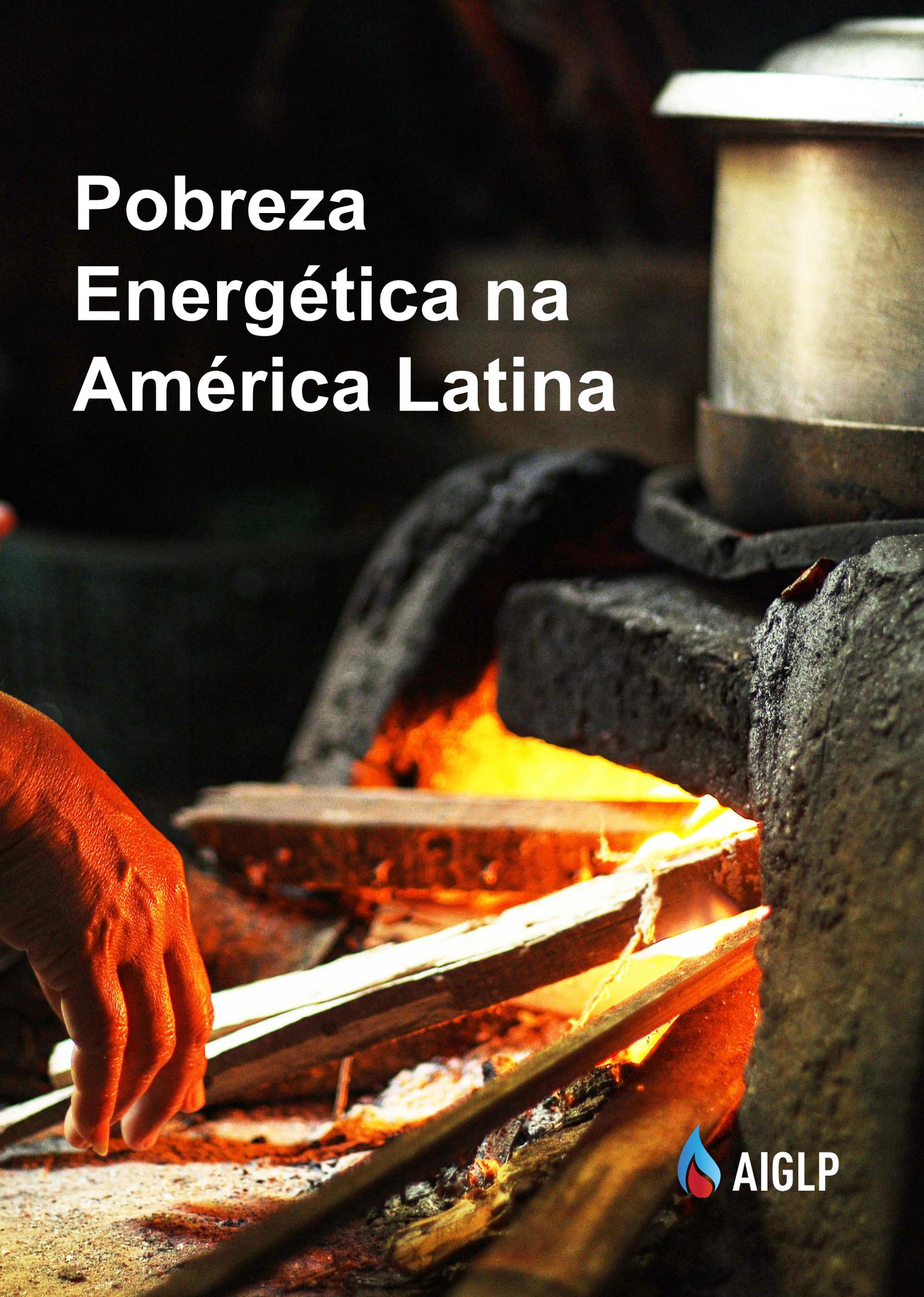


Pobreza Energética na América Latina



USO DE LENHA PARA COCÇÃO NA AMÉRICA LATINA E CARIBE

Profa. Dra. Adriana Gioda

Coordenadora do Laboratório de Química Atmosférica (LQA)
Departamento de Química - Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio)

Rio de Janeiro,
dezembro de 2022.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo contribuir para um maior entendimento do uso de lenha para cocção na América Latina e Caribe (ALC), com exceção do Brasil, buscando identificar os impactos de seu consumo e outros parâmetros relevantes, visando responder às seguintes questões:

- 1) Qual o impacto real da Pobreza Energética na América Latina na região de estudo?
- 2) Qual o impacto na saúde pública?
- 3) Qual o impacto na qualidade de vida?
- 4) Qual o tamanho da população afetada pela Pobreza Energética na América Latina?
- 5) Foi identificado algum mecanismo de mitigação da Pobreza Energética na América Latina?
- 6) Que países sofrem mais com o problema?
- 7) Que países estão mais avançados no combate a este problema e o que estão fazendo para minimizar os riscos?
- 8) Qual o custo para sociedade?



1. INTRODUÇÃO

De acordo com os últimos dados publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS, do inglês, *World Health Organization, WHO*, 2022), em torno de 2,4 bilhões de pessoas cozinham de forma pouco adequada, usando fogões rudimentares e combustíveis poluentes como querosene, carvão e biomassa (lenha, esterco animal e resíduos agrícolas). A maioria dessas pessoas vive em países de baixa e média renda. A poluição do ar doméstica (do inglês, *Household Air Pollution, HAP*) causada por práticas ineficientes de cozinhar acarretou na morte prematura de 3,2 milhões de pessoas em 2020. A HAP causa doenças não transmissíveis, incluindo infecção respiratória (21%), acidente vascular cerebral (23%), doença cardíaca isquêmica (32%), doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (19%) e câncer de pulmão (6%) (WHO, 2022). Em residências mal ventiladas, a fumaça interna pode atingir concentrações de partículas finas muito acima dos limites recomendados pelas agências regulamentadoras. A exposição é particularmente alta entre mulheres e crianças, que passam a maior parte do tempo próximas ao fogão. Como resultado, em torno de metade das mortes por pneumonia entre crianças

menores de 5 anos são causadas por material particulado inalado devido a queima ineficiente de combustíveis sólidos (WHO, 2022).

Uma das atribuições da OMS é garantir um ar saudável tanto em ambientes internos quanto externos. Para isso, foram criadas diretrizes baseadas nos efeitos à saúde causados por poluentes presentes no ar. No caso de HAP, a OMS recomenda combustíveis e tecnologias adequados, bem como estratégias para a disseminação de tais tecnologias. A OMS possui um banco de dados de energia usada com fins residenciais, principalmente voltadas para a cocção, que permite monitorar o progresso global na transição para combustíveis mais limpos e combinações de fogões nas residências e a carga de doenças gerada pelo uso de combustíveis e tecnologias poluentes (WHO, 2022). A OMS também ressalta a importância de políticas públicas urgentes e substanciais para que seja possível a troca de tecnologias ultrapassadas por novas tecnologias, buscando atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) previstos na Agenda 2030.



2. TIPOS DE COMBUSTÍVEIS E TECNOLOGIAS USADOS NA COCÇÃO

A combustão incompleta de biomassa produz uma mistura complexa de gases poluentes e particulados. O material particulado (do inglês, *particulate matter*, *PM*) e o monóxido de carbono (CO) são os poluentes comumente medidos durante a cocção (Pope *et al.*, 2017). Em muitos estudos, o carbono negro (do inglês, *black carbon*, *BC*), um dos principais componentes do material particulado (PM_{2.5}) resultante da combustão incompleta de materiais carbonáceos, também é medido, pois desempenha um papel importante em uma série de efeitos à saúde, incluindo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e respiratórias, além de efeitos no clima (Kelly e Fussell 2011).

A OMS define combustíveis e tecnologias domésticas limpas com base nas emissões de PM e CO (WHO, 2022b), como descritos a seguir:

Combustíveis e tecnologias limpos

São aqueles que não ultrapassam os níveis de material particulado com diâmetro igual ou menor que 2,5 µm (PM_{2.5}) e CO recomendados nas Diretrizes de Qualidade do Ar da OMS (WHO, 2021). Como exemplo desses combustíveis pode-se citar a energia solar e elétrica, biogás, gás natural, gás liquefeito de petróleo (GLP) e combustíveis de álcool, incluindo etanol. As combinações de combustível e tecnologia são classificadas como limpas se:

as concentrações médias anuais de PM_{2.5} não excederem 5 µg m⁻³, ou a meta provisória (IT-1), 35 µg m⁻³, usada para cidades, regiões e países com altos níveis de poluição do ar.

as concentrações médias diárias de CO não excederem 4 mg m⁻³, ou a meta provisória (IT-1), 7 mg m⁻³, usada para cidades, regiões e países com altos níveis de poluição do ar.

Combustíveis e tecnologias de transição

Combustíveis e tecnologias de transição - são aqueles que trazem algum benefício à saúde, embora a combinação de combustível e tecnologia não atinja os níveis recomendados pela OMS.

Combustíveis e tecnologias poluentes

Combustíveis e tecnologias poluentes - são aqueles que não trazem benefícios à saúde. A dependência de combustíveis poluentes como lenha, carvão e querosene quando queimados em dispositivos ineficientes resulta em grandes exposições à poluição do ar doméstico.

O GLP é o combustível limpo mais usado na cocção em países de baixa e média renda, atingindo mais de 1 bilhão de pessoas (WHO, 2022). Embora seja um combustível fóssil derivado do petróleo, a troca de combustíveis poluentes, como a lenha, para GLP resulta em uma redução líquida de emissões que afetam o clima, uma vez que a biomassa é geralmente obtida de forma insustentável. Além disso, por queimar de forma mais limpa, a transição para o GLP resulta em menor exposição a HAP e redução do risco à saúde (WHO, 2022).

A Tabela 1 do Anexo mostra os dados mais recentes (2020) publicados pela OMS com relação a população com dependência de fonte primária de combustíveis e tecnologias limpas usados na cocção. Na maioria das regiões urbanas da ALC predomina o uso de tecnologias limpas, ao contrário das regiões rurais onde há uma forte dependência da lenha. Entre os países que mais usam lenha estão o Haiti, Nicarágua e Guatemala.

A Tabela 2 do Anexo, mostra os dados mais recentes (2020) publicados pela OMS sobre a população na ALC com dependência primária da lenha para cocção. A lenha é o combustível primário para mais de 58 milhões de pessoas, sendo principalmente usada na zona rural (41 milhões). O Brasil não foi incluído neste somatório, mas está citado na tabela para fins de comparação.



3. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada por todos os Estados Membros das Nações Unidas em 2015, fornece um plano compartilhado para a paz e a prosperidade para as pessoas e o Planeta, agora e no futuro. Os países signatários se comprometeram a cumprir 17 objetivos, conhecidos como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, do inglês *sustainable development goals*, ESG), incluindo acabar com a pobreza extrema, oferecer às pessoas melhores cuidados de saúde, alcançar a igualdade para as mulheres, além de proteger o meio ambiente, o clima e garantir a prosperidade de todos. O 7º objetivo visa assegurar energia barata, confiável, sustentável e moderna para todos. Este objetivo é relevante uma vez que 2,4 bilhões de pessoas usam lenha (combustível sólido) para cozinhar, cerca de 1,3 bilhão de pes-

soas ainda dependem de lenha, carvão ou outra fonte para obter aquecimento e 760 milhões de pessoas que ainda não possuem acesso à energia elétrica. Portanto, fornecer energia limpa diminui os problemas de saúde, assim como, os efeitos ambientais, aquecimento global e mudanças climáticas. Atualmente, a pobreza não é entendida apenas como ter uma baixa remuneração, mas sim algo mais abrangente que envolve a qualidade de vida como um todo. Neste quesito, a energia passa a ter um papel fundamental ligando o crescimento econômico, a igualdade social e o desenvolvimento inclusivo conforme salientado pelo Secretário-Geral das Nações Unidas, Ban Ki-moon, na conferência Rio +20 (Goozee, 2017).

A pobreza energética (PE, do inglês *Energy Poverty, EP*) tem recebido cada vez mais atenção nas políticas públicas, uma vez que faz parte do 7º. ODS. A EP é definida de várias formas, por exemplo, Che e colaboradores (2021) a definiram como a falta de acesso nas famílias a níveis de energia suficientes e acessíveis para viver e prosperar. García Ochoa e Graizbord (2016) sugerem que as famílias que não possuem recursos energéticos modernos suficientes para satisfazer suas necessidades energéticas, por exemplo, cozinhar com GLP, sofrem de pobreza energética. A Agência Internacional de Energia (do inglês, *International Energy Agency, IEA*), por sua vez, considera que as famílias altamente dependentes de materiais combustíveis tradicionais, como a lenha, também sofrem de EP. Por outro lado, Boardman (2009) classifica as famílias que são incapazes de atender às suas necessidades de energia com 10% de sua renda, sofrem de EP. Em resumo, o bem-estar dessas pessoas é afetado pelo baixo consumo de energia, uso de combustíveis poluentes e tempo excessivo gasto na coleta de biomassa para atender às suas necessidades básicas. A EP acarreta efeitos diretos na perda de qualidade de vida, na deterioração da saúde física e psicológica dos

habitantes de um domicílio e na falta de oportunidades para o desenvolvimento econômico e social. A EP não deve ser tratada como um fenômeno isolado, mas sim, em sinergia com questões de transição energética e mudanças climáticas (Urquiza *et al.*, 2019). Nesse contexto, é importante considerar as condições de pobreza energética, ou seja, a falta de acesso equitativo a serviços de energia de alta qualidade, em processos de transição tecnológica para garantir que as famílias melhorem seu acesso a serviços de energia e também mitiguem emissões de poluentes e, por conseguinte ajude melhorar a qualidade do ar (Urquiza *et al.*, 2019). De acordo com a ONU, energia limpa é a chave para combater a pobreza energética e as mudanças climáticas.

Um estudo realizado recentemente no México estimou que 7,2 milhões de famílias sofrem de pobreza energética, uma vez que fazem uso de lenha e fogões rudimentares (Perez *et al.*, 2022). No Chile foi feita uma prospecção das emissões de material particulado (PM_{2.5}) no ar ambiente (externo) devido a queima de lenha para aquecimento e cocção e a relação com a pobreza energética (Calvo *et al.*, 2022). Neste país, em torno de 50% da população (~10 milhões de pessoas) vive em cidades onde as concentrações anuais de PM_{2.5} excedem as diretrizes nacionais, causando problemas de saúde e, em média, 4.000 mortes prematuras anuais (Ministerio del Medio Ambiente, 2014). Devido a esses elevados níveis, as cidades mais poluídas localizadas no sul e centro do Chile implementaram Planos de Descontaminação Atmosférica. No entanto, as concentrações de PM_{2.5} permaneceram acima dos valores recomendados, principalmente, devido à queima de lenha para aquecimento e cocção. A lenha é usada em 80% dos domicílios nessa região, uma vez que os preços das energias alternativas mais limpas (eletricidade, GLP) são muito mais caras (Urquiza *et al.*, 2019). Usando dados oficiais mais recentes sobre consumo de lenha e características socioeconômicas

das famílias no Chile foi estimada as emissões de $PM_{2.5}$ causadas pela queima de lenha em diferentes cenários entre 2017 e 2050 (Calvo *et al.*, 2022). Em um primeiro cenário, se nenhuma melhoria for realizada, as emissões de $PM_{2.5}$ crescerão 16% ao longo do tempo. Em um outro cenário, se forem realizadas melhorias térmicas, uma vez que nem todas habitações possuem isolamento, e substituições de fogões/aquecedores, as emissões de $PM_{2.5}$ poderão ser reduzidas em torno de 5 a 6% no sul e centro do Chile se apenas cidades com Planos de Descontaminação Atmosférica forem incluídas; e uma redução de 54%–56% das emissões de $PM_{2.5}$ se essas políticas incluírem outras cidades em crescimento. No entanto, o efeito da pobreza energética reduz potencialmente a eficácia dessas medidas em 25% (Calvo *et al.*, 2022).



4. QUEIMA DA LENHA O IMPACTO NA SAÚDE

Muitos estudos relacionados com a saúde em anos recentes têm sido desenvolvidos em países da América Latina e Caribe, em especial no México, Peru e Chile. A seguir serão apresentados os estudos recentes (2016 a 2022) encontrados na literatura.

4.1. Doenças respiratórias

A exposição crônica a poluentes devido à queima de lenha causa doenças devido a infecção do trato respiratório inferior, principalmente em crianças menores de 5 anos, sendo uma das maiores responsáveis pela mortalidade no mundo. Pesquisas da década de 90 já indicavam que a redução do uso de lenha é uma forma de prevenir e reduzir pneumonia em crianças (Kirkwood *et al.*, 1995). Um estudo realizado a partir da aplicação de questionários não conseguiu identificar com clareza a relação das doenças do trato respiratório em crianças e a exposição à

lenha. Mas, indicaram que a queima de lenha em fogões rudimentares e com pouca ventilação, pode aumentar o risco de morbidade perinatal (Rey-Ares *et al.*, 2016). Fogões com chaminés resultaram em uma redução na exposição, mas mesmo assim, a pneumonia em crianças menores de 18 meses não foi reduzida significativamente (Smith *et al.*, 2011).

Nesta mesma linha de pesquisa, um estudo de coorte prospectivo de exposição infantil a material particulado respirável (CRECER) acompanhou crianças a partir dos 5 anos de idade residentes em domicílios com fogões rudimentares e fogões melhorados (com chaminé). Para esta avaliação foram usados testes espirométricos, que tem como objetivo medir a quantidade de ar nos pulmões ao inspirar e expirar, bem como a velocidade com que esse processo é realizado. Os resultados mostraram que o pico de crescimento do fluxo expiratório (PFE) foi menor em crianças cujas famílias não receberam fogão com chaminé até os 18 meses de vida, em comparação com crianças cujas famílias receberam o fogão ao nascer. Crianças com maior tempo de exposição à fumaça também apresentaram menor crescimento do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), embora esse efeito não tenha atingido um nível de significância estatística (Heinzerling *et al.*, 2016).

No México, foi avaliado o impacto da introdução de fogões melhorados (*Patsari*) na saúde respiratória de crianças menores de 4 anos. O uso do fogão *Patsari* relatado pela mãe mostrou ter efeito protetor, principalmente, na duração da infecção respiratória em comparação aos domicílios que usavam apenas fogões rudimentares. Menos dias de doença da criança representa economia de tempo para a mulher e evita custos de tratamento para a família, além de diminuir os custos de saúde pública (Schilmann, *et al.*, 2015).

No Peru também foi realizado um estudo para avaliar a associação entre o uso de lenha e infecções respiratórias agudas (IRA) em crianças

menores de 5 anos (n = 16.043) (Chavez-Zacarias *et al.*, 2022). Os resultados mostraram que a lenha foi usada para cozinhar em duas de cada dez famílias e em torno de 14% das crianças tinham histórico de IRA, ou seja, o uso de lenha foi associado a uma maior probabilidade de apresentar problemas respiratórios (Chavez-Zacarias *et al.*, 2022).

Um estudo global recente comparou o risco de sintomas respiratórios entre crianças menores de 5 anos que vivem em domicílios que fazem uso de lenha e carvão vegetal em 30 países de baixa e média renda, dentre eles o Peru (Woolley *et al.*, 2021). Entre os 30 países, Indonésia, Afeganistão, Peru, Paquistão e Índia são os que apresentaram a maior proporção de uso de combustível limpo, com baixo uso de carvão. Os dados observacionais de base populacional indicaram que na Ásia e na África Oriental há um risco maior de IRA entre crianças menores de 5 anos que vivem em domicílios que usam lenha em comparação com aqueles que cozinham com carvão (Woolley *et al.*, 2021). A IRA é a principal causa de morbidade e mortalidade entre crianças menores de 5 anos de idade no Peru e está diretamente relacionada com a poluição do ar doméstico. Devido à grande percentagem de usuários de lenha (~71%) neste país, há um grande impacto na saúde pública, devido a uma série de condições médicas além de IRA, como morbidade e mortalidade neonatal, doenças cardíacas e neoplasias (Chavez-Zacarias *et al.*, 2022).

Não somente crianças, mas também adultos podem desenvolver doenças do trato respiratório quando expostos à fumaça, tais como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Um estudo recente realizado em 139 municípios no Chile teve como objetivo avaliar a associação entre a prevalência do uso doméstico de carvão e lenha e a relação com a saúde, incluindo mortalidade total, respiratória e cardiovascular, bem como taxas de hospitalização total e respiratória.

A prevalência desses combustíveis esteve positivamente correlacionada com a mortalidade respiratória e hospitalização nas regiões do sul (Paredes *et al.*, 2020).

Em um estudo realizado na Colômbia, foi avaliado os efeitos da reabilitação pulmonar em homens e mulheres com DPOC, considerando vários parâmetros, entre eles o hábito de fumar e a exposição à queima de lenha. Os resultados mostraram que o tempo de exposição à fumaça da lenha foi 5 vezes maior nas mulheres do que nos homens. No entanto, os homens foram mais afetados pelo tabagismo. Ambos apresentaram melhoras após um programa de reabilitação pulmonar, porém de forma diferenciada (Betancourt-Peña *et al.*, 2021).

No México foi realizado um estudo similar com indivíduos saudáveis (n = 178), pacientes com DPOC associada ao tabagismo (DPOC-S, n = 88) e pacientes com DPOC associada à poluição do ar domiciliar (DPOC-HAP, n = 28) (Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2020). Os resultados indicaram que a impressão respiratória de pacientes com DPOC é diferente da de indivíduos saudáveis. Além disso, a impressão respiratória do ar expirado de pacientes com DPOC-S e DPOC-HAP não apresentou diferença, o que demonstra que esta função está relacionada à doença e não à causalidade (Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2020).

Um estudo realizado com 213 participantes dos estados de Granada e Manágua, no centro da Nicarágua, se concentrou na saúde respiratória de uma população com alta exposição à fumaça de lenha (Maas *et al.*, 2020). A Nicarágua é um dos três países mais pobres da América Latina, onde 52,7% das famílias utilizam a lenha como combustível para cocção. As causas mais comuns de morte prematura de adultos na Nicarágua, expressas em anos de vida perdidos, são infecções respiratórias e doenças isquêmicas do coração. Os resultados mostraram uma alta prevalência de doenças crônicas das vias aéreas na população exposta

à fumaça de lenha. Uma maior prevalência de bronquite crônica foi encontrada em cozinheiros(as) (Maas *et al.*, 2020). A prevalência de DPOC foi de 6,3% tanto para a população geral quanto para o sexo feminino. Esta percentagem é superior aos dados de prevalência reportados pela OMS para a população geral (2,45%) e para o sexo feminino (2,56%) (Maas *et al.*, 2020). A prevalência de bronquite crônica diagnosticada por médico foi de 9,3%, (Clark *et al.*, 2011). Uma prevalência marcadamente maior de bronquite crônica foi observada no presente estudo, provavelmente devido a diferença na metodologia, sintomas autorrelatados versus diagnóstico médico (Maas *et al.*, 2020).

Na Colômbia, uma taxa de subdiagnóstico de 50,3% foi relatada em um estudo com 5.539 participantes, comparando diagnósticos de bronquite crônica diagnosticados por médicos e relatados por sintomas, sem diferença por sexo, idade ou tabagismo (Gonzalez-Garcia *et al.*, 2019). Os autores encontraram uma prevalência menor de 5,5% para bronquite crônica. Em outro estudo a prevalência de DPOC foi de 8,9% (Caballero *et al.*, 2008). Na Bolívia também foi observado uma ocorrência maior de bronquite crônica em cozinheiros que usavam lenha em cozinhas fechadas do que ao ar livre (Albalak *et al.*, 1999).

A prevalência e os fatores de risco para sobreposição asma-doença pulmonar obstrutiva crônica (ACO) entre adultos foi avaliada em 6 países de baixa e média renda (Morgan *et al.*, 2019). Para isso, foram compilados dados de 4 estudos populacionais conduzidos em alguns países sob o patrocínio dos Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos. Estes incluíram o estudo de coorte CRONICAS no Peru, o estudo Pulmonary Risk in South America (PRISA) na Argentina, Chile e Uruguai, um estudo longitudinal em Bangladesh e o estudo Lung Function in Nakaseke and Kampala (LiNK) em Uganda. No total, os dados representam 12 locais de diferentes geografias e status socioeconômico

em 6 países diferentes. Os resultados mostraram uma alta prevalência de doença respiratória grave, marcada por aumento da hospitalização e déficits na função pulmonar, que variou de acordo com o local e foi maior com a idade avançada. Assim, os resultados desta análise indicaram que a ACO pode ser tão prevalente e os déficits respiratórios associados mais graves em países de baixa e média renda, que estão experimentando as cargas simultâneas de exposição doméstica à poluição do ar e altas taxas de urbanização e expansão, do que em países de alta renda (Morgan *et al.*, 2019).

Stabridis e van Gameren, (2018) propuseram um pequeno modelo teórico-econômico no qual um indivíduo maximiza a utilidade gerada pela escolha do combustível, consumo, estado de saúde e tempo dedicado à saúde e lazer, sob restrições financeiras e de tempo. O Mexican Family Life Survey (MxFLS) de 2002 foi usado para um teste empírico. Os resultados mostraram que o uso da lenha como combustível doméstico resultou no aumento da prevalência de problemas respiratórios entre as mulheres (mas não entre os homens), provavelmente relacionados às tarefas tradicionais da casa (Stabridis e van Gameren, 2018). Na decisão de participação no trabalho, foi encontrado um impacto negativo dos problemas respiratórios; ou seja, problemas de saúde resultam em uma redução da participação das mulheres na força de trabalho (Stabridis e van Gameren, 2018). Há evidências sobre efeitos no sistema respiratório e concentrações altas de PM_{2.5} e CO devido a queima de lenha. Um estudo realizado com a população rural da Colômbia encontrou associações entre estes poluentes e alterações dos parâmetros espirométricos (Piracón *et al.*, 2021). Cinquenta por cento das mulheres idosas colombianas de baixo nível socioeconômico desenvolveram DPOC devido à fumaça de lenha.

O uso de carvão e lenha ainda é muito prevalente no Paraguai (Trancoso *et al.*, 2018). A análise dos dados obtidos em um estudo com

250 domicílios mostrou que mais de 74% utilizavam carvão vegetal, seja como combustível principal ou secundário; o GLP foi mais utilizado na comunidade semiurbana (59% > 43%) e a lenha foi mais utilizada na comunidade rural (49,6% > 22,8%). A utilização de lenha e carvão vegetal é feita predominantemente ao ar livre (84% dos lares) em cozinhas sem chaminé. O uso de eletricidade para cozinhar não é muito prevalente (apenas 7% a utilizam como principal combustível). A maior prevalência de doenças respiratórias foi encontrada em domicílios que utilizam carvão ou lenha (45% > 29%). O uso de carvão e lenha nas residências no Paraguai é alto, o que repercute na saúde e favorece condições de desigualdade social no país. Considera-se que uma boa alternativa seria a eletricidade devido aos grandes recursos hidrelétricos e a rede elétrica cobrir quase toda a população (99%) (Trancoso *et al.*, 2018). A OMS estimou 2.800 mortes prematuras atribuídas ao uso de combustíveis sólidos no Paraguai em 2012, das quais cerca de 180 foram de crianças.

4.2. Desconfortos, dores e distúrbios

O projeto RESPIRE, realizado em uma comunidade indígena no distrito de San Marcos, no planalto ocidental da Guatemala (altitude 2.700–3.000 m), encontrou uma alta prevalência de desconforto ocular, dor de cabeça e dor nas costas devido a cocção com lenha. No entanto, houve uma redução significativa de olhos doloridos e dor de cabeça no grupo que usou o fogão melhorado em relação ao grupo controle que usou fogão rudimentar. O CO mediano na respiração entre as mulheres no estudo de intervenção foi significativamente menor do que os controles (fogão rudimentar) (Diaz *et al.*, 2007).

Também com indígenas, porém da etnia Saraguro, no Equador, foram avaliados distúrbios musculoesqueléticos, doenças reumáticas e artrite reumatóide (AR) relacionados com a exposição à fumaça produzida

pelos fogões a lenha. Os resultados mostraram que o uso diário de lenha é um fator de risco para o desenvolvimento da AR e piora a qualidade de vida (Guevara *et al.*, 2020).

A exposição à poluição do ar pela queima de lenha também tem sido relacionada com a função cognitiva. Um estudo realizado com dados da Índia, México e China mostrou que o uso de combustíveis poluentes para cozinhar foi consistentemente associado a uma piora na função cognitiva em todos os países, independentemente das características demográficas e socioeconômicas, sendo maiores para as mulheres. À medida que esses países continuam envelhecendo, os esforços de saúde pública devem procurar reduzir a dependência desses combustíveis para evitar um aumento de demência na população (Saenz *et al.*, 2021).

Uma pesquisa realizada no Peru procurou mostrar os efeitos gerados por fatores socioeconômicos e ambientais em nível domiciliar sobre a desnutrição infantil crônica. Para o estudo foi utilizado o Inquérito Demográfico e de Saúde Familiar (ENDES) correspondente ao ano de 2018 e um modelo de regressão (Paredes *et al.*, 2020). Os resultados mostraram que em relação ao tipo de combustível usado na cocção e sua relação com a desnutrição crônica infantil, o uso de lenha foi altamente significativo como preditor de desnutrição crônica infantil. Isso se deve, provavelmente, aos efeitos da fumaça gerada pela lenha no peso ao nascer ou no risco de infecções respiratórias (Paredes *et al.*, 2020).

4.3. Associações entre material particulado e indicadores de saúde cardiometabólica

Uma longa pesquisa foi realizada com a Universidade Estadual do Colorado, EUA, Trees, Water & People (TWP) em Fort Collins, Colorado, EUA, e a Associação Hondurenha para o Desenvolvimento (Asociación

Hondureña para el Desarrollo, AHDESA) em Tegucigalpa, Honduras. O estudo foi executado em nove comunidades do entorno da cidade de La Esperanza, em Honduras. La Esperanza, localizada na região montanhosa do oeste de Honduras, abriga aproximadamente 15.000 pessoas. Em 2014, foram aplicados em torno 500 questionários visando identificar as características sociodemográficas, tipos de fogão, preferências de modelos de fogão, obstáculos à adoção de um novo fogão, comportamentos de cocção e fogão, percepções de sucessos e fracassos de intervenções anteriores. Entre fevereiro e abril de 2015, 170 domicílios foram visitados. A população selecionada foi 150 cozinheiras não gestantes e não fumantes que usavam fogões rudimentares e melhorados (modelo *Justa*) (Rajkumar *et al.*, 2018; Benka-Coker *et al.*, 2018; Rajkumar *et al.*, 2019; Young *et al.*, 2019a; Young *et al.*, 2019b; Benka-Coker *et al.*, 2021). Metade das mulheres estava usando um fogão *Justa* recebido de projetos anteriores e a outra metade cozinhava em fogões tradicionais (rudimentares). Ao longo de 3 anos, os participantes receberam 6 visitas. Metade das mulheres recebeu o *Justa* após a visita 2 e metade após a visita 4. Os objetivos gerais do estudo foram explorar as barreiras e os facilitadores da adoção e uso sustentado de novos fogões, comparar os parâmetros de saúde por tipo de fogão e explorar as associações exposição-resposta entre material particulado e indicadores de saúde cardiometabólica (Young *et al.*, 2019b). Inicialmente, foi realizado um estudo transversal onde foi avaliada a associação entre exposição a fogões a lenha e sintomas de saúde autorrelatados entre mulheres que usavam o fogão tradicional [n=76] e o *Justa* [n=74]) (Walker *et al.*, 2020). Os resultados mostraram uma alta prevalência de sintomas autorreferidos na população estudada. Oitenta e dois por cento das mulheres relataram pelo menos um sintoma, 95% das usuárias de fogão tradicional e 69% das usuárias de fogão *Justa*. Dor de cabeça (55%) e irritação nos olhos (53%) foram os mais citados entre os nove sintomas. Visão turva, irrita-

ção do nariz e da garganta e tosse também foram relatadas durante a cocção por mais de 25% das mulheres. As exposições pessoais médias de PM_{2.5}, expressas como uma média de 24 horas, na população do estudo foram 125 µg m⁻³ para usuários de fogão tradicional e 66 µg m⁻³ para usuários de fogão *Justa* (Walker *et al.*, 2020). Mesmo com a incerteza devido a uma única medição de exposição, os níveis pessoais e de cozinha de PM_{2.5} foram substancialmente mais baixos nos usuários de fogões *Justa* em comparação com os usuários de fogões tradicionais, demonstrando que os fogões melhorados resultaram em menores exposições nessa população (Walker *et al.*, 2020). As mulheres que usavam fogões *Justa* relataram menos sintomas de saúde em comparação com aquelas que usavam fogões a lenha tradicionais. Também como parte desse projeto foram medidas, além das concentrações de PM_{2.5}, as concentrações de BC buscando correlacionar com os indicadores da saúde cardiometabólica (pressão arterial, proteína C-reativa e hemoglobina glicada, HbA1c). No primeiro estudo publicado, a exposição diária média pessoal de PM_{2.5} foi de 125 ± 74 µg m⁻³ (18-346 µg m⁻³; fogão tradicional, n=59) e 66 ± 38 µg m⁻³ (18-174 µg m⁻³; fogão *Justa*, n=43). As concentrações médias diárias na cozinha foram de 367 ± 378 µg m⁻³ (18-1164 µg m⁻³; fogão tradicional, n=59) e 137 ± 194 µg m⁻³ (18-1164 µg m⁻³; fogão *Justa*, n=44) (Rajkumar *et al.*, 2018). No entanto, mesmo com os valores médios diários de material particulado menores, os fogões *Justa* ainda estavam acima das diretrizes de qualidade do ar da OMS para concentrações de 24 horas (25 µg m⁻³ em 2018 e 15 µg m⁻³ atualmente). Os resultados desse estudo mostraram associação entre a exposição à poluição do ar doméstico e estado pré-diabético/diabético (Rajkumar *et al.*, 2018). Quase um terço (n=46; 32%) das participantes eram pré-diabéticas (n=43; 30%) ou diabéticas (n=3; 2%) com base em seus níveis de HbA1c (Rajkumar *et al.*, 2018).

Em nova pesquisa, 230 mulheres foram divididas entre os grupos que receberam a intervenção do fogão *Justa* após a Visita 2 (Grupo 1) e participantes que receberam a intervenção do fogão *Justa* após a Visita 4 (Grupo 2) (de um total de 6 visitas). Com isso, houve um total de 664 visitas concluídas (entre 115 participantes do grupo 1) e 632 visitas concluídas entre 115 participantes do grupo 2 (n=1296 observações totais) (Benka-Coker *et al.*, 2021). Durante as 6 visitas foram medidas as concentrações de PM_{2.5} pessoais e das cozinhas por 24 horas. A média aritmética de exposição pessoal ao PM_{2.5} foi de 141 ± 281 µg m⁻³ (4-5.509 µg m⁻³; fogão tradicional, n=622) e 83 ± 216 µg m⁻³ (4-3.652 µg m⁻³; fogão *Justa*, n=585). As concentrações médias diárias na cozinha foram de 427 ± 724 µg m⁻³ (4-5.520 µg m⁻³; fogão tradicional, n=629) e 107 ± 211 µg m⁻³ (5-3.358 µg m⁻³; fogão *Justa*, n=578). A intervenção com o fogão *Justa* resultou em uma redução de 26% na média pessoal de material particulado e 58% na média das cozinhas (Benka-Coker *et al.*, 2021). Nesta mesma amostra populacional foi medida além das concentrações de PM_{2.5} (n = 27) o número de partículas (PNC, diâmetro médio 10-700 nm) (n = 44; 24 com PM_{2.5} e PNC emparelhados) no ar tanto para fogões tradicionais quanto *Justa* (Benka-Coker *et al.*, 2020). A concentração mediana de PM_{2.5} de 24 horas para fogão tradicional (n=15) foi de 130 µg m⁻³ e para *Justa* (n=12) foi de 66 µg m⁻³. Os resultados apontaram que as correlações entre PM_{2.5} e PNC diferiram entre fogões tradicionais e *Justa*, indicando que pesquisas adicionais são necessárias para entender como a correlação entre a massa de PM_{2.5} e as concentrações de partículas ultrafinas difere por tipo de fogão. Estes resultados fornecem informações sobre se as medições de partículas finas são suficientes para caracterizar a exposição à poluição do ar doméstico, particularmente para estudos que avaliam vários tipos de fogões (Benka-Coker *et al.*, 2020). Com essa mesma população (n = 150) e níveis de exposição aos poluen-

tes, foram avaliados os parâmetros de saúde cardiometabólica tais como síndrome metabólica, concentrações de lipídios no sangue e circunferência da cintura (Rajkumar *et al.*, 2019). Os resultados mostraram que 40% das mulheres preencheram os critérios para síndrome metabólica. Essa prevalência é mais alta em comparação com as estimativas globais. Isso sugere uma associação entre síndrome metabólica e exposição à poluição do ar domiciliar. Por outro lado, não houve evidências entre poluição do ar doméstico e lipídios no sangue ou circunferência da cintura. Os níveis de colesterol total, HDL e LDL calculado foram baixos, mas os triglicerídeos foram elevados nesta população. Efeitos dos poluentes do ar domésticos na síndrome metabólica podem ser mais fortes entre mulheres ≥ 40 anos de idade em comparação com mulheres < 40 anos (Rajkumar *et al.*, 2019).

Outro estudo com essa população foi realizado para avaliar a influência da poluição devido a queima de lenha e a pressão arterial (Young *et al.*, 2019a). Os resultados mostraram que os usuários de fogões tradicionais ou *Justa* não apresentaram diferenças significativas em termos de idade, escolaridade, tamanho da família, tempo gasto dentro da cozinha em um dia típico, total anos cozinhando em fogão a lenha (Young *et al.*, 2019a). Concentrações mais altas de poluentes nas cozinhas mostraram associações com pressão arterial sistólica e diastólica elevadas em mulheres, principalmente as mais velhas. O estudo também mostrou que as concentrações de poluentes no ar ambiente podem representar melhor a exposição a longo prazo à combustão de lenha do que exposições pessoais. Mesmo com índices de poluentes acima do recomendado para o fogão *Justa*, o impacto foi benéfico na pressão arterial com o potencial de diminuir os riscos de doenças cardiovasculares (Young *et al.*, 2019a). Ainda com a mesma população, foi realizada pesquisa para avaliar os níveis de Óxido Nítrico Exalado

Fracionado (FeNO). A exposição aguda e crônica à poluição do ar pode resultar em inflamação das vias aéreas, que pode ser quantificada pela medição de FeNO (Benka-Coker *et al.*, 2018). Os valores de óxido nítrico exalado fracionado variaram de 3,5 ppb a 95 ppb, com média de $17,9 \pm 12,1$ ppb. Entre as usuárias de fogões tradicionais, a média de FeNO foi de $17,4 \pm 10,8$ ppb, enquanto as usuárias de fogões Justa tiveram uma média de $18,59 \pm 13,4$ ppb. Com base nestes resultados, não foi observada evidência de aumento da inflamação das vias aéreas devido à exposição à poluição do ar doméstico (Benka-Coker *et al.*, 2018).

Estudo similar, comparando fogões rudimentares e fogões melhorados, foi feito no Peru. Nesta pesquisa também foi avaliada a prevalência de síndrome metabólica (SM) em ocupantes expostos à queima de lenha em fogões rústicos e fogões melhorados instalados 11 a 14 meses antes do início do estudo nas províncias de San Marcos e Cajabamba, no norte do Peru (Sanchez-Samaniego *et al.*, 2022). Ambas as províncias estão localizadas nos Andes rurais entre 1.900 e 3.900 metros acima do nível do mar (masl) com uma população de mais de 134.000 habitantes. A síndrome metabólica está associada a um risco maior de doenças cardiovasculares (DCV) e diabetes mellitus tipo 2, cinco a dez anos após o diagnóstico. A identificação precoce de indivíduos com SM e estratégias de prevenção precoces podem reduzir o aumento a longo prazo do risco de DCV. A SM é definida como o conjunto de três ou mais anormalidades metabólicas que incluem circunferência elevada da cintura, pressão arterial elevada, níveis elevados de glicose e triglicérides e baixos níveis de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidade). A geografia diversificada e as desigualdades socioeconômicas do Peru aumentam as diferenças na carga de doenças dentro do país, desafiando as estratégias de vigilância e prevenção de doenças nos níveis subnacional e de atenção primária (Huicho *et al.*, 2009). A falta de

recursos, protocolos baseados em evidências, acesso a medicamentos e diagnósticos são apenas alguns dos gargalos que o sistema de saúde peruano enfrenta (Remais *et al.*, 2013). Por meio de programas nacionais, organizações não governamentais e organizações privadas, as famílias rurais peruanas podem ter acesso a fogões melhorados e combustíveis mais limpos para cozinhar. Os participantes deste estudo responderam a um questionário socioeconômico, um recordatório alimentar de 24 horas e foram submetidos a exame físico. Foram analisados dados de 385 participantes, 190 (112 mulheres e 78 homens) usuários de fogões melhorados e 195 (123 mulheres e 72 homens) usuários de fogões rudimentares. A prevalência de SM foi de 26,4% nas mulheres e 13,3% nos homens. Não foi encontrada associação estatisticamente significativa entre o tipo de fogão e SM. O índice de massa corporal e a altitude foram determinantes da SM. O uso de fogões melhorados – e a redução da poluição do ar doméstica esperada com isso – não teve associação mensurável significativa com SM entre mulheres e homens no ambiente rural andino de altitude elevada (Sanchez-Samaniego *et al.*, 2022). Outro estudo realizado nessas mesmas províncias avaliou o desenvolvimento da primeira infância em 82 comunidades rurais (Nuño *et al.*, 2022). A maioria da população era composta por pequenos agricultores que viviam em casas de adobe e usavam fogões a lenha tradicionais para cozinhar. A estimulação infantil melhorou o desenvolvimento das crianças, mas não houve benefício para a saúde associado à intervenção ambiental domiciliar (Nuño *et al.*, 2022). O acesso limitado durante todo o ano à água encanada e a possível contaminação da água potável após a fervura foram dois fatores potenciais ligados à falta de efeito da intervenção domiciliar-ambiental (Nuño *et al.*, 2022).

4.4. Poluentes cancerígenos

Além da exposição ao $PM_{2.5}$, sua composição química também é estudada pelo fato de alguns componentes serem muito tóxicos ou cancerígenos como no caso dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA). O 1-hidroxipireno (1-OHP), eliminado pela urina, é usado como biomarcador de exposição a HPA (Ruiz-Vera *et al.*, 2015). Alguns estudos avaliaram a relação entre a exposição aos HPA por fumaça de lenha e disfunção vascular. Na área rural da Guatemala foi realizado um monitoramento da qualidade do ar em cozinhas que usavam lenha na cocção para avaliar os níveis de exposição das mulheres grávidas. Os níveis medidos de $PM_{2.5}$ foram muito acima da meta intermediária de qualidade do ar da OMS ($35 \mu\text{g m}^{-3}$) e a concentração total de metabólitos urinários de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPA) o dobro de fumantes ativos que consumiam, em média, 18 cigarros por dia. Porém, os níveis foram significativamente reduzidos com o uso de GLP (Weinstein *et al.*, 2020).

Um grupo de mulheres mexicanas, que utilizavam fogões a lenha como principal fonte de energia dentro de suas casas, foi selecionado para avaliação dos níveis de 1-OHP. Os resultados demonstraram disfunção vascular (diminuição da vasodilatação dependente do endotélio) em mulheres participantes do estudo com níveis urinários de 1-OHP elevados. Esses resultados sugerem um aumento do risco de saúde para as pessoas que usam a lenha como fonte de energia e evidenciam a necessidade de implementar programas para reduzir esse risco de exposição a HPA em populações rurais no México (Ruiz-Vera *et al.*, 2015). Níveis elevados de 1-OHP também foram encontrados em amostras de urina (variação de 0,02 a $4,82 \mu\text{mol/mol}$ de creatinina) de crianças residentes em comunidades em Chiapas, México, quando comparados com os níveis de referência para controles não expostos ocupacionalmente entre

não fumantes (0,24 $\mu\text{mol/mol}$ creatinina) e para fumantes (0,76 $\mu\text{mol/mol}$ creatinina) (Martínez-Salinas, *et al.*, 2012). Mulheres e crianças indígenas de Tocoay, San Antonio, San Luis Potosí, México, e populações indígenas da Huasteca Potosina, México (n=134) também apresentaram níveis de 1-OHP na urina acima do estabelecidos (mulheres - 1,15 (0,28-2,1) e crianças - 1,04 (0,28-3,62) $\mu\text{mol/mol}$ creatinina) (Palacios-Ramírez *et al.*, 2018; Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2019). Além disso, as concentrações médias de $\text{PM}_{2.5}$ ($93,3 \pm 3,6 \mu\text{g m}^{-3}$) acima do limite estabelecido pelas normas nacionais e internacionais (Palacios-Ramírez *et al.*, 2018). Efeitos deletérios sobre a saúde respiratória foram relatados em alta porcentagem na população de Huasteca, tais como alterações dos parâmetros espirométricos indicam padrões obstrutivos (4,5 a 6,6%) e restritivos (12,5 a 15,5%) nas categorias leve a moderada. Esses parâmetros são indicadores de doenças respiratórias crônicas (Rodríguez-Aguilar *et al.*, 2019). Os resultados da exposição ao HAP e à poluição interna por partículas indicam um sério risco à saúde, principalmente, de crianças e mulheres. Estas comunidades estão localizadas em uma região de extrema pobreza multidimensional, segundo os indicadores do Conselho Nacional de Avaliação da Política de Desenvolvimento Social, sendo um exemplo dos riscos de saúde associados à contaminação do ar interior indicando que são necessários programas de intervenção destinados a reduzir a exposição de populações vulneráveis a estes poluentes, iniciando pela educação dos cuidadores (Palacios-Ramírez *et al.*, 2018).

Estudos *in vitro* com células têm sido realizados para reduzir a complexidade experimental e fornecer informações moleculares e celulares mais detalhadas. Os fibroblastos pulmonares são as principais células envolvidas na remodelação da matriz extracelular (MEC) durante a resposta inflamatória induzida pela fumaça da lenha. Pesquisadores da Universidade do México usaram fibroblastos pulmonares humanos

normais (NHLFs) para avaliar os efeitos potenciais do extrato de partículas provenientes da combustão de lenha contendo HPA. Os resultados sugeriram que as partículas induziram um mecanismo de remodelação da MEC em NHLF, onde os HPA podem ter um papel crucial (Recillas-Román *et al.* 2021).

Doenças mais graves também são relacionadas com a exposição a queima de lenha, por exemplo, o câncer de pulmão. Um estudo realizado na Cidade do México, estimou o risco de desenvolver câncer de pulmão de acordo com o grau de exposição em pacientes que usam lenha para cozinhar. Foram selecionados caso-controle que incluiu 482 pacientes com câncer de pulmão e 592 controles hospitalares (Báez-Saldaña *et al.*, 2021). Os resultados mostraram que a exposição à fumaça de lenha é um fator de risco para câncer de pulmão, pois o efeito foi maior do que em quem utiliza uma forma de energia limpa para cozinhar. Além disso, este efeito mantém uma relação dose-resposta que tem um efeito multiplicativo com o tabagismo (Báez-Saldaña *et al.*, 2021). Estudos genéticos também têm sido realizados e as alterações mostram relações com a exposição a fumaça (Ortega-Martínez *et al.*, 2020).

4.5. Intervenção com GLP e os efeitos à saúde

Outros estudos realizados no Peru tiveram como objetivo medir o efeito da intervenção do GLP na poluição do ar domiciliar devido a queima de lenha (Fandiño-del-Río *et al.*, 2022; Fandiño-del-Río *et al.*, 2017; Checkley *et al.*, 2021). O projeto Cardiopulmonary and Household Air Pollution (CHAP) forneceu fogões a GLP, distribuição gratuita deste combustível e acompanhamento (Fandiño-del-Río *et al.*, 2022; Checkley *et al.*, 2021; Fandiño- Del-Río *et al.*, 2017). O CHAP foi realizado em comunidades rurais ao redor da cidade de Puno, no sudeste do Peru,

próximo às margens do Lago Titicaca a 3.825 masl. Indivíduos nessas comunidades rurais tradicionalmente usam lenhas e fogões rudimentares para cozinhar. No entanto, o uso do GLP tornou-se mais comum desde a introdução em 2012 de um programa governamental [conhecido como FISE], que subsidiou o custo do GLP para famílias de baixa renda (Pollard *et al.*, 2018). Consequentemente, algumas famílias possuíam fogões a GLP antes desse estudo. No entanto, foi observado que >95% dos domicílios com fogões a GLP usavam também fogões tradicionais, apesar do subsídio do governo (Pollard *et al.*, 2018). O estudo foi realizado com 180 mulheres com idade entre 25 e 64 anos (Fandiño-del-Río *et al.*, 2022). Durante o primeiro ano, os participantes da intervenção receberam gratuitamente um fogão a GLP, fornecimento contínuo de combustível e acompanhamento, enquanto os controles continuaram suas práticas de cocção com lenha (Fandiño-del-Río *et al.*, 2022). Durante o segundo ano, os participantes do controle receberam um fogão a GLP gratuito, acompanhamento e *vouchers* para obter GLP de um distribuidor próximo, enquanto a distribuição de combustível foi interrompida para os participantes da intervenção. Concentrações de 48 horas da cozinha e exposições pessoais a PM_{2.5}, BC e CO no período de 3, 6, 12, 18 e 24 meses foram obtidos (Fandiño-del-Río *et al.*, 2022). Considerando a linha de base (início do estudo), as concentrações médias de PM_{2.5} (cozinha 1.220 vs. 1.190 µg m⁻³; pessoal 126 vs. 104 µg m⁻³), BC (cozinha 180 vs. 210 µg m⁻³; pessoal 19 vs. 21 µg m⁻³) e CO (cozinha 53 vs. 50 ppm, pessoal 6,6 vs. 7:1 ppm), foram semelhantes entre os participantes controle e intervenção, respectivamente (Fandiño-del-Río *et al.*, 2022). Porém, as concentrações pós-intervenção no primeiro ano foram menores nas residências que usavam GLP quando comparados aos controles (lenha) (Concentrações de PM_{2.5} da cozinha (58 vs. 1.246 µg m⁻³), BC (5 vs 206 µg m⁻³) e CO (6 vs. 47 ppm)) (Checkley *et al.*, 2021). Também foi

relatada exposições pessoais mais baixas a $PM_{2.5}$ (30 vs. 98 $\mu g m^{-3}$), BC (2 vs. 16 $\mu g m^{-3}$) e CO (2,4 vs. 6,6 ppm) em participantes da intervenção (GLP) quando comparados aos participantes do controle (lenha) (Checkley *et al.*, 2021). A entrega domiciliar de GLP grátis resultou em exposições pessoais em níveis próximos aos recomendados pela OMS para $PM_{2.5}$ e CO (Fandiño-del-Rio *et al.*, 2022). Além disso, os efeitos da intervenção persistiram por um ano após a interrupção do fornecimento de combustível. Tais estratégias podem ser aplicadas em programas de GLP para reduzir a poluição do ar em domicílios e potencialmente melhorar a saúde (Fandiño-del-Rio *et al.*, 2022). Não foram encontradas evidências de diferença na pressão arterial, função pulmonar ou sintomas respiratórios durante a intervenção de um ano com GLP (Checkley *et al.*, 2021).

Esse mesmo grupo de pesquisadores mediu os níveis de NO_2 nas cozinhas e as exposições pessoais em domicílios em que foram feitas as intervenções com GLP e os fogões a lenha tradicionais (Kephart *et al.*, 2021). As concentrações médias de NO_2 de 24 h pós-intervenção foram de 43 ± 17 ppb no grupo intervenção (GLP) e 77 ± 2 ppb no grupo controle (lenha). A média geométrica de 48 h de exposição pessoal ao NO_2 foi de 5 ± 2 ppb no grupo GLP e 16 ± 2 ppb no grupo controle. Embora os níveis de NO_2 emitidos pelo fogão a GLP sejam inferiores ao da queima de lenha, os mesmos estão acima dos níveis recomendados pela OMS (Kephart *et al.*, 2021).

A exposição à poluição por queima de lenha tem sido associada ao baixo peso ao nascer. Um estudo de caso-controle em alta altitude no Peru (Huancavelica a 3.680 metros e Junin a 4.105 metros) foi feito para avaliar se a poluição do ar contribui para o risco de fetos pequenos para a idade gestacional (Yucra *et al.*, 2014). O uso de lenha durante a gravidez foi determinado por questionário. Os níveis de CO nas cozinhas foram medidos por 48h em um subgrupo. Os níveis médios de CO en-

contrados nas cozinhas foram 4,8, 2,2 e 0,4 ppm para lenha, lenha + GLP e GLP, respectivamente (Yucra *et al.*, 2014). Apesar do tamanho limitado da amostra, os dados sugerem que a exposição materna à fumaça e ao CO, em grandes altitudes, está associada ao baixo peso entre os nascidos (Yucra *et al.*, 2014). Exposições pessoais de mulheres grávidas (N = 100) à fumaça também foram medidas em Trujillo, Peru (Helen *et al.*, 2015). Diferenças significativas nas concentrações PM_{2.5}, CO e NO₂ na cozinha foram observadas entre lenha e GLP ($p < 0,05$) (Helen *et al.*, 2015). As concentrações médias geométricas de PM_{2.5} foram de 112 $\mu\text{g m}^{-3}$ (lenha) e 42 $\mu\text{g m}^{-3}$ (GLP), ou seja, superiores aos padrões, sendo necessária atenção especial para evitar problemas no desenvolvimento do feto (Helen *et al.*, 2015).

Exames de sangue foram realizados em 121 participantes e aplicado um questionário em uma comunidade em Arequipa, Peru, com o objetivo de determinar a associação entre parâmetros hematológicos, sintomas respiratórios e o tipo de fogão utilizado. Os usuários de GLP+ lenha apresentaram mais leucócitos e neutrófilos do que os usuários de fogões a GLP (Ju *et al.*, 2017).

No México também foi realizado um estudo semelhante avaliando os níveis de PM_{2.5} pessoal e da cozinha antes e após a intervenção com fogões melhorados (modelo *Patsari*) e GLP (Cynthia *et al.*, 2008; Schilman *et al.*, 2019; Estévez-García *et al.*, 2020). Os resultados também mostraram uma redução das concentrações com o *Patsari* comparado com o tradicional, mas ainda não atingiram o nível ideal. O tamanho da casa, a ventilação da cozinha, a umidade relativa, a temperatura e a razão de concentração de PM_{2.5} interna/externa foram preditores significativos dos níveis nas cozinhas. A exposição pessoal diária de PM_{2.5} foi significativamente reduzida usando *Patsari* em boas condições ou GLP (57 $\mu\text{g m}^{-3}$) em comparação com os fogões a lenha tradicionais (86 $\mu\text{g m}^{-3}$).

m⁻³) (Estévez-García *et al.*, 2020). No entanto, as concentrações de poluentes no ambiente, bem como a exposição pessoal permaneceram acima dos padrões de qualidade do ar e representaram um risco à saúde da população rural (Estévez-García *et al.*, 2020).

A dificuldade de expor humanos a todos os componentes da fumaça e em condições variáveis faz com que o uso de um modelo animal, que simule a exposição humana, seja vantajoso. É necessário analisar as alterações bioquímicas e fisiopatológicas desde o início e em exposições de curta duração para entender os efeitos no organismo a nível celular. A exposição de curto prazo à fumaça de lenha tem sido relacionada com alterações na expressão de metaloproteinases de matriz humana (MMPs), citocinas inflamatórias e inibidores teciduais de metaloproteinases (TIMPs). Em um estudo realizado por pesquisadores mexicanos com cobaias expostas a curto prazo, a fumaça superexpressaram citocinas pró-inflamatórias, MMPs e TIMPs. Essa resposta celular está relacionada ao desenvolvimento de processos inflamatórios pulmonares e sistêmicos, favorecendo o dano pulmonar agudo e a remodelação tecidual. Além disso, o aumento da concentração de citocinas no soro pode estar associado ao desenvolvimento de inflamação sistêmica e, consequentemente, o dano causado pela fumaça pode afetar outros órgãos (Ramos *et al.*, 2021).

4.6. DALY

Para melhor comparar as doenças entre diferentes países, foi proposta a carga global de doenças (do inglês, *Global Burden of Disease, GBD*) pelos pesquisadores Christopher Murray e Alan Lopez, da Universidade de Harvard, (Murray e Lopez, 1996). A GBD tem como objetivo obter medidas comparáveis e abrangentes de saúde da população entre os países e contribuir para decisões estratégicas a nível mundial, regio-

nal e nacional, além de projetar o futuro. A métrica “anos de vida ajustados por incapacidade” (do inglês, *disability-adjusted life year, DALY*) foi aplicada pela primeira vez no estudo de Murray e Lopez. DALY é a medida do impacto da doença, em tempo, e que combina a quantidade de saúde perdida devido à doença (do inglês, *years lived with disability, YLD*) ou à morte prematura (do inglês, *years of life lost, YLL*).

De acordo com os últimos dados publicados pela OMS (2019), Tabela 3 do Anexo, o DALY total atribuído à poluição do ar doméstica resultante de combustíveis sólidos para cozinhar na ALC foi em torno de 1.7 milhão de anos de vida ajustados por incapacidade. O país que apresentou maior índice foi o México (453.758), seguido por Haiti (419.541), Guatemala (191.686), Peru (112.147), Honduras (99.622) e Colômbia (91.872). Na tabela estão as principais doenças associadas a HAP classificadas por sexo.

Na Tabela 4, do anexo, está listada as mortes atribuídas pela queima de combustíveis na ALC para o ano de 2019. O maior número de mortes segue, praticamente, a mesma distribuição do DALYs: México (21.639), seguido por Haiti (13.323), Guatemala (7.460), Peru (5.345), Colômbia (4.935) e Honduras (4.740).

Melhorar as condições de cocção por meio do uso de fogões modernos, com combustíveis mais limpos e eficientes e melhor ventilação melhoraram substancialmente a saúde pública (Pachauri *et al.*, 2018).

4.7. Custos

Bjorn Larsen, economista e consultor de HAP por combustíveis sólidos, fez algumas estimativas para o México em 2015. De acordo com o Banco Mundial, a poluição do ar mata cerca de 33.000 mexicanos todos os anos. Em torno de 13.000 mortes são causadas pela poluição

do ar doméstica, devido ao uso da lenha e outros combustíveis sólidos. Essa estimativa é menor que a prevista pela OMS para o ano de 2019, conforme discutido no item 4.1. As comunidades rurais são as mais afetadas. Mais de 19 milhões de mexicanos cozinham principalmente com lenha ou carvão e muitas famílias os usam como combustíveis secundários. Com base no elevado número de pessoas que ainda usam lenha, algumas estimativas de custos foram feitas com a troca para fogões melhorados e GLP. Substituindo metade dos fogões tradicionais por fogões melhorados com chaminé e a outra metade por fogões a GLP traria uma melhoria real na vida das pessoas. A incidência de morte e doenças seria reduzida em 37% e 4.700 vidas seriam salvas por ano. O custo total seria de aproximadamente meio milhão de dólares por ano e os benefícios de cerca de 1,3 bilhão de dólares. A conversão de fogões de todas as residências para GLP reduziria a incidência de morte e doenças em 64% e salvaria 8.100 vidas a cada ano. O custo total seria de cerca de 800 milhões de dólares por ano com benefícios anuais em torno 2 bilhões de dólares. A adoção de fogões melhorados com chaminé reduz o risco de doença e morte em cerca de 30% em comparação com o fogão tradicional. A adoção de fogões a GLP pode reduzir doenças e mortes entre 43 e 64%, dependendo do nível de poluição local. Alcançar o padrão de qualidade do ar sugerido pela OMS reduziria as doenças e mortes em cerca de 90%. Os benefícios de fogões melhorados com chaminé e uso de GLP para cozinhar superam em muito os custos. Para cada peso mexicano gasto em fogões melhorados, os benefícios variam de 6 a 13 pesos. Para cada peso gasto em fogões a GLP e combustível, os benefícios variam de 1,7 a 3,3 pesos. Esses benefícios são melhorias na saúde, na economia e no menor tempo de cocção. Os custos incluem o custo inicial dos fogões, manutenção e reparo, combustível GLP e custo de programas para promover a adoção de fogões GLP e melhorados. Os benefícios por

peso gasto no controle da poluição do ar doméstico são 1-40 vezes maiores do que os benefícios por peso gasto em várias medidas típicas para controlar a poluição ambiental por PM_{2.5} em áreas urbanas.

O Ministério do Meio Ambiente do Chile estimou que a poluição do ar custa ao setor de saúde pelo menos US\$ 670 milhões por ano, que está associado a 127.000 visitas a pronto-socorros e clínicas e mais de 4.000 mortes prematuras anualmente (MMA, 2018).

Estimar custos por mortes ou internações não é uma tarefa fácil. Há diferentes tipos de benefícios que variam de um país a outro e refletem uma variação na avaliação de morte e doença. Uma métrica usada é o chamado valor estatístico de vida (do inglês, *Value of a Statistical Life*, VSL) que pode ser entendido como o valor monetário de se reduzir riscos à vida, ou ainda como o valor atribuído à prevenção de uma fatalidade. Este conceito não deve ser entendido como a definição de preço para uma vida humana, uma vez que a vida não pode ser precificada. O VSL é um conceito fundamental usado por economistas ambientais na análise de riscos fatais de poluição do ar. Miller (2000) fez um levantamento baseado em vários estudos e comparou as variações de VSL entre países. A maioria dos países tinha PIB per capita de pelo menos US\$ 2.000. A Tabela 5 mostra esses valores e também apresenta um PIB *per capita*. Zhou e Tol (2005) empregaram técnicas de transferência de benefícios para estimar as perdas de bem-estar relacionadas à mortalidade decorrentes da poluição do ar por partículas em Tianjin, China, em 2003. Eles estimaram o custo em US\$ 1,1 bilhão, com a mortalidade representando 80% desse valor e o restante atribuível ao custo de morbidade devido ao tratamento da bronquite crônica, asma e pneumonia, entre outras doenças relacionadas à poluição do ar por partículas. Esse valor representava 3,7% do PIB de Tianjin em 2003. Essas perdas substanciais de bem-estar relacionadas à mortalidade implicam que a mitigação da poluição por

partículas pode gerar ganhos substanciais de bem-estar que são iguais a uma porcentagem significativa do PIB.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) aprovou administrativamente o VSL de US\$ 5,5 milhões (dólares de 1999) para a análise da mortalidade reduzida por regulamentos da poluição do ar (USEPA 2004). Essa estimativa se aproximou de US\$ 6,655 milhões em dólares de 2006 e US\$ 9,1 milhões em 2010. O VSL médio para o Reino Unido, Canadá, Suécia, Índia, Nova Zelândia, Coreia do Sul e Tailândia são, respectivamente, \$ 6,7, \$ 8,2, \$ 4,3, \$ 0,3, \$ 2,2, \$ 1,2 e \$ 1,1 milhão de dólares. Para o México e Chile foi estimado entre US\$ 0,3 e US\$ 0,5 milhão de dólares (Yaduma *et al.*, 2013). Alguns países fixaram recentemente o VSL: AU\$ 222.000 por ano (2021) na Austrália, US\$ 0,64 milhão (2018) na Índia, NZ\$ 4,14 milhões (2016) na Nova Zelândia, € 2,4 milhões na Suécia, US\$ 59.000 (2016) na Turquia, US\$ 71.500 (2015) na Rússia.

Outra métrica usada para avaliar custos de saúde é o DALY. O custo por DALY evitado tem sido usado para estimar os limiares de custo-efetividade para intervenções de saúde. As estimativas de um DALY podem variar de acordo com fatores abordados como a expectativa de vida padrão, ponderação da idade, preferência temporal e taxa de desconto, cálculo dos pesos de incapacidade e seleção do método de estimativa. Cada uma dessas abordagens de estimativa reflete diferentes perspectivas sobre a carga da doença usando características únicas, com base nas quais a seleção de uma abordagem adequada pode variar de acordo com o objetivo do estudo. Cada abordagem tem vantagens e desvantagens, e a escolha de um método depende do objetivo do estudo da carga da doença e do uso planejado dos resultados do estudo. Não é objetivo deste estudo aprofundar a discussão de DALY, mas sim usar valores disponíveis na literatura para ter uma ordem de grandeza de custos.

Brent (2011) estimou o preço de um DALY usando um critério de custo-benefício que exige que o preço do DALY exceda a relação custo-efetividade. O preço estimado foi de US\$ 6.300 (em dólares ppp de 2005) para um DALY economizado de qualquer doença. O valor da vida derivado de um DALY geral é de cerca de US\$ 250.000. Daroudi e colaboradores (2021) estimaram o custo por DALY evitado para países com diferentes gastos *per capita* em saúde, Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) e Produto Interno Bruto (PIB) com dados de 2016. A taxa padronizada por idade (ASR DALY por 100.000 habitantes) teve uma correlação linear inversa com o IDH. Países com IDH mais alto tiveram taxas ASR DALY mais baixas. Com base nas estimativas, o custo médio por DALY foi de US\$ 998 (US\$ 109-3.507), US\$ 6.522 (US\$ 997-36.091), US\$ 23.782 (US\$ 4.245-88.997) e US\$ 69.499 (US\$ 21.509-168.720) para países com IDH baixo, médio, alto e muito alto. Em média, o custo por DALY evitado foi de 0,34 vezes o PIB *per capita* em países com baixo IDH, enquanto nos países com IDH médio, alto e muito alto, foi de 0,67, 1,22 e 1,46 vezes o PIB *per capita*, respectivamente. Esse resultado mostra que o custo por DALY evitado em países com IDH alto foi maior do que em países com IDH baixo. Ou seja, custa cerca de US\$ 70.000 evitar um DALY em países com IDH muito alto, enquanto que em países com IDH baixo, cerca de 70 DALYs podem ser evitados com este mesmo custo.

Há poucos estudos sobre limites de base de custo em países de baixa e média renda. Na América Latina, incluindo o Brasil, a maioria dos países ainda não adotou um limiar de custo-efetividade, com exceção de Chile, Colômbia e México (Pinto *et al.*, 2016). Ochalek *et al.*, 2018 usou vários métodos para estimar o valor do DALY para diferentes países. Neste estudo, para fins de comparação, será usado o método em que os valores de DALY foram baseados em estimativas dos efeitos de

mortalidade das mudanças nas despesas. Como essas são as estimativas mais prevalentes disponíveis na literatura, isso significa que, em princípio, o DALY pode ser calculado usando elasticidades de várias fontes, por exemplo, mortalidade por todas as causas estimadas a partir de dados dentro do país. A Tabela 6 mostra esses valores em dólares (para o ano de 2015). Poucos países têm estimativas superiores a $1 \times \text{PIB per capita}$ e nenhum é superior a $3 \times \text{PIB per capita}$, que são estimativas sugeridas pela OMS. Entre aqueles com qualquer estimativa superior a $1 \times \text{PIB per capita}$, todos são países de renda média com mortalidade média ligeiramente menor, sobrevivência e problemas de saúde do que os de baixa e média renda. Usando os DALYs estimados pela OMS para a exposição à poluição do ar doméstico e o valor do DALY evitado estimado por Ochalek *et al.*, 2018, pode-se chegar a um custo por país.

Um estudo realizado em Temuco, Chile, foi feita uma análise da substituição do uso residencial de fogões a lenha para aquecimento por sistemas fotovoltaicos para geração de eletricidade usando baterias de armazenamento (PV + sistemas de armazenamento) (Cansino *et al.*, 2019). Foi calculada a redução do valor monetário do impacto das emissões poluentes, resultantes da combustão da lenha, na saúde e nos acidentes de trânsito. A ferramenta interativa GDB Compare foi usada para calcular o impacto da poluição na saúde, tanto em termos de mortes atribuíveis quanto de anos de vida ajustados por incapacidade. O valor monetário do impacto na saúde foi calculado usando duas abordagens alternativas: o valor da vida estatística e a abordagem do capital humano (Cansino *et al.*, 2019). Seguindo a disposição a pagar (WTP) para um ano de vida estatístico, o total de mortes em 2013 para homens foi de 33,27 por 100.000 habitantes com uma variação de 20,42–43,95 e 26,90 para mulheres (15,54–36,94). O número de habitantes de Temuco considerado para 2013 foi de 265.101. O VSL considerado foi de 2,07 milhões

de USD 2010 por óbito. Cerca de 88% do impacto da poluição por material particulado ambiental na saúde foi atribuído à combustão de lenha. O valor monetário total das mortes para homens foi de 13,7 milhões (USD 2013) e 16,3 milhões (USD 2013) para mulheres. O maior impacto da poluição por material particulado na saúde foi por doença pulmonar obstrutiva crônica no caso dos homens, 2,7 milhões (USD 2013) e doenças isquêmicas do coração para mulheres, 3,3 milhões (USD 2013). Por outro lado, a poluição do ar doméstico por combustíveis fósseis, foi menor, sendo 0,18 milhões (USD 2013) para os homens, devido principalmente a DPOC, e, novamente, doença cardíaca isquêmica para mulheres, 0,38 milhões (USD 2013) (Cansino *et al.*, 2019). O total de DALYs atribuídos a esses fatores de risco em 2013 foi de 11.605,71 por 100.000 habitantes para homens e 7971,75 para mulheres. O PIB per capita considerado foi de 15.790 USD, enquanto a despesa corrente em saúde per capita foi de 1.173 USD e a despesa de capital em saúde per capita foi de 43 USD. O valor monetário total de DALYs para homens foi de 12,3 milhões (USD 2013) e 7 milhões (USD 2013) para mulheres. Em comparação com a abordagem VSL, os resultados obtidos diferiram principalmente no caso do sexo feminino. O maior impacto da poluição ambiental por material particulado na saúde foi de doença isquêmica do coração, 3,3 milhões (USD 2013) para homens e diabetes mellitus para mulheres, 2,1 milhões (USD 2013). Com relação a poluição do ar doméstico por combustíveis fósseis, o maior impacto também foi por doença cardíaca isquêmica no caso de homens 0,2 milhões (USD 2013) e novamente por diabetes mellitus para mulheres 0,2 milhões (USD 2013) (Cansino *et al.*, 2019).

Muitas doenças relacionadas ao consumo de lenha implicam em perdas econômicas, especificamente redução de produtividade (por exemplo, devido a horas de trabalho perdidas) e despesas médicas, que limitam a participação nas atividades domésticas, no mercado de traba-

lho e na frequência escolar, e afetam negativamente o desenvolvimento familiar (Stabridis e van Gameren, 2018). A evidência direta de que a escolha do combustível afeta os resultados do mercado de trabalho é muito mais limitada. Burke e Dundas (2015) estudaram a participação feminina na força de trabalho e a dependência doméstica de lenha em 175 países. Eles observaram que o aumento da participação feminina na força de trabalho está associado a uma redução no uso de lenha: se uma família usa lenha, é necessário tempo para coletar a lenha, uma tarefa que geralmente é realizada por mulheres, reduzindo a possibilidade de sua participação em atividades fora do lar. Se as famílias usam menos lenha, as mulheres têm mais tempo, que pode ser usado para participar do mercado de trabalho. Evidências de que a poluição em si tem um efeito direto no mercado de trabalho são ainda mais escassas, embora Hanna e Oliva (2015) tenham explorado o fechamento de uma refinaria na Cidade do México, relatando uma redução na poluição e um aumento na participação da força de trabalho e horas trabalhadas. Os efeitos estimados do tratamento destacam que a combinação da lenha usada como combustível para cozinhar e os problemas respiratórios que ela causa prejudica a participação das mulheres na força de trabalho e enfraquece sua situação econômica. Isso afeta diretamente seu bem-estar, reduzindo sua renda e aumentando seu risco de empobrecimento (Stabridis e van Gameren, 2018).



5. QUEIMA DE LENHA E A POLUIÇÃO EXTERNA

Nos grandes centros urbanos a poluição do ar externo é principalmente causada pelas emissões da frota veicular. No entanto, ao sul do Chile a maioria das cidades apresentam níveis altos de poluição do ar no ambiente externo devido a queima de lenha para aquecimento no inverno. Nesta região, mais de 80% dos domicílios urbanos usam lenha barata e de baixa qualidade para aquecimento, sendo a queima responsável pela emissão de grande quantidade de $PM_{2.5}$ (Jorquera *et al.*, 2021, Ministerio del Medio Ambiente, 2018; Tolvett, 2015). Os níveis de material particulado, em geral, ultrapassam os limites nacionais e internacionais recomendados. De acordo com o ranking IQAir, em 2021 o Chile ocupou a 40^a. posição, enquanto que o Brasil a 75^a. em relação aos níveis de $PM_{2.5}$ (IQAir, 2022 - <https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>). Além disso, oito das dez cidades mais poluídas da América do Sul estão na região centro-sul do Chile (IQAir, 2021). Por exemplo, a cidade de Coyhaique, com apenas 57.000 habitantes,

apresenta níveis de poluição do ar em torno de $200 \mu\text{g m}^{-3}$ de $\text{PM}_{2.5}$, comparáveis aos de megacidades (Solis *et al.*, 2022; IQAir, 2022). As altas concentrações de $\text{PM}_{2.5}$ e PM_{10} colocam esta cidade como a mais poluída da América Latina no inverno. As concentrações de PM são 10 vezes menores nos meses mais quentes do que nos meses mais frios, por isso é relevante destacar essa condição única da cidade com períodos de ar muito limpo e outros com qualidade do ar muito ruim. O uso da lenha no inverno está claramente associado aos maiores índices de poluição nas cidades mais frias do Chile. Além do fato da lenha ser barata em comparação com outros combustíveis (4 vezes mais barata que outras fontes de energia) há também uma tradição cultural nestes locais (DEE, 2015; Perez-Fargallo *et al.*, 2020; Reyes, 2021). Estes fatores limitam a introdução de alternativas mais eficientes, apesar dos efeitos negativos que a exposição a partículas e fumaça de lenha têm na saúde humana. Os altos níveis de poluição a cada inverno resultam em um aumento do absenteísmo escolar, tanto de alunos de baixa renda, como esperado, quanto de famílias de renda média e alta (Hofflinger e Boso 2021). Modelos não lineares aplicados em várias cidades do centro-sul do Chile mostraram associação entre concentrações elevadas de $\text{PM}_{2.5}$ emitido pela queima da lenha e efeitos nocivos agudos no trato respiratório da população exposta (Torres *et al.*, 2021).



6. QUEIMA DE LENHA E O MEIO AMBIENTE

Um estudo recente realizado no México, buscou identificar fatores relevantes nos padrões de consumo de lenha e suas implicações para a mudança climática, gênero, saúde e pobreza energética (Perez *et al.*, 2022). Para isso, foi realizada uma análise estatística com base em informações oficiais publicadas pelo governo daquele país em 2018 (dados mais recentes). GLP, gás natural e eletricidade constituem o grupo de combustíveis mais utilizados – 72% dos domicílios – com 26% dos domicílios pesquisados relatando uso exclusivo ou misto de lenha e apenas 2% dos domicílios informando uso de carvão vegetal. Os resultados apontam que 31,3 milhões de mexicanos (26% da população total) usam lenha para cozinhar. Foi identificado três tipos principais de usuários: (i) exclusivos de lenha (30%); (ii) mistos, em que a lenha é combustível primário (18%) e (iii) mistos, em que a lenha é combustível secundário (52%). O consumo total de lenha foi estimado em 116,6 PJ (pentajoule). Com relação às emissões de gases de efeito estufa (GEE), foram

estimadas 8,1 milhões de tCO₂e. Dentre os domicílios estudados, 59% foram categorizados como de nível socioeconômico “baixo”; e 75% estavam em centros populacionais com menos de 2.500 habitantes. Cerca de 68% das famílias não pagam pela aquisição de lenha, e para as famílias que pagam pelo recurso, as transações estimadas totalizam US\$ 286,9 milhões. Os gastos com lenha para energia representam até 10% da renda familiar. Por fim, foi estimado que 15,7 milhões de usuários diretos de lenha são mulheres que utilizam o fogão rudimentar se expondo a riscos à saúde (Perez *et al.*, 2022). Quando a lenha é consumida de forma não sustentável, além das consequências dos GEE, também pode impactar na cobertura da terra, desmatamento e degradação do solo. Portanto, é de extrema importância identificar o fator de não renovabilidade específico para cada região climática para poder determinar a extensão da extração de lenha não renovável (Perez *et al.*, 2022).

Em uma comunidade indígena no México, foram avaliados os desempenhos energéticos e de emissão da queima de briquetes obtidos a partir de resíduos de madeira de *Pinus spp.*. Como em outros locais, a maioria dos usuários combina o uso de lenha e GLP para cozinhar e aquecer água e 65% das pessoas usam lenha diariamente. O desempenho dos briquetes foi avaliado utilizando-se um gaseificador de tiragem forçada com 10 KW de potência operacional, e a lenha foi utilizada em fogões rudimentares para comparação. A utilização de resíduos de madeira é uma opção energética para comunidades rurais e contribui para a redução do consumo de lenha e mitigação de gases de efeito estufa. A gaseificação de briquetes para aquecer água reduziu em 74% as emissões de GEE, aumentou a eficiência térmica em 30% e reduziu as emissões poluentes de CO, CH₄ e PM_{2.5}, NMHC, EC e OC entre 50% a 75% em comparação com o fogão rudimentar. O uso de briquetes no fogão melhorado (*Patsari*) apresentou economia de energia de 12% e redução

de 36% de CO_{2e} em relação ao fogão rudimentar. O uso de briquetes pode reduzir o consumo de lenha em 318 t/ano. É possível produzir briquetes a um custo semelhante ou mais barato que a lenha e gerar um mercado local (economia circular) com benefícios locais (Morales-Máximo *et al.* 2022).

A lenha é a fonte básica de combustível nas áreas rurais da Bolívia. Um estudo foi realizado em uma aldeia andina de agricultores de subsistência para investigar o impacto humano sobre as espécies de lenha silvestre. Um total de 114 espécies diferentes de plantas para combustível foi inventariado. Para avaliar o impacto da colheita, foi desenvolvido o índice de valor de impacto de extração (EIV). Os resultados sugerem que várias espécies de plantas (sub) lenhosas são afetadas negativamente pela colheita de lenha e a pressão antropogênica pode acarretar maior pressão sobre as espécies mais abundantes e/ou acessíveis (Thomas *et al.*, 2011).

Em 2013 (últimos dados disponíveis), o consumo total de lenha no Chile foi de 56.219,5 teracalorias (Tcal), das quais 62,6% corresponderam setor residencial. Para atender a essa demanda foram necessárias 10.074,1 toneladas de lenha, causando estresse ambiental na área florestal chilena, atuando contra um modelo sustentável para atender a um confortável padrão de vida no setor residencial. Esta área representa 22,9% da área total do país (17,3 milhões de hectares) e atua como um grande sumidouro de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para a sustentabilidade (Cansino *et al.*, 2019).



7. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Para acelerar a transição para energia doméstica limpa, é fundamental entender quais políticas funcionam, como funcionam e em que circunstâncias funcionam. O acesso à cocção limpa traz benefícios econômicos, ambientais e de saúde, além da redução da pobreza (Pachauri *et al.*, 2018). No entanto, persistem várias barreiras à esta transição. Vários programas levaram à disseminação de fogões a lenha melhorados tanto na América Central quanto globalmente (Pachauri *et al.*, 2018). Porém, muitas barreiras têm sido observadas tais como a necessidade de conscientização, acessibilidade e disponibilidade de melhores alternativas para cozinhar, a falta de capital tanto para consumidores quanto para produtores/distribuidores, hábitos etc. Para superar as barreiras à adoção de fogões mais limpos é necessário a implementação de estratégias apropriadas de financiamento ao consumidor. Como a lenha é coletada sem custo, há pouco incentivo financeiro para as famílias comprarem outro tipo de fogão. Os descontos ou subsídios

também precisam ser complementados com programas de informação e educação destinados a induzir a mudança de comportamento e incentivar a adoção a longo prazo e o uso sustentado de fogões mais limpos. Além disso, as preferências sociais e culturais também devem ser consideradas (Pachauri *et al.*, 2018).

Houve avanços nos esforços para promover a transição energética para o uso de diversas opções de combustíveis, tanto para a melhoria da qualidade de vida quanto para a redução dos impactos ambientais. Desde os anos 90, modelos visando a transição energética em áreas menos favorecidas de países em desenvolvimento têm sido propostos; por exemplo, o conhecido modelo “*Energy Ladder*” (Barnes e Floor, 1996). Este modelo assume que existe uma mudança linear nas escolhas dos agregados familiares, que abandonam os combustíveis menos eficientes e, de preço mais baixo, para adquirir combustíveis mais eficientes, como o GLP e a eletricidade. Alguns trabalhos têm apontado limitações do modelo para analisar as relações dinâmicas encontradas em comunidades rurais de países em desenvolvimento (Van der Kroon, *et al.*, 2013). Há estudos que sugerem que não foi observada nenhuma relação entre tipo de combustível e renda (Arnold *et al.*, 2006). Mais ainda, outros trabalhos mostraram que a lenha pode ser um recurso energético relevante para famílias rurais e urbanas, independentemente do nível de renda (Hiemstra-van der Horst e Hovorka, 2008; Schueftan *et al.*, 2016), e que a escolha do combustível depende da disponibilidade e acessibilidade do recurso. Por outro lado, Link *et al.*, (2012) e Cardoso *et al.*, (2013) constataram que a substituição de combustíveis é favorecida em áreas rurais ou semirurais onde se desenvolveram oportunidades de emprego, comércio, bancos, escolas, pontos de ônibus, subsídios e serviços de saúde, mostrando a relevância do contexto social além da economia. Por exemplo, melhores estradas e transporte permitem o acesso ao GLP, au-

mentando as oportunidades de uso de outras fontes de energia do que lenha. No caso do Chile, Mundaca (2013) demonstrou que o aumento acentuado no uso de energia total estava correlacionado com a afluência (medida como PIB per capita), e não com o aumento do PIB total ou da população. Portanto, modelos considerando uma diversidade de fatores que afetam a transição energética têm sido propostos assumindo que o processo não é linear. Para melhorar o modelo *Energy Ladder*, o modelo “*Multiple Fuel*” foi proposto (Masera *et al.*, 2000). Esse modelo considera o uso de lenha em diferentes projetos de fogões, combinado com esterco, GLP e eletricidade. O *Multiple Fuel* assume que a transição do combustível não é linear e que as famílias não trocam necessariamente um combustível tradicional por um moderno; mas, em vez disso, adotam estratégias para usar múltiplos combustíveis adquirindo novos recursos e tecnologias. É interessante notar que essa transição de combustível não necessariamente leva a economia de energia, mas que as famílias incorporam todos os combustíveis disponíveis, sejam eles tradicionais ou não.

A transição de fogões tradicionais para melhorados tem vantagens, como geradora de renda rural e empoderamento das mulheres (Rosenthal *et al.*, 2018). Dependendo da substituição da tecnologia (ou seja, do fogão a lenha tradicional para fogão a lenha melhorado, de lenha para GLP, ou diretamente para um fogão elétrico, ou de GLP para eletricidade), o tempo de cozimento pode ser reduzido e com isso pode ser gasto de diferentes maneiras, incluindo inserção no mercado de trabalho e renda complementar.

Importante salientar que os benefícios dos fogões a lenha melhorados dependem de sua adoção e uso sustentado. Poucos estudos documentaram se, e como, eles são usados mais de cinco anos após a sua introdução. Um estudo de coorte prospectivo em Michoacan, México

foi realizado com jovens mulheres rurais por 9 anos para entender como foi o uso desse tipo de fogão. Os participantes receberam um fogão melhorado modelo *Patsari* durante um teste comunitário em 2005 e 2006. O *Patsari* tem uma vida útil média de 4 anos. Foi observado que após esse período mais da metade dos fogões não estava mais em uso. Com isso, o uso de fogões rudimentares aumentou, principalmente entre as comunidades indígenas. O *Patsari* tem um período útil após o qual precisa de manutenção, reparo ou substituição. Infelizmente, muitos programas não oferecem um acompanhamento. As estratégias de energia doméstica devem garantir o acesso equitativo a opções de energia limpa adaptadas às necessidades e preferências locais com tecnologia culturalmente apropriada implementada em uma perspectiva sustentável (Schilmann *et al.*, 2019). Estratégias abrangentes adaptadas ao contexto sociocultural das comunidades são necessárias para implementar programas de energia limpa que alcancem a adoção e uso sustentado de fogões melhorados ou GLP (Estévez-García *et al.*, 2020).

Em 2011, uma iniciativa do governo forneceu fogões e cilindros de GLP para quase 1.000 famílias rurais em Chiapas, México (Trancoso *et al.*, 2019). Em 2017, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) realizou uma avaliação das práticas culinárias dos beneficiários desses fogões. Embora quase 100% das famílias continuem a utilizar lenha para cozinhar, 58% dos seus alimentos são preparados com GPL. Das famílias que dependiam exclusivamente de lenha antes de 2011, 32% passaram a usar GPL. Os usuários, quase exclusivamente mulheres, reconhecem as vantagens de cozinhar com GPL e os problemas de saúde associados ao uso de lenha. Como em outros países, a principal barreira ao uso de GPL é o seu alto custo (Trancoso *et al.*, 2019).

O uso doméstico de combustíveis sólidos tem sido descrito como um indicador de pobreza energética e geralmente está inserido em um

contexto socioeconômico mais amplo de pobreza nas áreas rurais dos países em desenvolvimento. Assim, os impactos sociais, ambientais e de saúde devem ser considerados em uma estrutura abrangente e podem se beneficiar amplamente de pesquisas transdisciplinares e participativas envolvendo a comunidade e fomentando o engajamento das mulheres (Schilmann *et al.*, 2015). No Peru o efeito positivo do uso de fontes alternativas de energia limpa e a melhoria de fogões e intervenções comportamentais na saúde materno-infantil já foi observado, diminuindo a proporção de doenças respiratórias agudas em crianças menores de 5 anos de idade. Nesse sentido, a Lei 29.852, criada em 2012, instituiu o Fundo Social de Inclusão Energética (FISE) com o objetivo de prover a infraestrutura necessária à segurança do sistema energético e garantir o acesso universal à energia. Da mesma forma, esta lei buscou promover o acesso ao GLP através da criação do “Programa de compensación social y promoción para el acceso al GLP”, e implementar a cozinha moderna nas casas, para que até 2030 todas as famílias peruanas possam cozinhar com combustíveis limpos, conforme ODS da Agenda 2030. Neste país também foi estabelecida uma diretriz sanitária para a vigilância epidemiológica das doenças respiratórias que é aplicada de forma obrigatória em todos os estabelecimentos de saúde em todo o país. Por esse motivo, é importante gerenciar fatores ambientais, como o uso de lenha, pois o uso deste combustível pode aumentar a prevalência de doenças respiratórias (Chavez- Zacarias *et al.*, 2022).

Diminuições nas concentrações de PM ao longo do tempo são atribuídas ao fato de que as cidades desenvolveram programas governamentais para reduzir o impacto da poluição na saúde, que são baseados na política nacional (Solis *et al.* 2022). A estratégia do Ministério do Meio Ambiente do Chile para melhorar a qualidade do ar reduzindo as emissões da queima de lenha se baseia em quatro pilares: i) reduzir as emis-

sões com a substituição de aquecedores mais eficientes, ii) melhorar a qualidade da lenha, reduzir seu teor de umidade e promover o uso de outros combustíveis, iii) melhorar o isolamento térmico das residências e iv) conscientizar e educar as comunidades sobre os impactos na saúde da poluição do ar (Naeher *et al.*, 2007; Sarigiannis *et al.*, 2015). Outras medidas nesse sentido incluem um sistema de rotulagem para diferenciar no mercado a lenha comercializada de forma legal e sustentável e programas de certificação (Vásquez Lavin *et al.*, 2020; Schueftan *et al.*, 2016). A cidade de Coyhaique adotou essas medidas. Além disso, como parte do Plano de Descontaminação Atmosférica, um plano de gerenciamento de episódios críticos foi implementado entre 1º de abril e 30 de setembro de cada ano, com o objetivo de evitar a exposição da população a altos níveis de poluição do ar durante os meses de outono e inverno (Solis *et al.*, 2022). Devido ao recurso solar de médio a alto na maior parte do Chile, redes solares térmicas com armazenamento sazonal estão sendo consideradas como alternativas à lenha (Maximov *et al.*, 2021). As redes solares térmicas são competitivas em termos de custos quando comparadas com as alternativas convencionais. A inclusão de armazenamento térmico sazonal pode melhorar o desempenho do sistema, diminuindo as emissões em cerca de 90% e aumentando o custo nivelado de energia em menos de 20% em comparação com uma rede convencional a gás ou elétrica (Maximov *et al.*, 2021).

Nas regiões rurais frias da Argentina, assim como nas regiões frias do Chile, a pobreza energética e a falta de isolamento térmico nos domicílios resultam em maior consumo de energia e no uso da lenha. Na Argentina, a lenha é usada para cozinhar e aquecer e é o principal combustível residencial nas áreas rurais. No entanto, o consumo não é tão alto quanto em outros países como Chile, México, países asiáticos ou África. Nas áreas urbanas, cerca de 60% dos domicílios fazem uso

de gás natural, cujo preço final é subsidiado na região de clima frio da Patagônia (Cardoso e Gonzalez, 2019). O isolamento térmico é uma característica importante para reduzir o consumo de energia e/ou de lenha. Para fins comparativos, os domicílios em cidades de climas muito frios como Estocolmo e Calgary consomem cerca de 3 vezes menos energia que as da Argentina e do Chile. Portanto, o clima não determina sozinho o consumo de combustível; quanto melhor a qualidade térmica, menor a dependência do conforto interior das condições exteriores (Cardoso e Gonzalez 2019). Em 2014, o governo da Província de Río Negro iniciou um programa para fornecer GLP totalmente subsidiado a setores rurais do noroeste da Patagônia e os meios para instalar tanques de armazenamento de gás e dispositivos de gás nas casas. Foram observadas melhorias na qualidade de vida após o fornecimento de GLP: as pessoas não precisavam dedicar esforços e tempo para coletar lenha; o aquecedor a gás não emite fumaça e material particulado dentro da casa; e o fornecimento de GLP era totalmente subsidiado. No entanto, os benefícios poderiam ser maiores se fossem implementadas medidas de eficiência energética. O consumo elevado de GLP resultou em custos altos ao governo e ao uso excessivo de combustíveis fósseis, que poderiam ser significativamente reduzidos com a melhoria da qualidade térmica da edificação (Cardoso e Gonzalez 2019).

As nações centro-americanas, Guatemala, Honduras e Nicarágua, estão entre as mais pobres das Américas. Nesses países a dependência de combustíveis sólidos usados para cocção em áreas rurais são semelhantes a partes rurais da Ásia da África. Entre 1990 e 2015, a fração da população dependente de combustíveis sólidos nesses três países diminuiu de 68% para 57%. No entanto, no mesmo período, o número total de pessoas dependentes de combustíveis sólidos aumentou de 12,2 milhões para 13,2 milhões. Isso ocorreu porque o crescimento populacional

na região ultrapassou a transição da lenha (Pachauri *et al.*, 2018). Para esta região, a lenha representa entre 40-60% do consumo final nacional de energia. O uso de GLP está concentrado nas cidades, devido aos custos de transporte e pouca distribuição nas áreas rurais, que restringem a adoção mais ampla desse combustível nessas regiões (Pachauri *et al.*, 2018). Além do custo e disponibilidade, há uma resistência à mudança para o GLP também motivada por preferências pessoais, por exemplo, o GLP é considerado inadequado para fazer “*tortillas*” (Wang *et al.*, 2013). A Guatemala e a Nicarágua desregulamentaram todos os preços dos combustíveis derivados do petróleo. A Guatemala impõe um imposto sobre o GLP, enquanto a Nicarágua não tributa nem subsidia o GLP. Honduras regula os preços de atacado e varejo de derivados de petróleo no país com base em critérios de paridade de importação e tem um pequeno subsídio ao GLP (WB-ESMAP 2010). Nesses países também há uma preocupação na adoção de cozinhas limpas para atingir a meta 7.1 dos ODS até 2030. O International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria, avaliou os padrões atuais de uso de energia para cozinhar nessas nações e aplicou um modelo de escolhas para simular caminhos futuros de adoção de combustíveis limpos (Pachauri *et al.*, 2018). Os indicadores básicos desse estudo estão apresentados na Tabela 7 do Anexo. Com base nesse levantamento foi observado que até 2030 um aumento de renda, e com isso, 90% da população desses países poderão fazer uso de serviços modernos de energia para cozinhar. No entanto, sem políticas de apoio, entre 40% e 50% dos guatemaltecos e hondurenhos rurais, e mais dois terços dos nicaraguenses rurais, não terão acesso a combustíveis/fogões com tecnologias modernas. O estudo mostrou que um subsídio direcionado a combustíveis modernos, como GLP, é o mecanismo de política mais eficaz para fornecer esse apoio. Uma política de subsídio de 50% ao GLP direcionada à população pobre rural e urbana poderia, até 2030, tornar a cocção com GLP acessível a mais 7,3 milhões

de pessoas nesses países, custaria cerca de US\$ 250 milhões por ano e teria impactos nas emissões de GEE. Essa política também pode trazer benefícios significativos para a saúde, prevenindo cerca de 8.890 mortes prematuras anualmente devido à redução da exposição à poluição doméstica (Pachauri *et al.*, 2018).

No Equador, um grande subsídio ao GLP estava em vigor há décadas, permitindo que os consumidores pagassem bem abaixo da taxa de mercado pelo GLP, porém sobrecarregava o orçamento nacional. Quando o governo tentou reduzir a carga orçamentária trocando fogões a GLP por fogões elétricos de indução usando condições de crédito favoráveis e eletricidade subsidiada, a captação foi muito menor do que o esperado porque as pessoas não queriam desistir do GLP subsidiado, apesar da oferta de eletricidade gratuita (Gould *et al.*, 2018).

Em agosto de 2015, o Departamento de Saúde Ambiental do Ministério da Saúde (DIGESA) do Paraguai organizou um workshop internacional em Assunção para desenvolver um Plano de Ação para a Qualidade do Ar Interior, com o objetivo de visualizar os problemas associados ao uso de combustíveis sólidos para cocção. Uma possível estratégia para mudar a situação seria fornecer um subsídio direcionado à eletricidade, como parte de um programa de alívio da pobreza, juntamente com a promoção de fogões de indução com eficiência térmica de 95% (Troncoso *et al.*, 2018).

A Organização Pan-Americana da Saúde (do inglês, *Pan American Health Organization, PAHO*) fez um levantamento referente ao uso de lenha e mecanismos de transição que foi publicado em 2016 (Tabela 8, Anexo) e não mais atualizado. A seguir são descritos os principais pontos desse mecanismo.

Bolívia

A Campanha Nacional “Fogões para uma vida melhor; 100.000 lares sem fumaça na Bolívia” (março de 2007) teve como objetivo informar autoridades, líderes de opinião, mídia e público em geral sobre os efeitos danosos da Poluição do Ar Doméstico (PAA) por fogões tradicionais. Fogões melhorados (ecoeficientes) do tipo *Malena* foram distribuídos para famílias e instituições sociais (escolas e internatos) em comunidades rurais. Os fogões são equipados com chaminés, o que ajuda a reduzir a exposição aos fumaça e gases tóxicos produzidos durante a cocção. Além disso, o projeto apoiava a divulgação de fogões solares e a introdução de outros produtos (fogões metálicos portáteis, fogões com forno, etc).

Entre 2001 e 2011, os usuários de GLP passaram de 58% para 72%, onde 130.000 famílias se beneficiaram do programa do governo. Este programa estava baseado no subsídio ao combustível (o preço do GLP permaneceu o mesmo desde 2005 e corresponde a cerca de 25% do seu preço internacional), que contribuiu para a penetração do GLP no mercado de combustível para cocção entre populações de baixa renda urbanas e semiurbanas.

Colômbia

Neste país há um programa nacional para tecnologia mais limpas para cocção publicados como Lei 1715 de 2012: “Promover o uso e desenvolvimento de fontes de energia não convencionais, principalmente energias renováveis no sistema energético nacional”. O Ministério do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Colômbia foi responsável pela distribuição de cerca de 25.000 fogões a lenha ecoeficientes construídos *in loco*.

Em 2014, o governo criou um programa nacional para a distribuição de fogões ecoeficientes a lenha em zonas rurais e periurbanas, orientando para o uso sustentável e racional da lenha.

Em 2022, o Ministério do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Colômbia, visando mitigar as mudanças climáticas, traçou uma meta ousada onde planeja substituir os tradicionais fogões a lenha em residências rurais por um milhão de fogões eficientes, beneficiando 4 milhões de colombianos até 2030 (<https://www.minambiente.gov.co>). Esses fogões consomem menos lenha e produzem menos fumaça, o que representaria uma redução de 2,29 milhões de toneladas acumuladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Além disso, trará benefícios ambientais associados à prevenção da degradação florestal, qualidade do ar e saúde, melhorando a qualidade de vida. Os custos de saúde evitados são estimados em cerca de 600 bilhões de pesos colombianos (~140.000 USD), sem incluir os custos de tratamento médico associado a patologias derivadas da inalação de fumaça.

Em novembro de 2022, o Ministério de Minas e Energia, através do Fundo para Energias Não Convencionais e Gestão Eficiente de Energia (FENOGE), aprovou um fundo de US\$ 81 bilhões para três programas, sendo um deles a substituição, em cerca de 12 meses a partir do início das atividades, em fevereiro de 2023, de 2.000 fogões a lenha convencionais por fogões a lenha ecoeficientes para mitigar os problemas de saúde dos colombianos. Com o programa é esperado uma redução de cerca de 274 toneladas de lenha por ano redução nos custos de saúde calculado em aproximadamente US\$ 4,3 milhões o ano.

El Salvador

Os Ministérios do Meio Ambiente, Energia e Educação estiveram envolvidos na distribuição de fogões em El Salvador, assim como as organizações não governamentais Stove Team, Inversiones Falcon e Turbocina, e a Universidade Centro-Americana José Simón Cañas. Vários programas de fogões ecoeficientes foram desenvolvidos em El Salvador, que é o país mais inovador da região. O *Ecocina* é um fogão de cimento

portátil sem chaminé, que economiza cerca de 50% de lenha e reduz em 70% a poluição do ar, em comparação com os fogões tradicionais. Cerca de 20.000 unidades foram distribuídas desde 2006. Dois novos modelos especialmente projetados para *tortilhas* economizam sete vezes o valor que pagam em GLP, considerando que com as novas regras não há subsídio no GLP para negócios. O fogão turbo reduz aproximadamente 90% do uso de lenha. A TECSA planeja usar o financiamento de carbono para ampliar o projeto para alcançar 3.500 escolas e um total de 120.000 famílias. A mitigação anual máxima de carbono pode alcançar foi estimada em 580.000 toneladas de CO₂/ano.

Em 2022, a AES El Salvador, a Associação ESCENICA de El Salvador, doará 17 “Cozinhas Ecológicas” que reduzirão substancialmente o consumo de lenha e, conseqüentemente, afetarão a economia e a saúde dos beneficiários (<https://www.aes-elsalvador.com/es/aes-instala-energia-solar-y-red-electrica-en-comunidades-rurales-de-morazan>)

Guatemala

A Guatemala tem a tradição mais antiga com fogões melhorados na América Central. O fogão *Lorena* foi desenvolvido em meados dos anos 70. Historicamente, as preferências de fogões favoreceram fogões construídos *in situ* com *plancha* e chaminé. O modelo de fogão *Noya* economiza 60% de lenha em comparação com os tradicionais.

O Ministério de Energia e Minas elaborou uma Política Energética 2013-2027. Um dos cinco objetivos específicos da política é reduzir o uso de lenha no país, com metas quantitativas, entre elas:

Instalar 100.000 cozinhas e informar o público sobre o uso sustentável da lenha.

Substituir a lenha por outras fontes de energia em 25% dos lares.

Em 2013, entre 60 e 70% das famílias cozinhavam com lenha e em fogões sem chaminé e entre 5 e 20% das famílias extremamente pobres que cozinhavam no mesmo local onde dormiam (Estrategia nacional para el uso sostenible de leña, 2013).

No programa de política energética (2019-2050) um dos objetivos prevê o uso de fogões com baixo consumo de lenha ou a substituição. Do total de energia final consumida em 2017, a fonte energética com maior consumo foi a lenha com 55,96%, seguida dos derivados de petróleo (<https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/01/Pol%C3%ADtica-Energ%C3%A9tica-2019-2050- P%C3%A1gina-MEM.pdf>).

Guiana

As áreas do sertão abrigam cerca de 200 comunidades ameríndias que representam cerca de 9,3% da população do país. A maioria dos moradores utiliza a lenha como combustível para cozinhar e, em alguns casos, para iluminação. Velas e lâmpadas a querosene também são fontes de luz comuns. Em 2013, 507 fogões com energia solar, construção e demonstração de 15 fogões a lenha energeticamente eficientes e instalação de 2 biodigestores foram instalados em 7 comunidades. Em 2015, 50 fogões ecoeficientes foram distribuídos para cinco comunidades e 4 fogões a lenha institucionais com eficiência energética para escolas e residências.

Haiti

Não existe um programa nacional para fogões ecoeficientes.

Pelo menos 30% da renda é destinada à compra de carvão na capital e 50% no resto do país. O custo do GLP é menor do que o do carvão. No entanto, ainda são necessários subsídios para superar as barreiras de custo inicial para a compra de fogões e cilindros de GLP e para garantir a disponibilidade de abastecimento de forma sustentável. O

Haiti não possui legislação ou regras que regem o setor de GLP. Com a introdução de cilindros de GLP menores, a penetração de GLP cresceu exponencialmente.

Honduras

Em Honduras, os fogões ecoeficientes têm uma tradição estabelecida. Como resultado de uma campanha de saúde realizada pelo Ministério da Saúde na década de 80, muitos hondurenhos têm fogões com chaminé; há também uma clara preferência por fogões com placa contínua para que as panelas não fiquem em contato direto com o fogo. Os fogões modelo *justa* conseguem 48% de economia no uso de lenha, 73% de redução de $PM_{2.5}$ e 87% de redução nas concentrações de CO em relação aos fogões tradicionais. Esse modelo é o preferido dos hondurenhos.

A Pesquisa Nacional de Lenha mostrou que apenas 33,7% dos domicílios hondurenhos entrevistados na área urbana utilizam a lenha como fonte de energia para cozinhar, porém na área rural o uso da lenha continua predominando, próximo a 59,2% dos domicílios e 21,8% combinam o uso de lenha com outras fontes de energia (CEPAL, 2011). A combinação mais citada foi: lenha - eletricidade seguida de lenha - gás. O consumo de lenha per capita em média é de $5,2 \pm 0,2$ kg/dia.

Jamaica

Atualmente, não existe um plano nacional para abordar o uso de combustíveis sólidos para cozinhar. O GLP substituiu a lenha como combustível doméstico primário em 84% dos lares jamaicanos. A política do Governo continua a fornecer uma tarifa vitalícia, que beneficia os consumidores mensais de menos de 100 kWh por mês. Este subsídio cruzado é fornecido pelos consumidores que utilizam mais de 101 kWh por mês.

México

Em torno de 31% dos usuários usam combustíveis mistos (lenha e GLP) e 69% único (Ghilardi *et al.*, 2009). Um total de 561.926 de fogões melhorados foram distribuídos pelo governo entre 2007 e 2012, sendo dada prioridade aos 500 municípios mais pobres do país. Pesquisa recente mostra que entre todos os usuários de lenha, o fogão rudimentar é o dispositivo para cozinhar e aquecer alimentos usado pela grande maioria, sendo o fogão melhorado a escolha de uma pequena minoria (Perez *et al.*, 2022).

Nicarágua

Um projeto nacional de troca de fogões rudimentares por ecoeficientes teve início em 2001, com objetivo de substituir 50 a 70 mil unidades por ano. O *ecofogón* economiza 50% de lenha. Os modelos ecoeficientes apresentaram uma redução nos níveis de PM_{2,5} e CO.

Panamá

Não existe um programa nacional para fogões ecoeficientes. A organização não governamental Proverde distribuiu 230 fogões *justa* em 2011. Por outro lado, há subsídios para tanques de GLP de 25 libras desde 1992. O valor dos gastos em subsídios ao GLP chegou a US\$ 82 milhões em 2010. O aumento do subsídio ao GLP segue a tendência dos preços do petróleo. A entrada do consumidor é suficiente para cobrir a margem paga aos distribuidores, agentes e lojas. Como o Panamá importa gás, o restante vai para pagar o gás, cujo custo varia de acordo com as oscilações dos preços internacionais do petróleo. Apesar do subsídio ao GLP a falta de acesso torna mais da metade dos mais pobres excluídos do benefício. A proporção de domicílios que usam GLP como combustível para cozinhar é substancialmente menor nos segmentos mais pobres da população. Apenas 26% das famílias usam GLP em condições de pobreza extrema, em comparação com quase 80% das

famílias moderadamente pobres e 93% das não pobres. Domicílios que não são contemplados pelos subsídios de gás, usam lenha como principal combustível para cozinhar.

Peru

Desde 2009, a poluição do ar nos domicílios no Peru tem chamado a atenção de instituições públicas e privadas. Como forma de minimizar os níveis de poluentes no ambiente domiciliar, foram distribuídos fogões ecoeficientes entre 2009 e 2012.

Em 2014, o governo estabeleceu a meta de distribuir 1 milhão de fogões a GLP em 5 anos. O Plano de Acesso Universal à Energia (2012-2022) prevê a implantação de fogões melhorados em áreas onde não há mercado para GLP ou gás natural. Em 2014, foram distribuídos 60.000 fogões a lenha com chaminé e 491.817 fogões a GLP e vales de em torno de 9 dólares para compra de GLP. Foram distribuídos 60.000 fogões a lenha até 2015. Os custos iniciais também provaram ser uma barreira para uma maior absorção de GLP pelas famílias, mesmo com um *voucher* para reduzir o custo, sob o programa Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) do Peru (Williams *et al.*, 2020). Barreiras estruturais e institucionais também foram observadas, dificultando o acesso dos usuários a combustíveis e tecnologias mais limpas.

CONCLUSÕES

Este estudo teve por finalidade realizar um levantamento bibliográfico, usando bases de dados científicos e revistas revisadas pelos pares, sobre o impacto do uso da lenha na cocção em países da América Latina e Caribe, com exceção do Brasil, em um período recente (2016-2022). Não foram encontrados estudos para as ilhas caribenhas, além de Belize, El Salvador, Guianas, Suriname e Uruguai. Isso se deve ao fato de usarem apenas combustíveis e tecnologias limpas, tanto na zona rural quanto urbana. Os países com maior número de pesquisas foram Peru, México, Guatemala e Chile.

De acordo com o Global Health Observatory (GHO) e World Health Organization (WHO) (2020), o país que tem menor percentual de dependência primária de combustíveis e tecnologias modernos é o Haiti (9,1% rural e 22,8% urbano), seguido de Guatemala (40,4% rural e 92,4% urbana), Nicarágua (39,0% rural e 96,5% urbana) e Honduras (56,9% rural e 90,7% urbana). Esses percentuais representam cerca de 58 milhões de pessoas que ainda fazem uso da lenha na ALC, exceto Brasil, sendo 41 milhões na zona rural. O México é o país com maior população com dependência primária de lenha (10,42 milhões na área rural e 8,75 milhões na área urbana), seguido por Guatemala (7,21 milhões na área rural e 2 milhões na área urbana), Peru (4,14 milhões na área rural e 0,86 milhões na área urbana), Haiti (3,83 milhões na área rural e 0,68 milhões na área urbana) e Honduras (3,26 milhões na área rural e 1,67 milhões na área urbana).

As consequências da queima da lenha são muitas, principalmente, quando realizada em fogões rudimentares (três pedras). Como a queima ocorre de forma incompleta, resulta na emissão níveis elevados de monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), hidrocarbonetos não metanos

(NMHCS), óxido nitroso (N₂O), óxido de nitrogênio (NO_x), material particulado (PM), carbono negro (BC), carbono orgânico (OC) entre outros. Esses poluentes afetam a saúde, o clima e o meio ambiente como um todo. Estudos realizados em vários países da ALC avaliaram os níveis de partículas, CO e BC tanto no ar ambiente quanto a exposição pessoal. Os resultados mostraram um alto nível de partículas na queima, principalmente, em fogões rudimentares. Os níveis foram reduzidos com o uso de fogões melhorados, mas não atingiram as diretrizes recomendadas pela OMS. Os resultados indicaram de forma moderada a forte a associação entre a queima de lenha e diferentes problemas de saúde, classificados como doenças não transmissíveis. Dentre os problemas de saúde encontrados nestes estudos estão aumento do risco de morbidade perinatal, pneumonia em crianças menores de 18 meses, infecções respiratórias agudas (IRA) em crianças menores de 5 anos, mortalidade respiratória e hospitalização, DPOC, estado pré-diabético/diabético síndrome metabólica, disfunção vascular entre outras. O uso de lenha também foi associado a uma piora na função cognitiva, independente das características demográficas e socioeconômicas dos diferentes países estudados. A dependência desse combustível pode acarretar em um aumento de demência na população. Outros problemas de saúde também foram relatados como deficiência nutricional, irritação e infecções nos olhos, baixo peso dos bebês etc.

As doenças são as principais responsáveis pelo impacto na qualidade de vida, uma vez que o indivíduo tem suas funções normais reduzidas. O impacto da HAP envolve principalmente a saúde de mulheres e crianças, pois as mesmas permanecem mais tempo na cozinha. Muitas doenças relacionadas ao consumo de lenha implicam em perdas econômicas, especificamente redução de produtividade (por exemplo, devido a horas de trabalho perdidas) e despesas médicas, que limitam a participa-

ção nas atividades domésticas, no mercado de trabalho e na frequência escolar, e afetam negativamente o desenvolvimento familiar.

As consequências econômicas da carga de saúde atribuível à HAP são substanciais. A perda global anual de bem-estar estimada em 2013 foi de cerca de US\$ 1,5 trilhão de dólares.

Para avaliar os danos à saúde uma das métricas usadas é o DALY. A estimativa da carga de doença baseada em DALY é importante porque considera simultaneamente o estado de saúde reduzido devido à incapacidade antes da morte e o declínio na expectativa de vida devido à morte. As doenças usadas para estimar o DALY relacionado com HAP são o câncer de pulmão, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), derrame, doença isquêmica do coração e infecções das vias respiratórias inferiores. Um DALY pode ser considerado como um ano de vida “saudável” perdido. O valor monetário das mortes atribuíveis ou DALYs causados revela informações úteis para um melhor desenho de políticas de mitigação e saúde em termos de alocação de recursos. De acordo com os últimos dados publicados pela OMS (2019), o DALY total atribuído à poluição do ar doméstica resultante de combustíveis sólidos para cozinhar na ALC, exceto Brasil, foi em torno de 1,7 milhão de anos de vida ajustados por incapacidade. O país que apresentou maior índice foi o México (453.758), seguido por Haiti (419.541), Guatemala (196.686), Peru (112.147), Honduras (99.622) e Colômbia (91.872). Outro parâmetro é relativo as mortes associadas à queima de combustíveis sólidos. Os países mais afetados pela HAP são também México, Haiti, Guatemala, Peru, Colômbia e Honduras.

Para valorar os custos com saúde o conceito de “limiar” de custo-efetividade foi proposto na década de 1970. O cálculo é feito pela razão entre um custo monetário e uma medida de ganho em saúde. O limiar de custo-efetividade mais usado é o da OMS (2001) que considera o PIB

per capita do país e a estimativa do valor econômico de um ano de vida saudável. O limiar sugere que intervenções que evitem 1 DALY por menos de 1 PIB *per capita* do país são consideradas muito custo-efetivas; as que custam até 3 PIB *per capita* ainda são consideradas custo-efetivas; e aquelas que excedem esse valor não são consideradas custo-efetivas. No entanto, há bastante controvérsia na aplicação desses valores. Outros modelos têm sido desenvolvidos e aplicados para calcular o valor do DALY evitado. Ochalek e colaboradores (2018) calcularam o custo por DALY evitado para doenças em geral para vários países, incluindo muitos da ALC. Esse custo variou muito de país para país. Por exemplo, para o Haiti o custo foi de US\$ 190 (23% do PIB *per capita*) enquanto que para a Costa Rica foi de US\$ 18.262 (169% do PIB *per capita*). O custo total de DALYs evitados na ALC pode chegar a US\$ 5 bilhões. O valor estatístico de uma vida (VSL) foi estimado para alguns países da ALC, variando de US\$ 360 (Peru) a US\$ 1.200 (Argentina). Países desenvolvidos apresentam VSL maiores (US\$ 2.000- 4.700).

Esforços e ações têm sido feitos para promover programas de cozinha limpa nos países da América Latina e do Caribe para reduzir os custos com saúde e aumentar o bem estar da população. De um modo geral, os países estão buscando cumprir as metas da Agenda 2030 e isso passa pela diminuição da pobreza energética. De acordo com os estudos, alguns programas já foram aplicados principalmente em zonas rurais e nos Andes usando fogões melhorados, GLP e eletricidade como forma de substituir os meios rudimentares de cocção e aquecimento. Os primeiros esforços para reduzir as exposições à poluição do ar domiciliar concentrou-se em melhorar a eficiência de combustão ou direcionar a fumaça para o exterior através da construção de chaminés. Em vários países (Guatemala, Honduras, Nicarágua) o uso de fogões melhorados tem sido usado há décadas como mecanismo de substituição dos fogões

rudimentares de três pedras. Esses fogões trazem melhorias na qualidade de vida das famílias, principalmente, por ter chaminés que evitam parte da fumaça no interior das cozinhas. As reduções a exposição variam de um modelo para outro, entre 30 e 70%. No entanto, nem sempre é bem aceito por questões culturais. Além disso, os fogões precisam de manutenção, e caso não seja feita, os mesmos deixam de ser usados, resultando no retorno ao uso dos fogões tradicionais. Embora as intervenções com fogões a lenha melhorados tenham alcançado reduções importantes nas emissões e concentrações internas, as concentrações permaneceram mais altas do que as diretrizes recomendadas pela OMS. Assim, os esforços de intervenção estão mudando para fogões que usam combustíveis mais limpos, como GLP.

No entanto, nem todos os países conseguem implementar o uso de tecnologias modernas por várias razões. Alguns países têm pouco acesso à eletricidade e população com rendas baixas. Além disso, não possuem infraestrutura adequada para o transporte e distribuição de alternativas de GLP. Por outro lado, a coleta de lenha não tem custo monetário, embora possa ser dispendiosa em termos de tempo gasto na coleta e ter impactos de longo prazo na saúde devido ao peso da carga, e facilmente acessível, especialmente para famílias localizadas em áreas rurais. Dos países com maior concentração de combustíveis sólidos para cozinhar e aquecer, alguns apresentaram melhorias consideráveis com a redução desse uso, como República Dominicana, Equador, Peru e El Salvador, devido a programas de transição bem-sucedidos. Por outro lado, países como Haiti e Guatemala ainda enfrentam problemas e não reduziram seu consumo de lenha.

O Chile é um caso a parte, pois embora esteja próximo do acesso universal à eletricidade, ainda se destaca pelo número significativo de domicílios que ainda usam lenha. Este é especialmente o caso das famí-

lias chilenas localizadas ao sul da capital Santiago. No entanto, a lenha é mais utilizada para aquecimento do que para cozinhar. O Chile incentiva o uso de lenha certificada e proveniente de florestas renováveis e o fogão a indução a partir de energia solar.

O Paraguai planeja o uso de energia elétrica como substituição à lenha. México e Peru incentivam o uso de GLP.

Para um programa de cozinha limpa ter sucesso, os mesmos precisam ser adaptados para uma população-alvo específica e incluir aspectos que atendam às necessidades dessa população e que considerem suas características, pois as mesmas variam consideravelmente de país para país, e até mesmo dentro de cada país. Esses programas devem ser acompanhados de políticas complementares adequados que evitem tanto quanto possível o enfrentamento de obstáculos. Características como renda, educação, sexo, idade, área de residência, número de membros da família, casa própria, sistema de coleta de lixo e ser chefe de família tiveram importância para a adoção de cozinha limpa, embora em graus diferentes. As barreiras pré e pós-adoção de cozinhas limpas estão relacionadas com características socioeconômicas, infraestruturais, culturais e tradicionais, comunitárias, informativas, institucionais ou financeiras. O acesso facilitado ao crédito é importante. Além da disseminação do conhecimento sobre o uso seguro de fogões mais limpos e seus benefícios por meio de programas educacionais. Adicionalmente, é necessário a fiscalização da extração de madeira ilegal e a regulamentação do comércio de lenha.

Em resumo, não há uma solução universal para substituir os fogões a lenha tradicional, pois o conceito de cozinha limpa é complexo e único para cada local devido a heterogeneidade nas necessidades das populações.

As emissões decorrentes da queima de lenha afetam também a qualidade do ar exterior e aumentam os níveis de gases de efeito estufa, responsáveis pelo aquecimento do planeta.

O custo da HAP para a sociedade se dá em todas as áreas: força de trabalho, saúde e meio ambiente. Embora apenas uma parte da população faça uso de lenha em fogões rudimentares, toda a sociedade paga por isso, pois há um aumento nos gastos com saúde pública, há um aumento das emissões de gases de efeito estufa que afetam o clima e dificultam atingir as metas da Agenda 2030 de um dado país e há também um aumento dos níveis externos de material particulado que afeta toda uma população local. Portanto, é necessário desenvolver políticas de mitigação destinadas a melhorar a qualidade do ar interno e externo e reduzir os impactos na saúde com programas de cozinha limpa, treinamentos e subsídios.



Anexos

Tabela 1

Proporção (%) da população na América Latina e Caribe com dependência primária de combustíveis e tecnologias limpas para cozinhar em 2020.

País	Área	(%)
Antigua and Barbuda	Rural	100,0
Antigua and Barbuda	Urban	100,0
Argentina	Rural	100,0
Argentina	Urban	100,0
Bahamas	Rural	100,0
Bahamas	Urban	100,0
Barbados	Rural	100,0
Barbados	Urban	100,0
Belize	Rural	89,0
Belize	Urban	99,7
Bolivia (Plurinational State of)	Rural	72,0
Bolivia (Plurinational State of)	Urban	100,0
Brazil	Rural	94,9
Brazil	Urban	100,0
Chile	Rural	100,0
Chile	Urban	100,0
Colombia	Rural	84,1
Colombia	Urban	100,0
Costa Rica	Rural	95,9
Costa Rica	Urban	100,0
Cuba	Rural	98,7
Cuba	Urban	100,0
Dominica	Rural	100,0
Dominica	Urban	100,0
Dominican Republic	Rural	88,4
Dominican Republic	Urban	99,2
Ecuador	Rural	96,3
Ecuador	Urban	100,0
El Salvador	Rural	94,7
El Salvador	Urban	99,9
Grenada	Rural	99,8
Grenada	Urban	100,0
Guatemala	Rural	40,4

País	Área	(%)
Guatemala	Urban	92,4
Guyana	Rural	91,3
Guyana	Urban	95,4
Haiti	Rural	9,1
Haiti	Urban	22,8
Honduras	Rural	56,9
Honduras	Urban	90,7
Jamaica	Rural	98,3
Jamaica	Urban	100,0
Mexico	Rural	73,3
Mexico	Urban	96,9
Nicaragua	Rural	39,0
Nicaragua	Urban	96,5
Panama	Rural	96,0
Panama	Urban	100,0
Paraguay	Rural	54,7
Paraguay	Urban	92,8
Peru	Rural	60,1
Peru	Urban	99,3
Saint Kitts and Nevis	Rural	100,0
Saint Kitts and Nevis	Urban	100,0
Saint Lucia	Rural	99,9
Saint Lucia	Urban	100,0
Saint Vincent and the Grenadines	Rural	100,0
Saint Vincent and the Grenadines	Urban	100,0
Suriname	Rural	98,4
Suriname	Urban	100,0
Trinidad and Tobago	Rural	100,0
Trinidad and Tobago	Urban	100,0
Uruguay	Rural	100,0
Uruguay	Urban	100,0
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Rural	99,6
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Urban	100,0

Fonte: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).

Última atualização dos dados: 25/08/2022

Data de acesso: 06/12/2022

Combustíveis e tecnologias limpas são definidos de acordo com as diretrizes da OMS para a qualidade do ar interno inclui famílias que dependem principalmente de eletricidade, biogás, gás natural, gás liquefeito de petróleo (GLP), energia solar ou combustíveis de álcool para cozinhar.

Tabela 2

População da América Latina e Caribe com dependência de lenha para cozinhar em 2020.

País	Área	População (em milhões)
Antigua and Barbuda	Rural	0
Antigua and Barbuda	Urban	0
Argentina	Rural	0,029
Argentina	Urban	0
Bahamas	Rural	0
Bahamas	Urban	0
Barbados	Rural	0
Barbados	Urban	0
Belize	Rural	0,057
Belize	Urban	0,008
Bolivia (Plurinational State of)	Rural	1,42
Bolivia (Plurinational State of)	Urban	0,057
Brazil	Rural	3,84
Brazil	Urban	0,56
Chile	Rural	1,13
Chile	Urban	0,92
Colombia	Rural	3,02
Colombia	Urban	0,25
Costa Rica	Rural	0,12
Costa Rica	Urban	0,065
Cuba	Rural	0,087
Cuba	Urban	0,018
Dominica	Rural	0,002
Dominica	Urban	0,0001
Dominican Republic	Rural	0,36
Dominican Republic	Urban	0,14
Ecuador	Rural	0,87
Ecuador	Urban	0,078
El Salvador	Rural	0,32
El Salvador	Urban	0,14
Grenada	Rural	0,005

País	Área	População (em milhões)
Grenada	Urban	0
Guatemala	Rural	7,21
Guatemala	Urban	2,0
Guyana	Rural	0,005
Guyana	Urban	0,0002
Haiti	Rural	3,83
Haiti	Urban	0,68
Honduras	Rural	3,26
Honduras	Urban	1,67
Jamaica	Rural	0,09
Jamaica	Urban	0,02
Mexico	Rural	10,42
Mexico	Urban	8,75
Nicaragua	Rural	2,39
Nicaragua	Urban	0,55
Panama	Rural	0,36
Panama	Urban	0,032
Paraguay	Rural	1,46
Paraguay	Urban	0,27
Peru	Rural	4,14
Peru	Urban	0,86
Saint Lucia	Rural	0,003
Saint Lucia	Urban	0,0002
Saint Vincent and the Grenadines	Rural	0,0002
Saint Vincent and the Grenadines	Urban	0,0003
Suriname	Rural	0,017
Suriname	Urban	0,007
Trinidad and Tobago	Rural	0
Trinidad and Tobago	Urban	0
Uruguay	Rural	0,017
Uruguay	Urban	0,017
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Rural	0,41
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Urban	0,15

Fonte: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).

Última atualização dos dados: 28/07/2022
Data de acesso: 06/12/2022

Tabela 3

DALYs atribuíveis à poluição do ar doméstica na América Latina e Caribe resultante da queima de combustíveis sólidos usados na cocção para o ano de 2019.

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Antigua and Barbuda	Both sexes	Total	0	0	0
Antigua and Barbuda	Both sexes	Lower respiratory infections	0	0	0
Antigua and Barbuda	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Antigua and Barbuda	Both sexes	Cataracts	0	0	0
Antigua and Barbuda	Both sexes	Ischaemic heart disease	0	0	0
Antigua and Barbuda	Both sexes	Stroke	0	0	0
Antigua and Barbuda	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Antigua and Barbuda	Female	Total	0	0	0
Antigua and Barbuda	Female	Lower respiratory infections	0	0	0
Antigua and Barbuda	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Antigua and Barbuda	Female	Cataracts	0	0	0
Antigua and Barbuda	Female	Ischaemic heart disease	0	0	0
Antigua and Barbuda	Female	Stroke	0	0	0
Antigua and Barbuda	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Antigua and Barbuda	Male	Total	0	0	0
Antigua and Barbuda	Male	Lower respiratory infections	0	0	0
Antigua and Barbuda	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Antigua and Barbuda	Male	Ischaemic heart disease	0	0	0
Antigua and Barbuda	Male	Stroke	0	0	0

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Antigua and Barbuda	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Argentina	Both sexes	Total	14779	0	110172
Argentina	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	1455	0	11389
Argentina	Both sexes	Stroke	1677	0	11858
Argentina	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	2919	0	23031
Argentina	Both sexes	Ischaemic heart disease	3516	0	27007
Argentina	Both sexes	Cataracts	46,58	0	353,6
Argentina	Both sexes	Lower respiratory infections	5166	0	36580
Argentina	Female	Ischaemic heart disease	1461	0	11274
Argentina	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	1494	0	11883
Argentina	Female	Lower respiratory infections	2595	0	18420
Argentina	Female	Cataracts	46,58	0	353,6
Argentina	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	574,3	0	4466
Argentina	Female	Total	7010	0	51901
Argentina	Female	Stroke	838,7	0	5881
Argentina	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	1425	0	11168
Argentina	Male	Ischaemic heart disease	2054	0	15735
Argentina	Male	Lower respiratory infections	2571	0	18224
Argentina	Male	Total	7770	0	58270
Argentina	Male	Stroke	838,7	0	5955
Argentina	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	880,4	0	6922
Barbados	Both sexes	Total	0	0	0
Barbados	Both sexes	Lower respiratory infections	0	0	0
Barbados	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Barbados	Both sexes	Cataracts	0	0	0
Barbados	Both sexes	Ischaemic heart disease	0	0	0
Barbados	Both sexes	Stroke	0	0	0
Barbados	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Barbados	Female	Total	0	0	0
Barbados	Female	Lower respiratory infections	0	0	0
Barbados	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Barbados	Female	Cataracts	0	0	0
Barbados	Female	Ischaemic heart disease	0	0	0
Barbados	Female	Stroke	0	0	0
Barbados	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Barbados	Male	Total	0	0	0
Barbados	Male	Lower respiratory infections	0	0	0
Barbados	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Barbados	Male	Ischaemic heart disease	0	0	0
Barbados	Male	Stroke	0	0	0
Barbados	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Belize	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	114,1	49	189,6
Belize	Both sexes	Total	1384	613,3	2332
Belize	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	162,4	56,34	388,3
Belize	Both sexes	Stroke	257,1	82,54	564,9
Belize	Both sexes	Ischaemic heart disease	422	166,8	735,3
Belize	Both sexes	Lower respiratory infections	423,6	171,4	697
Belize	Both sexes	Cataracts	5,12	2,27	8,47

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Belize	Female	Stroke	118	38,6	256,2
Belize	Female	Ischaemic heart disease	161,3	64,48	280,7
Belize	Female	Lower respiratory infections	179,1	73,17	293,6
Belize	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	37,87	16,81	61,74
Belize	Female	Cataracts	5,12	2,27	8,47
Belize	Female	Total	561,8	250,3	934,6
Belize	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	60,42	21,38	145,2
Belize	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	102	34,66	247,3
Belize	Male	Stroke	139,1	43,44	305,9
Belize	Male	Lower respiratory infections	244,5	98,47	407,4
Belize	Male	Ischaemic heart disease	260,7	102,7	454,9
Belize	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	76,25	32,26	127,9
Belize	Male	Total	822,6	363	1384
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	Stroke	10254	4277	21288
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	Ischaemic heart disease	15674	8448	24631
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	2096	1138	3323
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	Lower respiratory infections	26193	13687	41398
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	Cataracts	447,1	255	660,2
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	Total	62020	34899	95101
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	7356	2912	17777

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Bolivia (Plurinational State of)	Female	Lower respiratory infections	13625	7139	21442
Bolivia (Plurinational State of)	Female	Total	32725	18361	50449
Bolivia (Plurinational State of)	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	4070	1664	9892
Bolivia (Plurinational State of)	Female	Cataracts	447,1	255	660,2
Bolivia (Plurinational State of)	Female	Stroke	6024	2505	12473
Bolivia (Plurinational State of)	Female	Ischaemic heart disease	7634	4129	11943
Bolivia (Plurinational State of)	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	925,7	513,5	1435
Bolivia (Plurinational State of)	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	1170	628	1874
Bolivia (Plurinational State of)	Male	Lower respiratory infections	12568	6601	19979
Bolivia (Plurinational State of)	Male	Total	29295	16478	44710
Bolivia (Plurinational State of)	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	3286	1255	7806
Bolivia (Plurinational State of)	Male	Stroke	4231	1727	8896
Bolivia (Plurinational State of)	Male	Ischaemic heart disease	8040	4311	12724
Brazil	Both sexes	Ischaemic heart disease	105057	12639	276274
Brazil	Both sexes	Cataracts	2905	310,6	7528
Brazil	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	31477	3696	83528

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Brazil	Both sexes	Total	359626	39502	946431
Brazil	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	54124	4907	156700
Brazil	Both sexes	Stroke	66108	5712	221750
Brazil	Both sexes	Lower respiratory infections	99955	11057	262035
Brazil	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	15556	1852	40949
Brazil	Female	Total	168731	18587	440742
Brazil	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	27915	2564	80115
Brazil	Female	Cataracts	2905	310,6	7528
Brazil	Female	Stroke	33704	2920	111135
Brazil	Female	Ischaemic heart disease	42131	5063	111182
Brazil	Female	Lower respiratory infections	46521	5245	120120
Brazil	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	15921	1844	42518
Brazil	Male	Total	190895	21082	503169
Brazil	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	26209	2346	75468
Brazil	Male	Stroke	32404	2792	110995
Brazil	Male	Lower respiratory infections	53433	5831	139782
Brazil	Male	Ischaemic heart disease	62926	7576	164312
Chile	Both sexes	Total	0	0	0
Chile	Both sexes	Lower respiratory infections	0	0	0
Chile	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Chile	Both sexes	Cataracts	0	0	0
Chile	Both sexes	Ischaemic heart disease	0	0	0
Chile	Both sexes	Stroke	0	0	0
Chile	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Chile	Female	Total	0	0	0
Chile	Female	Lower respiratory infections	0	0	0
Chile	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Chile	Female	Cataracts	0	0	0
Chile	Female	Ischaemic heart disease	0	0	0
Chile	Female	Stroke	0	0	0
Chile	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Chile	Male	Total	0	0	0
Chile	Male	Lower respiratory infections	0	0	0
Chile	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Chile	Male	Ischaemic heart disease	0	0	0
Chile	Male	Stroke	0	0	0
Chile	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Colombia	Both sexes	Stroke	12675	667,1	35381
Colombia	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	17623	813,8	53647
Colombia	Both sexes	Lower respiratory infections	20581	1173	48469
Colombia	Both sexes	Ischaemic heart disease	32737	1813	78451
Colombia	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	7457	445,2	18066
Colombia	Both sexes	Cataracts	799,2	43,54	1878
Colombia	Both sexes	Total	91872	5088	210385
Colombia	Female	Ischaemic heart disease	14856	820,9	35676
Colombia	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	3641	218,9	8713
Colombia	Female	Total	45982	2600	105339
Colombia	Female	Stroke	7314	388,3	20508
Colombia	Female	Cataracts	799,2	43,54	1878

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Colombia	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	9502	444,3	29242
Colombia	Female	Lower respiratory infections	9870	570,1	23209
Colombia	Male	Lower respiratory infections	10711	607	25260
Colombia	Male	Ischaemic heart disease	17881	984,6	43100
Colombia	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	3816	225,3	9401
Colombia	Male	Total	45890	2521	104984
Colombia	Male	Stroke	5361	278,5	14876
Colombia	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	8121	367,8	24239
Costa Rica	Both sexes	Ischaemic heart disease	1472	477,8	3023
Costa Rica	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	313,3	105,4	646
Costa Rica	Both sexes	Total	4366	1416	8725
Costa Rica	Both sexes	Cataracts	61,59	21,68	116,9
Costa Rica	Both sexes	Stroke	753,3	210,1	1958
Costa Rica	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	790,9	198,9	2140
Costa Rica	Both sexes	Lower respiratory infections	975,1	321,6	1985
Costa Rica	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	123,1	41,78	247,8
Costa Rica	Female	Total	1898	616,7	3838
Costa Rica	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	400	102	1126
Costa Rica	Female	Lower respiratory infections	400,1	133,5	814,4
Costa Rica	Female	Stroke	404,7	113	1051
Costa Rica	Female	Ischaemic heart disease	508,4	165,4	1035
Costa Rica	Female	Cataracts	61,59	21,68	116,9
Costa Rica	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	190,1	63,61	397,5
Costa Rica	Male	Total	2468	796,3	4920
Costa Rica	Male	Stroke	348,6	96,3	907

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Costa Rica	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	391	96,68	1059
Costa Rica	Male	Lower respiratory infections	575	190,5	1184
Costa Rica	Male	Ischaemic heart disease	963,2	312,4	1976
Cuba	Both sexes	Lower respiratory infections	10353	584,6	27692
Cuba	Both sexes	Ischaemic heart disease	16936	1321	45660
Cuba	Both sexes	Cataracts	271,3	19,05	728
Cuba	Both sexes	Total	50772	3939	135225
Cuba	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	7477	418,6	24619
Cuba	Both sexes	Stroke	7528	428,9	25468
Cuba	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	8208	636,9	22390
Cuba	Female	Total	23623	1819	63551
Cuba	Female	Cataracts	271,3	19,05	728
Cuba	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	3484	272,7	9317
Cuba	Female	Stroke	3664	208,3	12337
Cuba	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	3970	228,1	13014
Cuba	Female	Lower respiratory infections	4917	276,4	12927
Cuba	Female	Ischaemic heart disease	7317	572,9	19631
Cuba	Male	Total	27149	2099	72664
Cuba	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	3506	190,4	11351
Cuba	Male	Stroke	3864	218,4	13102
Cuba	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	4724	364,2	13060
Cuba	Male	Lower respiratory infections	5436	308,2	14612
Cuba	Male	Ischaemic heart disease	9619	747,8	26131
Dominican Republic	Both sexes	Ischaemic heart disease	16570	5811	30728

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Dominican Republic	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	2339	916,3	4265
Dominican Republic	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	2383	678,2	5989
Dominican Republic	Both sexes	Total	36519	13166	66466
Dominican Republic	Both sexes	Lower respiratory infections	7109	2565	13742
Dominican Republic	Both sexes	Stroke	8022	2481	18821
Dominican Republic	Both sexes	Cataracts	97,65	36,78	184,6
Dominican Republic	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	1116	442,2	2027
Dominican Republic	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	1142	331,8	2840
Dominican Republic	Female	Total	16373	5932	29655
Dominican Republic	Female	Lower respiratory infections	3261	1171	6266
Dominican Republic	Female	Stroke	3909	1218	9230
Dominican Republic	Female	Ischaemic heart disease	6848	2415	12607
Dominican Republic	Female	Cataracts	97,65	36,78	184,6
Dominican Republic	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	1223	473,2	2251
Dominican Republic	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	1241	349,7	3069
Dominican Republic	Male	Total	20146	7238	36845
Dominican Republic	Male	Lower respiratory infections	3848	1392	7438
Dominican Republic	Male	Stroke	4113	1280	9812
Dominican Republic	Male	Ischaemic heart disease	9722	3396	18060
Ecuador	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	1234	135,3	3152
Ecuador	Both sexes	Cataracts	191,7	19,15	512,8
Ecuador	Both sexes	Total	22566	2458	58453

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Ecuador	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	2291	215,4	7124
Ecuador	Both sexes	Stroke	3733	336,2	11223
Ecuador	Both sexes	Ischaemic heart disease	6638	717,3	17415
Ecuador	Both sexes	Lower respiratory infections	8478	927,8	22270
Ecuador	Female	Total	10557	1149	27326
Ecuador	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	1132	107,8	3528
Ecuador	Female	Cataracts	191,7	19,15	512,8
Ecuador	Female	Stroke	1988	181,6	6031
Ecuador	Female	Ischaemic heart disease	2676	289,4	7038
Ecuador	Female	Lower respiratory infections	3911	424,1	10302
Ecuador	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	658,2	72,74	1668
Ecuador	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	1160	110	3579
Ecuador	Male	Total	12009	1310	31231
Ecuador	Male	Stroke	1745	154,6	5205
Ecuador	Male	Ischaemic heart disease	3962	427,9	10413
Ecuador	Male	Lower respiratory infections	4567	507,7	11900
Ecuador	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	575,3	62,8	1497
El Salvador	Both sexes	Cataracts	112,9	42,21	214,8
El Salvador	Both sexes	Total	15307	5644	29402
El Salvador	Both sexes	Stroke	1556	451	3791
El Salvador	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	2020	600,4	5118
El Salvador	Both sexes	Lower respiratory infections	5319	1771	10495
El Salvador	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	549,1	195,8	1059
El Salvador	Both sexes	Ischaemic heart disease	5750	2082	11775

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
El Salvador	Female	Cataracts	112,9	42,21	214,8
El Salvador	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	1129	344,7	2839
El Salvador	Female	Lower respiratory infections	2373	789,5	4638
El Salvador	Female	Ischaemic heart disease	2666	970,7	5454
El Salvador	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	295,4	107,4	561,5
El Salvador	Female	Total	7441	2743	14205
El Salvador	Female	Stroke	863,8	249,1	2106
El Salvador	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	253,7	88,9	498,2
El Salvador	Male	Lower respiratory infections	2946	991,2	5859
El Salvador	Male	Ischaemic heart disease	3084	1109	6349
El Salvador	Male	Stroke	691,9	202	1714
El Salvador	Male	Total	7866	2915	15177
El Salvador	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	890,5	258,4	2225
Grenada	Both sexes	Cataracts	1,9	0,099	5,04
Grenada	Both sexes	Lower respiratory infections	109,1	6,69	279,6
Grenada	Both sexes	Stroke	116,7	5,51	350,2
Grenada	Both sexes	Ischaemic heart disease	235,1	11,89	632,6
Grenada	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	33,21	1,84	88,13
Grenada	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	36,48	1,77	119,1
Grenada	Both sexes	Total	532,5	29,04	1390
Grenada	Female	Cataracts	1,9	0,099	5,04
Grenada	Female	Ischaemic heart disease	104,4	5,28	278,8
Grenada	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	13,55	0,76	35,24
Grenada	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	16,15	0,81	51,46
Grenada	Female	Total	253	13,96	654,1

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Grenada	Female	Lower respiratory infections	56,54	3,53	143,7
Grenada	Female	Stroke	60,43	2,81	181,1
Grenada	Male	Ischaemic heart disease	130,6	6,61	352,8
Grenada	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	19,66	1,08	52,87
Grenada	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	20,34	0,97	66,54
Grenada	Male	Total	279,5	15,07	735,6
Grenada	Male	Lower respiratory infections	52,52	3,16	134,8
Grenada	Male	Stroke	56,31	2,69	169,7
Guatemala	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	11576	6256	21366
Guatemala	Both sexes	Lower respiratory infections	112971	76394	146920
Guatemala	Both sexes	Cataracts	1238	925,9	1535
Guatemala	Both sexes	Total	196686	143309	245666
Guatemala	Both sexes	Stroke	22530	11606	39368
Guatemala	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	3002	2030	3913
Guatemala	Both sexes	Ischaemic heart disease	45369	29973	60915
Guatemala	Female	Stroke	12507	6492	21629
Guatemala	Female	Cataracts	1238	925,9	1535
Guatemala	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	1499	1037	1922
Guatemala	Female	Ischaemic heart disease	21374	14294	28508
Guatemala	Female	Lower respiratory infections	50892	34441	65878
Guatemala	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	6193	3466	11384
Guatemala	Female	Total	93703	68731	117260
Guatemala	Male	Stroke	10023	5068	17836
Guatemala	Male	Total	102983	75055	128902
Guatemala	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	1503	987	1994

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Guatemala	Male	Ischaemic heart disease	23995	15730	32406
Guatemala	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	5383	2776	10175
Guatemala	Male	Lower respiratory infections	62079	41739	81191
Guyana	Both sexes	Cataracts	16,8	8,86	25,45
Guyana	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	160,8	81,18	244,1
Guyana	Both sexes	Lower respiratory infections	1747	931,7	2719
Guyana	Both sexes	Stroke	2162	821,2	4417
Guyana	Both sexes	Ischaemic heart disease	3410	1730	5606
Guyana	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	611,1	244,5	1356
Guyana	Both sexes	Total	8107	4178	12572
Guyana	Female	Stroke	1120	432,1	2268
Guyana	Female	Ischaemic heart disease	1389	706,3	2283
Guyana	Female	Cataracts	16,8	8,86	25,45
Guyana	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	217,2	89,64	478,4
Guyana	Female	Total	3544	1800	5520
Guyana	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	65,06	33,64	97,48
Guyana	Female	Lower respiratory infections	736,2	393,2	1140
Guyana	Male	Lower respiratory infections	1010	534,7	1581
Guyana	Male	Stroke	1041	391,8	2141
Guyana	Male	Ischaemic heart disease	2021	1018	3334
Guyana	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	393,9	150,9	864,6
Guyana	Male	Total	4562	2372	7047
Guyana	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	95,75	47,23	146,9
Haiti	Both sexes	Ischaemic heart disease	117990	93969	143062

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Haiti	Both sexes	Lower respiratory infections	172430	132606	203569
Haiti	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	25335	15861	39763
Haiti	Both sexes	Total	419541	358557	489011
Haiti	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	6121	4979	7101
Haiti	Both sexes	Cataracts	902,9	846,5	933,3
Haiti	Both sexes	Stroke	96761	59344	147483
Haiti	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	11568	7514	17894
Haiti	Female	Total	224002	189539	263841
Haiti	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	3860	3191	4428
Haiti	Female	Ischaemic heart disease	61884	49796	74935
Haiti	Female	Stroke	62174	38511	93996
Haiti	Female	Lower respiratory infections	83612	64401	98414
Haiti	Female	Cataracts	902,9	846,5	933,3
Haiti	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	13767	8354	21889
Haiti	Male	Total	195539	167855	225122
Haiti	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	2261	1793	2678
Haiti	Male	Stroke	34587	20857	54195
Haiti	Male	Ischaemic heart disease	56107	44100	68231
Haiti	Male	Lower respiratory infections	88818	68205	105049
Honduras	Both sexes	Lower respiratory infections	18319	11887	24416
Honduras	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	18603	9437	34443
Honduras	Both sexes	Stroke	24324	12464	43147
Honduras	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	2969	2069	3952
Honduras	Both sexes	Ischaemic heart disease	35043	22242	48073

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Honduras	Both sexes	Cataracts	363,3	252,1	455,3
Honduras	Both sexes	Total	99622	67627	132221
Honduras	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	10896	5728	20011
Honduras	Female	Stroke	15011	7847	26304
Honduras	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	1503	1073	1964
Honduras	Female	Ischaemic heart disease	17969	11537	24525
Honduras	Female	Cataracts	363,3	252,1	455,3
Honduras	Female	Total	53094	36015	71264
Honduras	Female	Lower respiratory infections	7352	4779	9733
Honduras	Male	Lower respiratory infections	10967	7088	14681
Honduras	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	1466	998,6	1985
Honduras	Male	Ischaemic heart disease	17074	10712	23532
Honduras	Male	Total	46528	31834	61237
Honduras	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	7708	3768	14400
Honduras	Male	Stroke	9313	4674	16613
Jamaica	Both sexes	Total	11250	1718	25697
Jamaica	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	1354	184	3562
Jamaica	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	1403	190,3	3069
Jamaica	Both sexes	Lower respiratory infections	1481	215,4	3054
Jamaica	Both sexes	Ischaemic heart disease	3155	457,5	7356
Jamaica	Both sexes	Stroke	3799	504,3	9716
Jamaica	Both sexes	Cataracts	57,98	8,71	127,6
Jamaica	Female	Ischaemic heart disease	1490	218,3	3470
Jamaica	Female	Stroke	2119	281,3	5416

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Jamaica	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	348,5	48,86	910,9
Jamaica	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	456,6	64,53	972,9
Jamaica	Female	Total	5170	810	11653
Jamaica	Female	Cataracts	57,98	8,71	127,6
Jamaica	Female	Lower respiratory infections	698,1	102,8	1429
Jamaica	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	1006	134,3	2653
Jamaica	Male	Ischaemic heart disease	1665	240,5	3881
Jamaica	Male	Stroke	1680	220,6	4340
Jamaica	Male	Total	6079	901,7	13693
Jamaica	Male	Lower respiratory infections	782,8	112,6	1635
Jamaica	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	946	126,2	2103
Mexico	Both sexes	Lower respiratory infections	108054	58349	167414
Mexico	Both sexes	Ischaemic heart disease	188990	102456	301700
Mexico	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	20856	11032	32588
Mexico	Both sexes	Cataracts	3690	2165	5458
Mexico	Both sexes	Total	453758	258367	681616
Mexico	Both sexes	Stroke	63736	27118	128982
Mexico	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	68434	27288	158634
Mexico	Female	Total	204922	116232	310773
Mexico	Female	Stroke	33383	14337	67443
Mexico	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	36324	15052	86191
Mexico	Female	Cataracts	3690	2165	5458
Mexico	Female	Lower respiratory infections	45976	24890	70777
Mexico	Female	Ischaemic heart disease	76084	41810	120298
Mexico	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	9466	5106	14500

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Mexico	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	11390	5918	18080
Mexico	Male	Ischaemic heart disease	112906	60770	181402
Mexico	Male	Total	248836	140958	371577
Mexico	Male	Stroke	30353	12881	61824
Mexico	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	32110	12454	74016
Mexico	Male	Lower respiratory infections	62078	33702	96525
Nicaragua	Both sexes	Lower respiratory infections	14641	9807	19237
Nicaragua	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	1807	1275	2357
Nicaragua	Both sexes	Ischaemic heart disease	21588	15161	29111
Nicaragua	Both sexes	Cataracts	387,4	295,7	479,1
Nicaragua	Both sexes	Total	53830	39897	69566
Nicaragua	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	7334	3929	14071
Nicaragua	Both sexes	Stroke	8074	4123	14114
Nicaragua	Female	Ischaemic heart disease	10414	7374	13948
Nicaragua	Female	Total	26524	19660	34294
Nicaragua	Female	Cataracts	387,4	295,7	479,1
Nicaragua	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	3888	2140	7465
Nicaragua	Female	Stroke	4408	2283	7612
Nicaragua	Female	Lower respiratory infections	6573	4412	8600
Nicaragua	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	855,3	618,8	1098
Nicaragua	Male	Ischaemic heart disease	11174	7729	15150
Nicaragua	Male	Total	27306	20143	35296
Nicaragua	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	3446	1785	6610
Nicaragua	Male	Stroke	3666	1846	6499
Nicaragua	Male	Lower respiratory infections	8068	5392	10658

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Nicaragua	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	951,4	657,9	1264
Panama	Both sexes	Total	10797	1966	23038
Panama	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	1477	241	3727
Panama	Both sexes	Cataracts	159,6	30,27	351,8
Panama	Both sexes	Stroke	2278	341,8	5964
Panama	Both sexes	Lower respiratory infections	2735	434	5832
Panama	Both sexes	Ischaemic heart disease	3437	658,8	7773
Panama	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	710,1	134,8	1538
Panama	Female	Stroke	1076	160,6	2762
Panama	Female	Lower respiratory infections	1221	195,8	2607
Panama	Female	Ischaemic heart disease	1358	260,1	3064
Panama	Female	Cataracts	159,6	30,27	351,8
Panama	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	303,4	58,78	643,8
Panama	Female	Total	4866	884,4	10283
Panama	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	747,4	125,1	1855
Panama	Male	Stroke	1202	181,1	3177
Panama	Male	Lower respiratory infections	1514	239,8	3229
Panama	Male	Ischaemic heart disease	2079	398,7	4713
Panama	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	406,7	76,1	890,6
Panama	Male	Total	5932	1078	12738
Panama	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	730	116,5	1904
Paraguay	Both sexes	Lower respiratory infections	13382	8508	18242
Paraguay	Both sexes	Ischaemic heart disease	15383	10341	21606
Paraguay	Both sexes	Cataracts	354,1	262,7	445,5

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Paraguay	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	3769	2491	5098
Paraguay	Both sexes	Total	47444	33610	62998
Paraguay	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	5122	2536	10913
Paraguay	Both sexes	Stroke	9434	4770	17207
Paraguay	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	1606	830,4	3386
Paraguay	Female	Total	18607	13088	24912
Paraguay	Female	Cataracts	354,1	262,7	445,5
Paraguay	Female	Stroke	4461	2305	8049
Paraguay	Female	Ischaemic heart disease	5531	3769	7738
Paraguay	Female	Lower respiratory infections	5806	3743	7904
Paraguay	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	848,7	583,8	1119
Paraguay	Male	Total	28837	20575	37877
Paraguay	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	2920	1913	3982
Paraguay	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	3516	1709	7503
Paraguay	Male	Stroke	4973	2457	9216
Paraguay	Male	Lower respiratory infections	7576	4772	10373
Paraguay	Male	Ischaemic heart disease	9852	6572	13856
Peru	Both sexes	Total	112147	57428	177745
Peru	Both sexes	Stroke	14835	5576	32208
Peru	Both sexes	Cataracts	1805	919,5	2823
Peru	Both sexes	Ischaemic heart disease	24662	11809	40096
Peru	Both sexes	Lower respiratory infections	53463	25293	87933
Peru	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	7705	2725	19194
Peru	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	9676	4747	15456

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Peru	Female	Ischaemic heart disease	10475	5087	16943
Peru	Female	Cataracts	1805	919,5	2823
Peru	Female	Lower respiratory infections	26115	12308	42668
Peru	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	4111	1519	10394
Peru	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	5400	2692	8531
Peru	Female	Total	55770	28726	88253
Peru	Female	Stroke	7863	3002	17018
Peru	Male	Ischaemic heart disease	14187	6736	23114
Peru	Male	Lower respiratory infections	27348	12937	45274
Peru	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	3594	1225	8752
Peru	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	4275	2060	6952
Peru	Male	Total	56377	28359	89634
Peru	Male	Stroke	6972	2586	15333
Saint Lucia	Both sexes	Cataracts	1,68	0,13	4,54
Saint Lucia	Both sexes	Ischaemic heart disease	107,9	8,51	309
Saint Lucia	Both sexes	Stroke	119,3	8,27	367,7
Saint Lucia	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	26	1,99	70,28
Saint Lucia	Both sexes	Total	412,9	33,18	1129
Saint Lucia	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	60,99	4,43	205,5
Saint Lucia	Both sexes	Lower respiratory infections	97,05	7,48	272,5
Saint Lucia	Female	Cataracts	1,68	0,13	4,54
Saint Lucia	Female	Total	162,2	13,01	445,1
Saint Lucia	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	18,64	1,39	62,11
Saint Lucia	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	3,43	0,27	9,13
Saint Lucia	Female	Ischaemic heart disease	40,34	3,2	115

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Saint Lucia	Female	Lower respiratory infections	41,12	3,15	115,1
Saint Lucia	Female	Stroke	56,96	4,03	174,7
Saint Lucia	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	22,57	1,72	61,21
Saint Lucia	Male	Total	250,7	20,32	687,2
Saint Lucia	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	42,36	3,03	144,1
Saint Lucia	Male	Lower respiratory infections	55,94	4,33	157,3
Saint Lucia	Male	Stroke	62,33	4,24	193
Saint Lucia	Male	Ischaemic heart disease	67,55	5,3	193,3
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	Cataracts	1,12	0,016	4,05
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	Ischaemic heart disease	101,7	1,21	357,4
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	13,78	0,17	47,82
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	Total	301,9	4	1034
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	34,17	0,34	122,2
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	Lower respiratory infections	68,6	0,88	237,6
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	Stroke	82,5	0,63	305,4
Saint Vincent and the Grenadines	Female	Cataracts	1,12	0,016	4,05
Saint Vincent and the Grenadines	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	13,45	0,14	46,79
Saint Vincent and the Grenadines	Female	Total	137	1,83	465,7

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Saint Vincent and the Grenadines	Female	Lower respiratory infections	29,92	0,39	103,6
Saint Vincent and the Grenadines	Female	Stroke	38,57	0,3	143
Saint Vincent and the Grenadines	Female	Ischaemic heart disease	47,19	0,57	166,8
Saint Vincent and the Grenadines	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	6,76	0,087	23,25
Saint Vincent and the Grenadines	Male	Total	164,9	2,17	562,5
Saint Vincent and the Grenadines	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	20,71	0,2	74,23
Saint Vincent and the Grenadines	Male	Lower respiratory infections	38,68	0,49	134,1
Saint Vincent and the Grenadines	Male	Stroke	43,93	0,33	163,2
Saint Vincent and the Grenadines	Male	Ischaemic heart disease	54,52	0,64	190,8
Saint Vincent and the Grenadines	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	7,02	0,085	24,62
Suriname	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	128,6	21,7	354,7
Suriname	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	150,9	30,99	344,9
Suriname	Both sexes	Total	1639	327,8	3730
Suriname	Both sexes	Lower respiratory infections	296,7	49,82	662,8
Suriname	Both sexes	Stroke	472,7	75,86	1276
Suriname	Both sexes	Ischaemic heart disease	581,6	114,9	1338
Suriname	Both sexes	Cataracts	8,22	1,61	18,22
Suriname	Female	Lower respiratory infections	128,7	21,72	284,3

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Suriname	Female	Ischaemic heart disease	225	44,47	515,1
Suriname	Female	Stroke	230,9	37,2	629,4
Suriname	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	54,16	11,29	121,5
Suriname	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	60,92	10,33	170,6
Suriname	Female	Total	707,9	138,6	1619
Suriname	Female	Cataracts	8,22	1,61	18,22
Suriname	Male	Lower respiratory infections	168	28,11	377,4
Suriname	Male	Stroke	241,7	38,47	652,4
Suriname	Male	Ischaemic heart disease	356,6	70,39	823,2
Suriname	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	67,7	11,22	187,4
Suriname	Male	Total	930,8	188,5	2101
Suriname	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	96,7	19,59	222,5
Trinidad and Tobago	Both sexes	Total	0	0	0
Trinidad and Tobago	Both sexes	Lower respiratory infections	0	0	0
Trinidad and Tobago	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Trinidad and Tobago	Both sexes	Cataracts	0	0	0
Trinidad and Tobago	Both sexes	Ischaemic heart disease	0	0	0
Trinidad and Tobago	Both sexes	Stroke	0	0	0
Trinidad and Tobago	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Trinidad and Tobago	Female	Total	0	0	0
Trinidad and Tobago	Female	Lower respiratory infections	0	0	0
Trinidad and Tobago	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Trinidad and Tobago	Female	Cataracts	0	0	0
Trinidad and Tobago	Female	Ischaemic heart disease	0	0	0

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Trinidad and Tobago	Female	Stroke	0	0	0
Trinidad and Tobago	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Trinidad and Tobago	Male	Total	0	0	0
Trinidad and Tobago	Male	Lower respiratory infections	0	0	0
Trinidad and Tobago	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Trinidad and Tobago	Male	Ischaemic heart disease	0	0	0
Trinidad and Tobago	Male	Stroke	0	0	0
Trinidad and Tobago	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Uruguay	Both sexes	Total	0	0	0
Uruguay	Both sexes	Lower respiratory infections	0	0	0
Uruguay	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Uruguay	Both sexes	Cataracts	0	0	0
Uruguay	Both sexes	Ischaemic heart disease	0	0	0
Uruguay	Both sexes	Stroke	0	0	0
Uruguay	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Uruguay	Female	Total	0	0	0
Uruguay	Female	Lower respiratory infections	0	0	0
Uruguay	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Uruguay	Female	Cataracts	0	0	0
Uruguay	Female	Ischaemic heart disease	0	0	0
Uruguay	Female	Stroke	0	0	0
Uruguay	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Uruguay	Male	Total	0	0	0

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Uruguay	Male	Lower respiratory infections	0	0	0
Uruguay	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	0	0	0
Uruguay	Male	Ischaemic heart disease	0	0	0
Uruguay	Male	Stroke	0	0	0
Uruguay	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	0	0	0
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	Lower respiratory infections	10452	0	39295
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	Ischaemic heart disease	14417	0	59386
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	Cataracts	225,3	0	942,5
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	Total	39005	0	160104
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	Trachea, bronchus, lung cancers	3900	0	15121
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	Chronic obstructive pulmonary disease	4288	0	17915
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	Stroke	5722	0	24680
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	Total	17687	0	73348
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	Trachea, bronchus, lung cancers	1897	0	7323
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	Chronic obstructive pulmonary disease	2193	0	8981
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	Cataracts	225,3	0	942,5
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	Stroke	2997	0	12929

Location	Sexo	Doenças	Media	Mínimo	Máximo
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	Lower respiratory infections	4611	0	17238
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	Ischaemic heart disease	5765	0	23725
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Male	Trachea, bronchus, lung cancers	2004	0	7787
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Male	Chronic obstructive pulmonary disease	2095	0	8870
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Male	Total	21318	0	87892
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Male	Stroke	2725	0	11893
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Male	Lower respiratory infections	5841	0	22017
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Male	Ischaemic heart disease	8652	0	35784

Fonte: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).

Última atualização dos dados: 26/08/2022

Data de acesso: 24/10/2022

Na tabela está reportado o total de doenças que inclui: Traqueia, brônquios, câncer de pulmão, Doença pulmonar obstrutiva crônica, Derrame, Doença isquêmica do coração, Infecções das vias respiratórias inferiores. Três evidências foram avaliadas com base suficientemente forte para inclusão nas estimativas da carga de doenças: Infecções agudas do trato respiratório inferior em crianças pequenas (menos de 5 anos); Doença pulmonar obstrutiva crônica em adultos (acima de 25 anos); Câncer de pulmão em adultos (acima de 25 anos). Evidências adicionais baseadas em funções de exposição-resposta identificam a poluição do ar doméstico como fator de risco para doenças cardiovasculares, tais como: Doença isquêmica do coração em adultos (acima de 25 anos); Doenças cerebrovasculares (AVC) em adultos (acima de 25 anos). Estimativa de impactos na saúde se limitam a essas faixas etárias.

Por combustíveis sólidos entende-se lenha, carvão, esterco animal, carvão e resíduos de colheitas.

Tabela 4

Mortes atribuíveis à poluição do ar doméstica na América Latina e Caribe em 2019.

País	Sexo	Valor
Antigua and Barbuda	Both sexes	0
Antigua and Barbuda	Female	0
Antigua and Barbuda	Male	0
Argentina	Male	395
Argentina	Female	453
Argentina	Both sexes	849
Bahamas	Both sexes	0
Bahamas	Female	0
Bahamas	Male	0
Barbados	Both sexes	0
Barbados	Female	0
Barbados	Male	0
Belize	Female	24
Belize	Male	34
Belize	Both sexes	58
Bolivia (Plurinational State of)	Male	1.419
Bolivia (Plurinational State of)	Female	1.740
Bolivia (Plurinational State of)	Both sexes	3.159
Brazil	Both sexes	16.962
Brazil	Male	8.411
Brazil	Female	8.551
Chile	Both sexes	0
Chile	Female	0
Chile	Male	0
Colombia	Male	2.334
Colombia	Female	2.601
Colombia	Both sexes	4.935
Costa Rica	Female	105
Costa Rica	Male	118
Costa Rica	Both sexes	223
Cuba	Female	1.383
Cuba	Male	1.429
Cuba	Both sexes	2.812

País	Sexo	Valor
Dominican Republic	Both sexes	1.636
Dominican Republic	Female	796
Dominican Republic	Male	841
Ecuador	Both sexes	1.073
Ecuador	Female	535
Ecuador	Male	539
El Salvador	Female	413
El Salvador	Male	416
El Salvador	Both sexes	829
Grenada	Male	13
Grenada	Female	14
Grenada	Both sexes	27
Guatemala	Male	3.695
Guatemala	Female	3.765
Guatemala	Both sexes	7.460
Guyana	Female	164
Guyana	Male	181
Guyana	Both sexes	345
Haiti	Both sexes	13.323
Haiti	Male	5.840
Haiti	Female	7.483
Honduras	Male	2.128
Honduras	Female	2.612
Honduras	Both sexes	4.740
Jamaica	Female	266
Jamaica	Male	294
Jamaica	Both sexes	560
Mexico	Female	10.585
Mexico	Male	11.054
Mexico	Both sexes	21.639
Nicaragua	Male	1.245
Nicaragua	Female	1.379
Nicaragua	Both sexes	2.624
Panama	Female	260
Panama	Male	286
Panama	Both sexes	546
Paraguay	Male	1.178

País	Sexo	Valor
Paraguay	Both sexes	2.035
Paraguay	Female	857
Peru	Male	2.471
Peru	Female	2.874
Peru	Both sexes	5.345
Saint Lucia	Male	12
Saint Lucia	Both sexes	21
Saint Lucia	Female	8
Saint Vincent and the Grenadines	Both sexes	15
Saint Vincent and the Grenadines	Male	7
Saint Vincent and the Grenadines	Female	8
Suriname	Female	34
Suriname	Male	39
Suriname	Both sexes	72
Trinidad and Tobago	Both sexes	0
Trinidad and Tobago	Female	0
Trinidad and Tobago	Male	0
Uruguay	Both sexes	0
Uruguay	Female	0
Uruguay	Male	0
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Both sexes	1.762
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Female	863
Venezuela (Bolivarian Republic of)	Male	899

Fonte: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).

Última atualização dos dados: 26/08/2022

Data de acesso: 24/10/2022

Na tabela está reportado o total de doenças que inclui: Traqueia, brônquios, câncer de pulmão, Doença pulmonar obstrutiva crônica, Derrame, Doença isquêmica do coração, Infecções das vias respiratórias inferiores.

Três evidências foram avaliadas com base suficientemente forte para inclusão nas estimativas da carga de doenças: Infecções agudas do trato respiratório inferior em crianças pequenas (menos de 5 anos); Doença pulmonar obstrutiva crônica em adultos (acima de 25 anos); Câncer de pulmão em adultos (acima de 25 anos). Evidências adicionais baseadas em funções de exposição-resposta identificam a poluição do ar doméstico como fator de risco para doenças cardiovasculares, tais como: Doença isquêmica do coração em adultos (acima de 25 anos); Doenças cerebrovasculares (AVC) em adultos (acima de 25 anos). Estimativa de impactos na saúde se limitam a essas faixas etárias.

Por combustíveis sólidos entende-se lenha, carvão, esterco animal, carvão e resíduos de colheitas.

Tabela 5
Variações entre países em valor estatístico de vida (VSL)

	GDP/Capita	Measured	Range for VSL		Best Estimate	Range as Multiple	
			Low	High		Low	High
WORLD	4,608		630	900	650	137	195
NORTH AMERICA	16,435		1,600	2,600	2,190	97	158
EUROPEAN UNION	20,714		2,500	3,600	2,730	121	174
Argentina	8,720		1,000	1,500	1,200	115	172
Australia	20,316	2,126	2,100	3,100	2,680	103	153
Austria	24,481	3,253	3,100	4,500	3,200	127	184
Belgium	22,824		2,900	4,100	3,000	127	180
Brazil	4,820		500	900	680	104	185
Canada	19,225	3,518	2,100	3,100	2,540	109	161
Chile	4,598		600	900	650	124	191
Czech Republic	4,839		500	900	680	110	184
Denmark	30,834	3,764	3,800	5,000	3,990	124	162
Finland	22,340		2,300	3,400	2,930	103	152
France	22,795	3,435	2,900	4,200	2,990	127	184
Germany	24,406		3,100	4,600	3,190	127	188
Greece	10,950		1,100	1,800	1,490	100	164
Hong Kong	24,147		2,600	3,800	3,160	108	157
Hungary	4,275		600	900	610	133	204
Ireland	19,194		1,600	3,000	2,540	83	156
Israel	16,127		1,700	2,600	2,150	105	161
Italy	19,081		2,100	3,000	2,520	110	157
Japan	36,399	8,280	4,400	7,000	4,680	121	192
Kuwait	16,929		1,900	2,800	2,250	112	165
Malaysia	4,321		500	900	610	125	199
Mexico	3,529		500	800	500	130	235
Netherlands	22,307		2,800	4,000	2,930	126	179
New Zealand	15,100	1,625	1,600	2,400	2,020	106	159
Norway	33,360		4,000	5,200	4,300	120	156
Peru	2,490		300	800	360	129	317
Poland	3,362		400	800	480	113	241
Portugal	9,758		1,200	1,600	1,330	123	164
Russia	2,556		300	800	370	121	305
Saudi Arabia	6,899		900	1,200	960	136	175
South Africa	2,862		400	800	410	143	290
South Korea, 1997	10,063		1,200	1,700	1,370	119	169
South Korea, 1985	2,630	620	400	800	380	143	306
Spain	12,965		1,500	2,200	1,750	116	170
Sweden	24,670	3,106	2,800	3,900	3,230	113	158
Switzerland	34,397	7,525	4,200	7,400	4,430	122	215
Taiwan, 1997	12,457		1,400	2,000	1,680	112	161
Taiwan, 1985	5,901	956	800	1,100	820	139	186
Thailand	2,614		400	800	380	145	310
Trinidad	4,421		500	900	630	118	195
Turkey	2,854		300	800	410	133	284
United Kingdom	20,831	2,281	2,100	3,200	2,750	101	154
United States	28,206	3,472	3,300	4,500	3,670	117	160
Uruguay	5,857		700	1,100	820	121	179
Venezuela	3,678		400	800	520	114	223

Fonte: Tabela retirada do artigo de Miller (2000)

Tabela 6

DALYs atribuíveis à poluição do ar doméstico (2019), de acordo com a OMS, e o custo por DALY evitado e percentual do PIB per capita estimado por Ochalek *et al.*, 2018.

País	DALYs atribuíveis à poluição do ar doméstico (2019)	Custo por DALY evitado (Ochalek <i>et al.</i> , 2018)	%PIB <i>per capita</i> (2015 US\$)	Custo total evitado (US\$)
Antigua and Barbuda	0			0,00
Argentina	14.779	6.794	51	100.408.526,00
Barbados	0			0,00
Belize	1.384	4.808	99	6.654.272,00
Bolivia	62.020	2.505	81	155.360.100,00
Chile	0			0,00
Colombia	91.872	9.555	158	877.836.960,00
Costa Rica	4.366	18.262	162	79.731.892,00
Cuba	50.772			0,00
Dominican Republic	36.519	4.045	63	147.719.355,00
Ecuador	22.566	5.796	93	130.792.536,00
El Salvador	15.307	3.832	91	58.656.424,00
Grenada	533			0,00
Guatemala	196.686	1.473	38	289.718.478,00
Guyana	8.107	2130	52	17.267.910,00
Haiti	419.541	190	23	79.712.790,00
Honduras	99.622	2.242	89	223.352.524,00
Jamaica	11.250	2.466	47	27.742.500,00
Mexico	453.758	7.449	83	3.380.043.342,00
Nicaragua	53.830	3.674	176	197.771.420,00
Panama	10.797	14.446	109	155.973.462,00
Paraguay	47.444	5.797	142	275.032.868,00
Peru	112.147	4.756	79	533.371.132,00
Saint Lucia	413			0,00
Saint Vincent and the Grenadines	302			0,00
Suriname	1.639			0,00
Trinidad and Tobago	0			0,00
Uruguay	0			0,00
Venezuela	39.005	4.886	40	190.578.430,00
TOTAL	1.754.658			5.063.578.468,00

Fonte:

Tabela 7

Indicadores básicos para Guatemala, Honduras e Nicarágua em 2011/2012 (Pachauri *et al.*, 2018)

Indicador	Guatemala	Honduras	Nicarágua
Area (km ²)	107.160	111.890	120.340
População (milhões)	14,71	7,78	5,91
Urbanização (%)	50	52	58
População com eletricidade (%)	82	83	78
População que usa combustíveis não sólidos (%)	43	49	46
Participação da biomassa no uso total de energia final (%)	56	43	64

Tabela 8

Poluição do ar doméstica: perfis de alguns países latino-americanos

	Bolívia	Belize	Colômbia	El Salvador	Guatemala	Guiana	Haiti	Honduras
População total	10.671.000	332.000	48.321.000	6.340.000	15.468.000	800.000	10.317.00	8.303.771
Urbana (%)	68	44	76	66	51	28	56	54
Rural (%)	32	56	24	34	49	72	44	46
População que usa lenha (%)	23	14	14	19	64	6	92	54,46
Urbana (%)	6	20,5	1,3	8,2	29,1	<5	85,6	24,4
Rural (%)	75,4	< 5	52,6	51,4	88,3	13,6	> 95	89,1
População com acesso a GLP e eletricidade (%)	69	-	82	74	38	50	3	39
Número de domicílios que usam lenha	624.779	9.863	1.854.772	342.784	2.502.093	14.431	2.452.482	1.049.069
Número de mortes anuais por HAP	3.303	28	5.849	1.425	5.138	108	9.987	3.001
Número de mortes anuais de crianças do HAP	572	1	294	77	1.339	3	2.743	290
Preço do GLP (tanque de 25 lb) (USD)	3,28	-	12	15	14.16	-	-	13
Preço da eletricidade (Kw/h) (USD)	0,09	-	0,16	0,26	0,23	-	0,35	0,124
Preço da Lenha (USD)	70/ano	-	-	15/mês	767/ano	-	-	217/ano
Número de fogões eficientes construídos até agora	82.500		28.238	30.000	150.000	47	35.000	210.000
Tipo de tecnologia distribuída até o momento:	Fogão tipo <i>Malena</i> com construção in situ		Estufas leñeras eficientes, Huellas, Lorena, Dos Puestos, Rocket, Híbrido triangular, Híbrido lineal, Triangular con bloques refractarios, Riscaleña, Ecoestuga Catalán, Ecoestufa, Cocinas de Fundación Natura	Ecocina, Turbococina, Onil, Lorena in situ	10 modelos, incluindo <i>plancha</i> , Onil e Noya		Fogões de carbono, alguns fogões melhorados e alguns fogões solares	<i>Justa</i> , Environfit e outros
Custo da tecnologia (USD)	39,36		350	60 a 200	100 a 180			80 - 190

	Jamaica	México	Nicarágua	Panamá	Paraguai	Peru	Suriname
População total	2.784.000	122.332.000	6.080.000	3.864.000	6.802.000	30.376.000	539.000
Urbana (%)	54	79	58	66	59	78	66
Rural (%)	46	21	42	34	41	22	34
População que usa lenha (%)	11	15	53	15	42	34	11
Urbana (%)	-	<5	31,4	<5	33,4	11,5	11
Rural (%)	-	44,6	91,8	45,7	81,2	79,6	42
População com acesso a GLP e eletricidade (%)	91	86	42	-	51	58	-
Número de domicílios que usam lenha	132.882	5.696.902	838.662	157.656	668.736	2.798.258	-
Número de mortes anuais por HAP	554	14.292	2.805	576	2.774	6.549	54
Número de mortes anuais de crianças do HAP	13	745	260	43	182	443	3
Preço do GLP (tanque de 25 lb) (USD)	10,6	12	7-9,7	4,37	18	15	-
Preço da eletricidade (Kw/h) (USD)	0,08	0,06	0,09-0,2 <150 kWh	0,17	0,07	0,13	-
Preço da Lenha (USD)	-	-	55/mês	-	-	-	-
Número de fogões eficientes construídos até agora	-	561.926	-	230	-	301.088 Inkawasi (2009 -2012) 491.817 LP kits and 60.000 Inkawasi 2013	-
Tipo de tecnologia distribuída até o momento:	-	25 modelos incluindo Onil, Mexalit, Ecocina, Patsari, Lorena	Ecofogón	Ecojusta	-		
Custo da tecnologia (USD)		100-200	115	250	-	85	

Fonte: Household Air Pollution: Country Profiles – Documentos - Publicado em 09 Março 2016 - OPAS

Bibliografía consultada

- Albalak R, Frisancho AR, Keeler GJ. (1999) Domestic biomass fuel combustion and chronic bronchitis in two rural Bolivian villages. *Thorax*, 54 (11):1004-1008.
- Arnold, J. E. M., Köhlin, G., Persson, R. (2006) Woodfuels, livelihoods and policy interventions: Changing perspectives. *World Development*, 34 (3), 596–611.
- Báez-Saldaña R, Canseco-Raymundo A, Ixcot-Mejía B, Juárez-Verdugo I, Escobar-Rojas A, Rumbo-Nava U, Castillo-González P, León-Dueñas S, Arrieta O. (2021) Case-control study about magnitude of exposure to wood smoke and risk of developing lung cancer. *Eur J Cancer Prev*. 30 (6): 462-468.
- Barnes, D., Floor, W. (1996). Rural energy in developing countries: a challenge for economic development. *Annual Review of Energy and the Environment*, 21, 497- 530.
- Benka-Coker ML, Clark ML, Rajkumar S, Young BN, Bachand AM, Balmes JR, BrookR, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, Wilson A, L'Orange C, Good N, Quinn C, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel A, Peel JL. (2018) Exposure to Household Air Pollution from Biomass Cookstoves and Levels of Fractional Exhaled Nitric Oxide (FeNO) among Honduran Women. *Int J Environ Res Public Health*. 15 (11): 2544.
- Benka-Coker ML, Young BN, Keller JP, Walker ES, Rajkumar S, Volckens J, Good N, Quinn C, L'Orange C, Weller ZD, (2021) Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL, ClarkML. Impact of the wood-burning Justa cookstove on fine particulate matter exposure: A stepped-wedge randomized trial in rural Honduras. *Sci Total Environ*. 767: 144369.
- Betancourt-Peña J, Ávila-Valencia JC, Facundo-Duarte A. (2021) Effects of pulmonary rehabilitation in men compared to women with chronic obstructive pulmonary disease in Colombia. *Aquichan*. 21(1): e2116.
- Boardman, B. *Fixing Fuel Poverty. Challenges and Solutions*; Routledge: Londres, UK, 2009.
- Brent, R. J. (2011) An implicit price of a DALY for use in a cost-benefit analysis of ARVs, *Applied Economics*, 43:11, 1413-1421.
- Burke, P. J., Dundas, G. (2015). Female labor force participation and household dependence on biomass energy: evidence from national longitudinal data. *World Development*, 67, 424–437.
- Caballero A, Torres-Duque CA, Jaramillo C, Bolivar F, Sanabria F, Osorio P, Orduz P, Orduz C, Guevara DP, Maldonado D. (2008) Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study). *Chest*. 133(2):343-349.
- Calvo, R., Álamos, N., Huneus, N., O'Ryan, R. (2022) Energy poverty effects on policy-based PM2.5 emissions mitigation in southern and central Chile. *Energy Policy*, Elsevier, vol. 161(C).

- Cansino, J.M.; Moreno, R.; Quintana, D.; Roman-Collado, R. (2019) Health and Heating in the City of Temuco (Chile). Monetary Savings of Replacing Biomass with PV System in the Residential Sector. *Sustainability* 11, 5205.
- Cardoso, M. B., González, A. D. (2019) Residential Energy Transition and Thermal Efficiency In an Arid Environment of Northeast Patagonia, Argentina. *Energy for sustainable development* 50, 82-90.
- Cardoso, M. B., Ladio, A. H., & Lozada, M. (2012). The use of firewood in a Mapuche community in a semi-arid region of Patagonia, Argentina. *Biomass and Bioenergy* (4), 155–164.
- CEPAL. Encuesta nacional de leña consumo de leña en hogares y pequeña industria en Honduras. Informe final. 2011.
- Chávez-Zacarías R, Lindo-Cavero F, Caira-Chuquineyra B, Fernandez-Guzman D, Delgado-Flores CJ, Toro-Huamanchumo CJ, Urrunaga-Pastor D, Bendezu-Quispe G. (2022) Association between the Use of Biomass as Fuel for Cooking and Acute Respiratory Infections in Children under 5 Years of Age in Peru: An Analysis of a Population-Based Survey, 2019. *J Environ Public Health*. 2022: 4334794.
- Che, X.; Zhu, B.; Wang, P. (2021) Assessing Global Energy Poverty: An Integrated Approach. *Energy Policy* 149, 112099.
- Checkley W, Williams KN, Kephart JL, Fandiño-Del-Rio M, Steenland NK, Gonzales GF, *et al.* (2021) Effects of a household air pollution intervention with liquefied petroleum gas on cardiopulmonary outcomes in Peru. A randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 203(11): 1386–1397
- Clark ML, Bazemore H, Reynolds SJ, Heiderscheidt JM, Conway S, Bachand AM, Volckens J, Peel JL. (2011) A baseline evaluation of traditional cook stove smoke exposures and indicators of cardiovascular and respiratory health among Nicaraguan women. *Int J Occup Environ Health*. 17(2): 113-21.
- Cynthia, A.A., Edwards, R.D., Johnson, M., Zuk, M., Rojas, L., Jiménez, R.D., Riojas-Rodríguez, H., Masera, O. (2008) Reduction in personal exposures to particulate matter and carbon monoxide as a result of the installation of a Patsari improved cookstove in Michoacan Mexico. *Indoor Air* 18, 93–105.
- Daroudi R, Akbari Sari A, Nahvijou A, Faramarzi A. (2021) Cost per DALY averted in low, middle- and high-income countries: evidence from the global burden of disease study to estimate the cost-effectiveness thresholds. *Cost Eff Resour Alloc*. 19(1): 7.
- Díaz E, Smith-Sivertsen T, Pope D, Lie RT, Díaz A, McCracken J, Arana B, Smith KR, Bruce N. (2007) Eye discomfort, headache and back pain among Mayan Guatemalan women taking part in a randomised stove intervention. *J Epidemiology and Community Health*, 61:74-79.
- Estévez-García JA, Schilman A, Riojas-Rodríguez H, Berrueta V, Blanco S, Villaseñor-Lozano CG, Flores-Ramírez R, Cortez-Lugo M, Pérez-Padilla R. (2020) Women exposure

- to household air pollution after an improved cookstove program in rural San Luis Potosi, Mexico. *Sci Total Environ.* 702:134456.
- Estévez-García, J.A.; Schilman, A.; Riojas-Rodríguez, H.; Berrueta, V.; Blanco, S.; Villaseñor-Lozano, C.G.; Flores-Ramírez, R.; Cortez-Lugo, M.; Pérez-Padilla, R. (2020) Women Exposure to Household Air Pollution after an Improved Cookstove Program in Rural San Luis Potosi, Mexico. *Sci. Total Environ.* 702, 134456.
- Fandiño-Del-Rio M, Goodman D, Kephart JL, Miele CH, Williams KN, Moazzami M, *et al.* (2017) Effects of a liquefied petroleum gas stove intervention on pollutant exposure and adult cardiopulmonary outcomes (CHAP): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 18(1).
- Fandiño-Del-Rio M, Kephart JL, Williams KN, Shade T, Adekunle T, Steenland K, Naeher LP, Moulton LH, Gonzales GF, Chiang M, Hossen S, Chartier RT, Koehler K, Checkley W. (2022) Cardiopulmonary outcomes and Household Air Pollution (CHAP) Trial Investigators. Household Air Pollution Concentrations after Liquefied Petroleum Gas Interventions in Rural Peru: Findings from a One-Year Randomized Controlled Trial Followed by a One-Year Pragmatic Crossover Trial. *Environ Health Perspect.* 130(5):57007.
- García Ochoa, R.; Graizbord Ed, B. (2016) Privation of Energy Services in Mexican Households: An Alternative Measure of Energy Poverty. *Energy Res. Soc. Sci.* 18, 36–49.
- Gonzalez-Garcia M, Caballero A, Jaramillo C, Torres-Duque CA. (2019) Chronic bronchitis: High prevalence in never smokers and underdiagnosis-A population-based study in Colombia. *Chron Respir Dis* 16: 1-8.
- Gould, C.F.; Schlesinger, S.; Toasa, A.O.; Thurber, M.; Waters, W.F.; Graham, J.P.; Jack, D.W. (2018) Government Policy, Clean Fuel Access, and Persistent Fuel Stacking in Ecuador. *Energy for Sustainable Development* 46, 111–122.
- Guevara SV, Feicán EA, Peláez I, Valdiviezo WA, Montaleza MA, Molina GM, Ortega NR, Delgado JA, Chimbo LE, Hernandez MV, Sanin LH, Cervera R. (2020) Prevalence of Rheumatic Diseases and Quality of Life in the Saraguro Indigenous People, Ecuador: A Cross-sectional Community-Based Study. *J Clin Rheumatol.* 26 (7S Suppl 2): S139-S147.
- Hanna, R., & Oliva, P. (2015) The effect of pollution on labor supply: Evidence from a natural experiment in Mexico City. *Journal of Public Economics*, 122, 68–79.
- Heinzerling AP, Guarnieri MJ, Mann JK, *et al.* (2016) Lung function in woodsmoke-exposed Guatemalan children following a chimney stove intervention. *Thorax* 71(5):421-428.
- Helen, St G., Aguilar-Villalobos, M., Adetona, O., *et al.* (2015) Exposure of pregnant women to cookstove-related household air pollution in urban and periurban Trujillo, Peru. *Arch Environ Occup Health*, 70(1):10-8.
- Hiemstra-van der Horst, G., & Hovorka, A. J. (2008) Reassessing the “energy ladder”: Household energy use in Maun, Botswana. *Energy Policy*, 36(9), 3333–3344.

Hofflinger, A., Boso, A. (2021) Another one breathes the dust. The relation between severe air pollution episodes and school attendance in southern Chile, Local Environment, DOI: 10.1080/13549839.2021.1886065.

Household Air Pollution: Country Profiles – Documentos - Publicado em 09 Março 2016 - OPAS - <https://www.paho.org/en/topics/air-quality/household-air-pollution>. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>. Acessado em julho de 2022.

Huicho L, Trelles M, Gonzales F, Mendoza W, Miranda J. (2009) Mortality profiles in a country facing epidemiological transition: An analysis of registered data. BMC Public Health. 9(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-47> PMID: 19187553

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). Presentación de Resultados ENCEVI 2018. Available online: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encevi/2018/doc/encevi2018_presentacion_resultados.pdf

Inter-American Development Bank (2020) Clearing up the smoke: untapping the potential of tailored clean cooking programs in Latin America / Pauline Ravillard, Enrique Chueca Montuenga, David López Soto, Alberto Levy, Mauricio Tolmasquim, Iván Logrosan, Álvaro Cano, Michelle Hallack.

IQAir, 2021. World Air Quality Report. Available online: <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>.

Jorquera, H., Villalobos, A.M., Schauer, J.J. (2021). Wood burning pollution in Chile: A tale of two mid-size cities. Atmos. Pollut. Res. 12, 50–59.

Kelly, F.J.; Fussell, J.C. (2011) Air pollution and airway disease. Clin. Exp. Allergy 41, 1059–1071.

Kephart JL, Fandiño-Del-Río M, Williams KN, Malpartida G, Lee A, Steenland K, Naeher LP, Gonzales GF, Chiang M, Checkley W, Koehler K. (2021) CHAP trial Investigators. Nitrogen dioxide exposures from LPG stoves in a cleaner-cooking intervention trial. Environ Int. 146:106196.

Kirkwood BR, Gove S, Rogers S, Lob-Levyt J, Arthur P, *et al.* (1995) Potential interventions for the prevention of childhood pneumonia in developing countries: a systematic review. Bull World Health Organ. 73:793–798.

Link, C. F., Axinn, W. G., & Guimire, D. G. (2012). Household energy consumption: Community context and the fuelwood transition. Social Science Research, 41(3), 598–611.

Maas A, Kothe H, Centeno IP, Gutiérrez Leiva MJ, Dalhoff K. (2020) Prevalence of Chronic Bronchitis and Respiratory Health Profile of a Population Exposed to Wood Smoke in Nicaragua. J Health Pollut. 10(26):200607.

Martínez-Salinas RI, Pérez-Maldonado IN, Batres-Esquivel LE, Flores-Ramírez R, Díaz-Barriga F. (2012) Assessment of DDT, DDE, and 1-hydroxypyrene levels in blood and urine samples in children from Chiapas Mexico. Environ Sci Pollut Res Int. 19(7): 2658-2666.

- Masera, O. R., Saatkamp, B. D., & Kammen, D. M. (2000) From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model. *World Development*, 28(12), 2083–2103.
- Maximov, S., Mehmood, S., Friedrich, D. (2021). Multi-objective optimisation of a solar district heating network with seasonal storage for conditions in cities of southern Chile. *Sustainable Cities and Society*. 73. 103087.
- Miller, T. (2000) Variations between countries in values of statistical life. *Journal of Transport Economics and Policy*, 34(2), 169–188.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018) Cuarto reporte del estado del medio ambiente. Technical report. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente, (2014) Planes de Descontaminación Atmosférica: Estrategia 2014-2018, p. 34. http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/articles-56174_Plan_Descont_Atmosferica_2014_2018.pdf.
- Morales-Máximo, M.; Rutiaga-Quiñones, J.G.; Masera, O.; Ruiz-García, V.M. (2022) Briquettes from *Pinus* spp. Residues: Energy Savings and Emissions Mitigation in the Rural Sector. *Energies* 15, 3419.
- Morgan BW, Grigsby MR, Siddharthan T, Chowdhury M, Rubinstein A, Gutierrez L, Irazola V, Miranda JJ, Bernabe-Ortiz A, Alam D, Wise RA, Checkley W. (2019) Epidemiology and risk factors of asthma-chronic obstructive pulmonary disease overlap in low- and middle-income countries. *J Allergy Clin Immunol*. 143(4): 1598-1606.
- Mundaca, L. (2013) Climate change and energy policy in Chile: Up in smoke? *Energ Policy*, 52, 235–248.
- Murray CJ, Lopez AD. (1996) Evidence-based health policy--lessons from the Global Burden of Disease Study. *Science*. 274(5288):740-743.
- Naeher, L.P.; Brauer, M.; Lipsett, M.; Zelikoff, J.T.; Simpson, C.D.; Koenig, J.Q.; Smith, K.R. (2007) Woodsmoke Health Effects: A Review. *Inhal. Toxicol*. 19, 67–106. Nuño, N., Mäusezahl, D., Hattendorf, J. *et al.* (2022) Effectiveness of a home-environmental intervention package and an early child development intervention on child health and development in high-altitude rural communities in the Peruvian Andes: a cluster-randomised controlled trial. *Infect Dis Poverty* 11, 66.
- Ochalek J, Lomas J, Claxton K. (2018) Estimating health opportunity costs in low- income and middle-income countries: a novel approach and evidence from cross- country data. *BMJ Glob Health* 3:e000964.
- Ortega-Martínez A, Pérez-Rubio G, Ramírez-Venegas A, Ramírez-Díaz ME, Cruz- Vicente F, Martínez-Gómez ML, Ramos-Martínez E, Abarca-Rojano E, Falfán- Valencia R. (2020) Participation of HHIP Gene Variants in COPD Susceptibility, Lung Function, and Serum and Sputum Protein Levels in Women Exposed to Biomass-Burning Smoke. *Diagnostics (Basel)* 10(10):734.

- Pachauri S, Rao ND, Cameron C (2018) Outlook for modern cooking energy access in Central America. *PLoS ONE* 13(6):e 0197974. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197974>
- Palacios-Ramírez, A., Flores Ramírez, R., Pérez-Vázquez, F. J., Rodríguez-Aguilar, M., Schilman, A., Riojas-Rodríguez, H., Van Brussel, E., & Díaz-Barriga, F. (2018) Evaluación de la exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos y partículas en suspensión (PM_{2,5}) por quema de biomasa en una zona indígena del Estado de San Luis Potosí, México. *Revista De Salud Ambiental*, 18(1), 29–36.
- Paredes Mamani, R. P. (2020) Efecto de factores ambientales y socioeconómicas del hogar sobre la desnutrición crónica de niños menores de 5 años en el Perú. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 226–237.
- Perez-Fargallo, A., Bienvenido-Huertas, D., Rubio-Bellido, C., Trebilcock, M. (2020) Energy poverty risk mapping methodology considering the User's thermal adaptability: the case of Chile. *Energ. Sustain. Dev.* 58, 63–77.
- Pérez, G.; Islas-Samperio, J.M.; Grande-Acosta, G.K.; Manzini, F. (2022) Socioeconomic and Environmental Aspects of Traditional Firewood for Cooking on the Example of Rural and Peri-Urban Mexican Households. *Energies* 15, 4904.
- Pinto M, Santos M, Trajman A. (2016) Limiar de custo-efetividade: uma necessidade para o Brasil? *J Bras Econ Saúde* 8: 58-60.
- Piracón JAB, Vallejo LAM, Cortés MAQ, Vasquez YA, Achury NJM, Cerón LCB, Hernández MA. (2021) Spirometry parameter alterations due to exposure to indoor air pollutants in rural homes in Bogotá, Colombia. *Environ Sci Pollut Res Int.* 28 (40): 57275-57287.
- Pollard, S.L.; Williams, K.N.; O'Brien, C.J.; Winiker, A.; Puzzolo, E.; Kephart, J.L.; Fandiño-Del-Río, M.; Tarazona-Meza, C.; Grigsby, M.R.; Chiang, M.; *et al.* (2018) An Evaluation of the Fondo de Inclusión Social Energético Program to Promote Access to Liquefied Petroleum Gas in Peru. *Energy for Sustainable Development* 46, 82–93., doi:10.1016/j.esd.2018.06.001.
- Pope, D., Bruce, N., Dherani, M., Jagoe, K., Rehfuess, E., (2017) Real-life effectiveness of 'improved' stoves and clean fuels in reducing PM_{2.5} and CO: systematic review and meta-analysis. *Environ. Int.* 101, 7–18.
- Rajkumar S, Clark ML, Young BN, Benka-Coker ML, Bachand AM, Brook RD, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Good N, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL. (2018) Exposure to household air pollution from biomass-burning cookstoves and HbA1c and diabetic status among Honduran women. *Indoor Air* 1– 13.
- Rajkumar S, Young BN, Clark ML, Benka-Coker ML, Bachand AM, Brook RD, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Good N, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL. (2019) Household air pollution from biomass-burning cookstoves and metabolic syndrome, blood lipid concentrations, and waist circumference in Honduran women: A cross-sectional study. *Environ Res.* 170: 46-55.

- Ramos, C.; Cañedo-Mondragón, R.; Becerril, C.; González-Ávila, G.; Esquivel, A.L.; Torres-Machorro, A.L.; Montaña, M. (2021) Short-Term Exposure to Wood Smoke Increases the Expression of Pro-Inflammatory Cytokines, Gelatinases, and TIMPs in Guinea Pigs. *Toxics* 9, 227.
- Recillas-Román S, Montaña M, Ruiz V, Pérez-Ramos J, Becerril C, Herrera I, Amador-Muñoz O, Martínez-Domínguez YM, Ramos C. (2021) Wood Smoke Extract Promotes Extracellular Matrix Remodeling in Normal Human Lung Fibroblasts. *Int J Toxicol.* 40(6):506-516.
- Remais JV, Zeng G, Li G, Tian L, Engelgau MM. (2013) Convergence of non-communicable and infectious diseases in low- and middle-income countries. *Int J Epidemiol.* 42(1):221–227. <https://doi.org/10.1093/ije/dys135> PMID: 23064501
- Rey-Ares L, Irazola V, Althabe F, Sobrino E, Mazzoni A, Serón P, Lanás F, Calandrelli M, Rubinstein A. (2016) Lower tract respiratory infection in children younger than 5 years of age and adverse pregnancy outcomes related to household air pollution in Bariloche (Argentina) and Temuco (Chile). *Indoor Air.* 26(6):964-975.
- Reyes, C., (2021) Firewood Culture: Consumption and Storage (in Spanish); Dissertation. Pontificia Universidad Católica de Chile. Available at: <http://shorturl.at/oFUVZ>
- Rodríguez-Aguilar M, Díaz de León-Martínez L, García-Luna S, Gómez-Gómez A, González-Palomo AK, Pérez-Vázquez FJ, Díaz-Barriga F, Trujillo J, Flores-Ramírez R. (2019) Respiratory health assessment and exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in Mexican indigenous population. *Environ Sci Pollut Res Int.* 26(25):25825-25833.
- Rodríguez-Aguilar M, Díaz de León-Martínez L, Gorocica-Rosete P, Padilla RP, Thirión-Romero I, Ornelas-Rebolledo O, Flores-Ramírez R. (2020) Identification of breath-prints for the COPD detection associated with smoking and household air pollution by electronic nose. *Respir Med.* 163:105901.
- Rosenthal, J., Quinn, A., Grieshop, A.P., Pillarissetti, A., Glass, R.I., (2018) Clean cooking and the SDGs: Integrated analytical approaches to guide energy interventions for health and environment goals. *Energy for Sustainable Development* 42, 152–159.
- Ruiz-Vera T, Pruneda-Álvarez LG, Ochoa-Martínez AC, Ramírez-García Luna JL, Pierdant-Pérez M, Gordillo-Moscoso AA, Pérez-Vázquez FJ, Pérez-Maldonado IN. (2015) Assessment of vascular function in Mexican women exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons from wood smoke. *Environ Toxicol Pharmacol.* 40(2): 423- 429.
- Saenz JL, Adar SD, Zhang YS, Wilkens J, Chattopadhyay A, Lee J, Wong R. (2021) Household use of polluting cooking fuels and late-life cognitive function: A harmonized analysis of India, Mexico, and China. *Environ Int.* 156: 106722.
- Sanchez-Samaniego G, Mausezahl D, Carcamo C, Probst-Hensch N, Verastegui H, Maria Hartinger S (2022) Metabolic syndrome in rural Peruvian adults living at high altitudes using different cookstoves. *PLoS ONE* 17(2): e0263415.

- Sarigiannis, D.A., Karakitsios, S.P., Kermenidou, M.V., (2015). Health Impact and Monetary Cost of Exposure to Particulate Matter Emitted from Biomass Burning in Large Cities. *Sci. Total Environ.* 524-525, 319–330
- Schilman A, Riojas-Rodríguez H, Catalán-Vázquez M, Estevez-García JA, Masera O, Berrueta-Soriano V, Armendariz-Arnez C, Pérez-Padilla R, Cortez-Lugo M, Rodríguez-Dozal S, Romieu I. (2019) A follow-up study after an improved cookstove intervention in rural Mexico: Estimation of household energy use and chronic PM_{2.5} exposure. *Environ Int.* 131:105013.
- Schilman A, Riojas-Rodríguez H, Ramírez-Sedeño K, Berrueta VM, Pérez-Padilla R, Romieu I. (2015) Children's Respiratory Health After an Efficient Biomass Stove (Patsari) Intervention. *Ecohealth.* 12(1):68-76.
- Schueftan, A., Sommerhof, J., & González, A. D. (2016) Firewood demand and energy policy in south-central Chile. *Energy for Sustainable Development*, 33, 26–35.
- Smith K.R., McCracken J.P., Weber M.W., Hubbard A., Jenny A., Thompson L.M., Balmes J., Díaz A., Arana B., Bruce N. (2011) Effect of reduction in household air pollution on childhood pneumonia in Guatemala (RESPIRE): a randomized controlled trial. *The Lancet* Vol 378(12).
- Solís, R., Richard Toro A., Luis Gomez, Andrés M. Vélez-Pereira, Manuela López, Zoë Louise Fleming, Nicolás Fierro, Manuel Leiva G., (2022) Long-term airborne particle pollution assessment in the city of Coyhaique, Patagonia, Chile, *Urban Climate*, Volume 43.
- Stabridis, O., van Gameren, E. (2018) Exposure to firewood: Consequences for health and labor force participation in Mexico, *World Development*, Elsevier, vol. 107,(C), pages 382-395.
- Thomas E, Douterlungne D, Vandebroek I, Heens F, Goetghebeur P, Van Damme P. (2011) Human impact on wild firewood species in the rural Andes community of Apillapampa, Bolivia. *Environ Monit Assess.* 178(1-4): 333-347.
- Tolvett, S. (2015) Futuro de la calefacción en Chile: Opciones y Consecuencias: Technical report, Ministerio del Medio Ambiente.
- Torres, R., Baker, N., Vega, G., Peres, F., Maldonado Alcaíno, A.K., Caceres, D. (2020) The effect of short-term of fine particles on daily respiratory emergency in cities contaminated with wood smoke. *Global Journal of Environmental Science and Management.* 7. 15-32.
- Troncoso, K., Segurado, P., Aguilar, M., Soares da Silva, A. (2019) Adoption of LPG for cooking in two rural communities of Chiapas, Mexico, *Energy Policy*, Elsevier, vol. 133(C).
- Troncoso, K., Smith, K. R., Galeano, A., Torres, R., & Soares da Silva, A. (2018) Afecciones respiratorias por el uso de leña y carbón en comunidades de Paraguay. *Pediatría (Asunción)*, 45(1), 45-52.

- United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda For Sustainable Development. United Nations – Sustainable Development knowledge platform. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Calvo, R., Labraña, J., Oyarzún, T., Valencia, F., (2019) Quality as a hidden dimension of energy poverty in middle-development countries. Literature review and case study from Chile. *Energy Build.* 204, 109463.
- van der Kroon, B., Brouwer, R., & van Beukering, P. J. (2013) The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 504–513.
- Vásquez Lavin, F.; Barrientos, M.; Castillo, Á.; Herrera, I.; Ponce Oliva, R.D. (2020) Firewood Certification Programs: Key Attributes and Policy Implications. *Energy Policy* 137, 111160.
- Walker ES, Clark ML, Young BN, Rajkumar S, Benka-Coker ML, Bachand AM, Brook RD, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Africano S, Osorto Pinel AB, Good N, Koehler K, Peel JL. (2020) Exposure to household air pollution from biomass cookstoves and self-reported symptoms among women in rural Honduras. *Int J Environ Health Res.* 30(2):160-173.
- Wang X, Franco J, Masera OR, Troncoso K, Rivera MX (2013) What have we learned about household biomass cooking in Central America? *Central America: World Bank.* 76222 76222. pp. 134 p.
- WB-ESMAP (2010) Central America Regional Programmatic Study for the Energy Sector: General Issues and Options. Washington D.C.: World Bank.
- Weinstein JR, Diaz-Artiga A, Benowitz N, Thompson LM. (2020) Reductions in urinary metabolites of exposure to household air pollution in pregnant, rural Guatemalan women provided liquefied petroleum gas stoves. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 30(2): 362-373.
- Woolley, K., S. E. Bartington, S.E., F. D. Pope, M. J. Price, G. N. Thomas, and T. Kabera (2021) Biomass cooking carbon monoxide levels in commercial canteens in Kigali, Rwanda, *Archives of Environmental & Occupational Health*, 76 (2), 75–785. World Bank (2004) Evaluation of improved stove programs in Guatemala: final report of project case studies. ESMAP Technical paper No. 60. Washington, DC: World Bank.
- World Health Organization (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. Licença: CC BY- NC-SA 3.0 IGO. Acessado em julho de 2022.
- World Health Organization (2021c) Household energy policy repository: a compilation of policies promoting access to clean energy for household cooking, heating and lighting. Geneva: World Health Organization; 2021. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

World Health Organization (2022) Household air pollution and health. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>. Acessado em julho de 2022.

World Health Organization (2022b) Defining Clean Fuels and Technologies Available online: <https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean>. Acessado em julho de 2022.

Young BN, Clark ML, Rajkumar S, Benka-Coker ML, Bachand A, Brook RD, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Good N, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL. (2019b) Exposure to household air pollution from biomass cookstoves and blood pressure among women in rural Honduras: A cross-sectional study. *Indoor Air*. 29(1):130-142.

Young, B., Clark, M., Rajkumar, S., Benka-Coker, M., Bachand, A., Brook, R., Nelson, T., Volckens, J., Reynolds, S., L'Orange, C., Good, N., Koehler, K., Africano, S., Osorto Pinel, A., Peel, J., (2019a). Exposure to household air pollution from biomass cookstoves and blood pressure among women in rural Honduras: a cross-sectional study. *Indoor Air* 29 (1), 130–142.

Yucra S, Tapia V, Steenland K, Naeher LP, Gonzales GF. (2014) Maternal exposure to biomass smoke and carbon monoxide in relation to adverse pregnancy outcome in two high altitude cities of Peru. *Environ Res*. 130:29-33.

Zhou Y, Tol R (2005) Valuing the health impacts from particulate air pollution in Tianjin. Working Paper FNU-89, Research Unit on Sustainability and Climate Change. Hamburg University and Centre for Marine and Atmospheric Science.

Pobreza Energética na América Latina

