

Luiz Fernando Ferraz da Silva

**Efeito da exposição à queima de biomassa na
prevalência de sintomas e na função respiratória
em uma comunidade do interior do Brasil**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para a obtenção do título de
Doutor em Ciências

Área de Concentração: Patologia
Orientadora: Prof^ª Dr^ª Marisa Dolhnikoff

São Paulo
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Luiz Fernando Ferraz da Silva

**Efeito da exposição à queima de biomassa na
prevalência de sintomas e na função respiratória em
uma comunidade do interior do Brasil**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para a obtenção do título de
Doutor em Ciências

Área de Concentração: Patologia
Orientadora: Prof^a Dr^a Marisa Dolhnikoff

São Paulo
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Silva, Luiz Fernando Ferraz da

Efeito da exposição à queima de biomassa na prevalência de sintomas e na função respiratória em uma comunidade do interior do Brasil / Luiz Fernando Ferraz da Silva. -- São Paulo, 2010.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Patologia.

Orientadora: Marisa Dolhnikoff.

Descritores: 1.Biomassa 2.Sinais e sintomas respiratórios 3.Testes de função respiratória 4.Material particulado 5.Doença pulmonar obstrutiva crônica 6.Concentração

USP/FM/DBD-212/10

*À minha amada esposa, **Fabíola**, que
com toda a compreensão, carinho e
apoio demonstrados diuturnamente,
revela-se a cada dia um porto mais
seguro tanto para meu descanso e deleite
nas calmarias como para meu abrigo nas
tempestades*

*Aos meus pais, **Eunice e Gilmar**, por
todo o esforço e dedicação que foram
fundamentais para que eu chegasse até
aqui com entusiasmo e força para todos
os desafios vindouros*

AGRADECIMENTOS

A seguir, os meus sinceros e profundos agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a execução deste trabalho:

À minha querida orientadora, Marisa Dolhnikoff, que não apenas me doou seu tempo e sua prestimosa condução científica neste trabalho, mas que também me honrou com sua amizade, seus conselhos e, sobretudo, sua confiança desde os meus primeiros passos na patologia, deixando sentimentos e marcas que não podem ser simplesmente transcritas;

Ao caro Professor Saldiva (Pepino), mentor intelectual de grande parte deste trabalho, pelo estímulo não apenas para que eu o desenvolvesse, mas também pelo acompanhamento, pelas discussões de idéias deste e de outros trabalhos. Um agradecimento ainda mais especial pela confiança em mim depositada durante todo este período e pelo exemplo que representa (não apenas para mim) como professor e profissional acadêmico;

À Sílvia Saldiva pelo imprescindível apoio na coordenação da equipe de campo durante a coleta de grande parte dos dados utilizados neste projeto.

À Thais Mauad pelas relevantes sugestões ao aperfeiçoamento deste projeto e também por todo o excelente convívio pessoal e profissional que mantém comigo desde a minha chegada;

A todos os amigos do Laboratório de Patologia Pulmonar que acompanharam de perto os diversos passos e percalços deste trabalho sempre prontos a compartilhar, entre uma reunião científica e outra, um ombro amigo, uma risada, um congresso, um “poster”, uma piada, um “trash”, uma jogatina ou um simples bate-papo de fim de tarde.

A todos vocês o meu carinho e a certeza de que estes momentos ficarão para sempre guardados.

Aos diretores do Projeto Bandeira Científica 2005 (Andreza, Carla, Débora, Gabriella, Lilian, Livia, Maíra, Marilena, Natália, Fernando, Higor e Igor) em nome de quem agradeço a todos os demais participantes do Projeto Bandeira Científica que com empenho, dedicação e competência participaram na coleta de diversos dados utilizados na elaboração do presente trabalho, além de prestar assistência em saúde a todos os pacientes da região, o que motiva o grande orgulho que tenho dos participantes deste projeto que tenho a honra de coordenar.

À Regiani Oliveira do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LIM05) pelo apoio técnico na avaliação da refletância dos filtros expostos.

À Cristina Guedes, pela colaboração e orientação de uso dos espirômetros portáteis.

Ao Dr. Carlos Sampaio, pelo apoio no suporte clínico durante a realização dos testes de função pulmonar deste trabalho.

À prefeitura de João Câmara – RN por abrir as portas do município para a realização do Projeto Bandeira Científica 2005 e do presente trabalho.

A todos os funcionários e professores do Departamento de Patologia que, desde que aqui cheguei, demonstraram seu apoio e confiança e tratando-me com todo o carinho e respeito, fazendo com que, a cada dia que aqui entro, me sinta cada vez mais “em casa”.

Ao Professor Cesar Timo-Iaria (*in memoriam*) que embora não tenha participado diretamente deste trabalho (com coleta de dados, análises, sugestões, revisões ou qualquer coisa do tipo), foi o grande responsável, durante 5 anos da graduação, por despertar a minha curiosidade pela ciência e pela pesquisa, por lançar o alicerce da

minha formação científica; e por despertar meus primeiros desejos em seguir a carreira acadêmica. Enfim, acho que posso dizer que ele acabou por ter grande participação neste trabalho.

E por fim, um muito obrigado a todos os indivíduos incluídos no presente estudo, que nos abriram as portas de seus lares, nos revelaram suas diversas informações, fazendo com que os dados aqui apresentados ultrapassassem os limites das meras significâncias estatísticas, passando a ser parte da representação clara e inegável da luta, da dor, do êxtase, do sentimento e sobretudo da humanidade de cada indivíduo.

*"Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo,
participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade."*

Marie Sklodowska-Curie

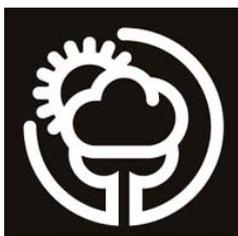
NORMATIZAÇÃO

Esta tese segue as seguintes normas em vigor no momento de sua publicação:

Referências: Foi utilizado o modelo do *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver) através do gerenciador bibliográfico Endnote[®] X1 (Thompson inc[®]);

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2^a ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005;

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.



O CO₂ emitido em diferentes etapas de realização do presente trabalho foram compensadas com o plantio de 12 árvores no sítio Estrela d'Alva em Brotas – SP.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas	xi
Lista de figuras	xiv
Lista de tabelas	xviii
Resumo	xx
Summary	xxii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Projeto Bandeira Científica	1
1.1.1 O Projeto	1
1.1.2 Histórico	2
1.1.3 Objetivos e valores	3
1.2 Poluição ambiental e doméstica	10
2. OBJETIVOS	21
3. MÉTODOS	22
3.1 População de estudo	22
3.1.1 Aspectos históricos	22
3.1.2 Dados populacionais	24
3.1.3 Infra-estrutura e indicadores de saúde	28
3.1.4 Cálculo da amostra	28
3.2 Caracterização social e econômica dos domicílios	30
3.3 Avaliação da exposição	30
3.4 Avaliação dos sintomas respiratórios	34
3.5 Avaliação da função pulmonar	35
3.6 Análise estatística	40

4. RESULTADOS	41
4.1 Informações demográficas e populacionais	41
4.2 Exposição ao material particulado	46
4.3 Prevalência dos sintomas respiratórios e oculares	49
4.4 Alterações na função pulmonar	56
5. DISCUSSÃO	68
6. CONCLUSÕES	83
7. ANEXOS	84
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

LISTA DE ABREVIATURAS

%CVFpred	Percentual da CVF predita
%VEF ₁ pred	Percentual do VEF ₁ predito
A	Indivíduos adultos com 20 anos ou mais
AL	Alagoas
BC	Bronquite crônica
BM	Biomassa
BMC	Associação médica britânica (em inglês)
BMD	Biomassa dentro do domicílio
BMF	Biomassa fora do domicílio
CE	Carga de exposição
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Ch	Chiado
CO	Monóxido de carbono
CVF	Capacidade vital forçada
Cz	Coriza
D	Dispnéia
DALY	Anos de vida perdidos ajustados por incapacidade (em inglês)
DIQ	Intervalo interquartil
DP	Desvio padrão
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
ePM _{2,5}	Estimativa da concentração de PM _{2,5}
F	Feminino
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

GLP	Gás liquefeito de petróleo
GOLD	Iniciativa global para as doenças pulmonares obstrutivas (em inglês)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC 95%	Intervalo de confiança de 95%
IDH	Índice de desenvolvimento humano
IL	Interleucina
IR	Índice de refletância
ISAAC	Estudo internacional de asma e alergias na infância (em inglês)
J	Indivíduos jovens, com menos de 20 anos
LIM	Laboratório de investigação médica
M	Masculino
MA	Maranhão
MG	Minas Gerais
MS	Mato Grosso do Sul
N	Não
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
NS	Não significativo
NSA	Não se aplica
NT	Não tabagista
O	Lacrimejamento / Coceira ocular
OR	Razão de chances (em inglês)
PFP	Prova de função pulmonar
PM	Material particulado
PM ₁₀	Material particulado com diâmetro menor que 10 micrômetros
PM _{2,5}	Material particulado com diâmetro menor que 2,5 micrômetros

Pn	Pneumonia
R\$	Reais
RN	Rio Grande do Norte
RO	Rondônia
RR	Risco relativo
S	Sim
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SP	São Paulo
T	Tabagista
Ts	Tosse produtiva (com catarro)
USP	Universidade de São Paulo
VEF ₁	Volume expiratório final no primeiro segundo
Δt	Tempo de uso do tipo de combustível em anos

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1* – Fotografias de diferentes expedições do Projeto Bandeira Científica. _____ 4
- Figura 2* – Atividades desenvolvidas no Projeto Bandeira Científica pelas áreas da saúde. _____ 6
- Figura 3* – Atividades de coleta de dados no Projeto Bandeira Científica. _____ 8
- Figura 4* – Representação esquemática da relação do tipo de combustível utilizado como fonte de energia em atividades domésticas com a prosperidade econômica. ____ 14
- Figura 5* – Distribuição cartográfica do percentual de população por país utilizando biomassa como fonte de energia para atividades domésticas. _____ 14
- Figura 6* – João Câmara – Localização geográfica e imagem aérea e por satélite. ____ 24
- Figura 7* – Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano no Brasil. _____ 26
- Figura 8* – Fases do processamento da castanha de caju. _____ 27
- Figura 9* – Exemplo dos papéis filtro retirados dos domicílios estudados. _____ 31
- Figura 10* – Representação fotográfica do uso de biomassa como combustível dentro do domicílio e fora dele. _____ 35

Figura 11 – Espirômetro acoplado a computador em execução do software no módulo infantil com analogia à fábula dos três porquinhos.	36
Figura 12 – Representação esquemática resumida do desenho do estudo.	39
Figura 13 – Concentração de material particulado PM _{2,5} em µg/m ³ em cada um dos grupos de exposição.	47
Figura 14 – Correlação entre as medidas diretas de concentração de material particulado PM _{2,5} em µg/m ³ e o índice de refletância.	48
Figura 15 – Valores estimados de PM _{2,5} (e PM _{2,5}) em µg/m ³ em cada um dos grupos de exposição.	49
Figura 16 – Representação esquemática das razões de chances estatisticamente significativas para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos adultos (20 anos ou mais).	53
Figura 17 – Representação esquemática das razões de chances estatisticamente significativas para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos jovens (menos de 20 anos).	55
Figura 18 – Comparação do %VEF ₁ pred entre os indivíduos jovens (menos de 20 anos) de acordo com o grupo de exposição.	57

Figura 19 – Comparação da relação VEF ₁ /CVF entre os indivíduos jovens (menos de 20 anos) de acordo com o grupo de exposição.	58
Figura 20 – Comparação do %VEF ₁ pred entre os indivíduos adultos (20 anos ou mais) de acordo com o grupo de exposição.	61
Figura 21 – Comparação da relação VEF ₁ /CVF entre os indivíduos jovens (menos de 20 anos) de acordo com o grupo de exposição.	62
Figura 22 – Correlação entre o %VEF ₁ pred e o tempo de exposição em anos.	64
Figura 23 – Correlação entre o VEF ₁ /CVF e o tempo de exposição em anos.	65
Figura 24 – Correlação entre o %VEF ₁ pred e a medida estimada de exposição ao PM _{2,5} (ePM _{2,5}).	65
Figura 25 – Correlação entre o VEF ₁ /CVF e a medida estimada de exposição ao PM _{2,5} (ePM _{2,5}).	66
Figura 26 – Correlação entre o %VEF ₁ pred e a carga de exposição (ePM _{2,5} -ano).	66
Figura 27 – Correlação entre o VEF ₁ /CVF e a carga de exposição (ePM _{2,5} -ano).	67

Figura 28 – Representação esquemática dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos no desenvolvimento dos sintomas e alterações funcionais secundárias à exposição à biomassa. _____ 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados demográficos e populacionais dos indivíduos adultos, com 20 anos ou mais. _____ 42

Tabela 2 – Dados demográficos e populacionais dos indivíduos jovens, com menos de 20 anos. _____ 43

Tabela 3 – Dados de saúde geral dos indivíduos adultos, com 20 anos ou mais. _____ 44

Tabela 4 – Dados de saúde geral dos indivíduos jovens, com menos de 20 anos. _____ 44

Tabela 5 – Dados de saúde respiratória prévia dos indivíduos adultos, com 20 anos ou mais. _____ 45

Tabela 6 – Dados de saúde respiratória prévia dos indivíduos jovens, com menos de 20 anos. _____ 46

Tabela 7 – Prevalência de sintomas respiratórios indivíduos adultos (20 anos ou mais) de acordo com os grupos de exposição. _____ 50

Tabela 8 – Prevalência de sintomas respiratórios indivíduos jovens (com menos de 20 anos) de acordo com os grupos de exposição. _____ 51

Tabela 9 – Razão de chances para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos adultos (20 anos ou mais)._____ 52

Tabela 10 – Razão de chances para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos jovens (menos de 20 anos)._____ 54

Tabela 11 – Parâmetros dos testes de função pulmonar nos indivíduos jovens (com menos de 20 anos) de acordo com o grupo de exposição._____ 57

Tabela 12 – Parâmetros dos testes de função pulmonar nos indivíduos adultos (20 anos ou mais) de acordo com o grupo de exposição._____ 60

Tabela 13 – Dados demográficos, sintomas, função pulmonar e características de exposição ao material particulado nos indivíduos com obstrução fixa de vias aéreas. 63

RESUMO

Introdução: O uso de biomassa como combustível para aquecimento e preparação de alimentos vem sendo considerado como um importante fator associado à prevalência aumentada de sintomas respiratórios e à perda de função pulmonar. No presente estudo apresentamos os efeitos respiratórios da exposição crônica à combustão de biomassa (BM) dentro (BMD) ou fora (BMF) do domicílio em uma população do interior do Brasil e comparamos os resultados aos de indivíduos da mesma população que utilizam gás liquefeito de petróleo (GLP).

Métodos: Foram incluídos 1402 indivíduos em 260 domicílios divididos em três grupos de acordo com a exposição (GLP, BMD, BMF). Os sintomas respiratórios foram avaliados utilizando questionários validados. O índice de refletância de filtros de papel foi utilizado para avaliar a exposição à biomassa. Em 48 domicílios a concentração de material particulado $PM_{2,5}$ também foi quantificada. Provas de função pulmonar (PFP) foram realizadas em 120 indivíduos.

Resultados: O índice de refletância correlacionou-se diretamente com a concentração de $PM_{2,5}$ ($r=0,92$, $p<0,001$) e foi portanto utilizado para estimar a exposição ($ePM_{2,5}$). Demonstramos aumento significativo do $ePM_{2,5}$ no grupo BMD e BMF em comparação com o grupo GLP ($p<0,001$). Houve ainda aumento significativo da razão de chances (OR) para tosse produtiva, chiado e dispnéia nos adultos expostos à BMD (OR=2,93, 2,33, 2,59, respectivamente) e BMF (OR=1,78, 1,78, 1,80, respectivamente) em comparação com o grupo GLP. As PFP demonstraram que tanto o grupo BM-não-tabagista como GLP-tabagista apresentaram redução no % do VEF_1 predito e na relação

VEF₁/CVF quando comparado com GLP-não-tabagista (p=0,002), o mesmo ocorrendo para o grupo BM-tabagista, em relação a todos os demais (p<0,05). A prevalência de obstrução de vias aéreas encontrada no grupo BM-não-tabagista e GLP-tabagista foi semelhante (20%) e menor do que a observada no grupo BM-tabagista (33%). A PFP correlacionou-se inversamente com o tempo de exposição e a concentração de ePM_{2,5} (p<0,001).

Conclusões: A exposição crônica à combustão de biomassa está associada com o aumento da prevalência de sintomas respiratórios, redução da função pulmonar e desenvolvimento de doença pulmonar obstrutiva crônica. Esses efeitos estão associados com a duração e magnitude da exposição e são potencializadas pelo tabagismo.

Descritores: 1-Biomassa; 2-Sinais e sintomas respiratórios; 3-Testes de Função Respiratória; 4-Material particulado; 5-Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

SUMMARY

Introduction: The use of biomass fuels for cooking and heating is considered an important factor associated with respiratory symptoms and loss of pulmonary function. We report the respiratory effects of chronic exposure to biomass (BM) combustion in a Brazilian population and compared the results with those of individuals from the same community using Liquefied Petroleum Gas (LPG).

Methods: 1,402 individuals in 260 residences were divided into three groups according to exposure (LPG, indoor-BM, outside-BM). Respiratory symptoms were assessed using questionnaires. Reflectance of paper filters was used to assess BM. In 48 residences the amount of PM_{2.5} was also quantified. Pulmonary function tests (PFT) were performed in 120 individuals.

Results: Reflectance-index correlated directly with PM_{2.5} ($r=0.92$, $p<0.001$) and was used to estimate exposure (ePM_{2.5}). There was a significant increase in ePM_{2.5} in Indoor-BM and Outside-BM, compared to LPG ($p<0.001$). There was a significantly increased odds ratio (OR) for cough with sputum, sneezing and dyspnea in adults exposed to Indoor-BM (OR=2.93, 2.33, 2.59, respectively) and Outside-BM (OR=1.78, 1.78, 1.80, respectively) compared to LPG. PFTs revealed both non-smoker-BM and smoker-LPG individuals to have decreased %predicted-FEV₁ and FEV₁/FVC as compared to non-smoker-LPG ($p=0.022$). Reduction was also observed in both parameters between smoker-BM and other groups ($p<0.05$). The prevalence of chronic obstructive pulmonary disease was 20% for both non-smoker-BM and smoker-LPG and smaller than that observed for smoker-BM (33%). PFT data was inversely correlated

with duration and ePM_{2.5} (p<0.001). The prevalence of airway obstruction was 20% in both non-smoker-BM and smoker-LPG subjects.

Conclusions: Chronic exposure to BM is associated with increased prevalence of respiratory symptoms, reduced lung function and development of chronic obstructive pulmonary disease. These effects are associated with the duration and magnitude of exposure and are exacerbated by tobacco smoke.

Descriptors: 1-Biomass; 2-Respiratory signs and symptoms; 3-Pulmonary function tests; 4-Particulate matter; 5-Chronic Obstructive Pulmonary Disease

1. INTRODUÇÃO

Este projeto de pesquisa foi desenvolvido durante as atividades do Projeto Bandeira Científica no município de João Câmara – RN em 2005 e complementado em 2006. Nesse sentido serão apresentadas resumidamente as principais características deste projeto de extensão universitária, que tem entre os seus objetivos o desenvolvimento de protocolos de pesquisa científica utilizando dados epidemiológicos regionais.

1.1 Projeto Bandeira Científica

1.1.1 O Projeto

A “Bandeira Científica” é um projeto acadêmico de extensão lotado no Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da USP, e diretamente vinculado à Comissão de Cultura e Extensão desta Unidade e à Pró-reitoria de Cultura e Extensão Universitária da Universidade de São Paulo através de seu Fundo de Cultura e Extensão. Os membros efetivos envolvidos no projeto são: (1) alunos de diversas unidades da Universidade de São Paulo, incluindo a Faculdade de Medicina, Faculdade de Odontologia, Faculdade de Saúde Pública, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Escola Politécnica, Instituto de Psicologia e Escola de Comunicação e Artes; (2) alunos de universidades parceiras com sede nas Unidades da Federação atendidas pelo projeto; (3) profissionais e docentes das diversas unidades da Universidade de São Paulo, do Hospital das Clínicas da FMUSP e Hospitais e Universidades parceiras.

A Bandeira Científica realiza uma **expedição anual** a comunidades carentes de assistência em saúde ou com situações particulares de atenção à saúde, implantando **ações preventivas e curativas**, e desenvolvendo atividades em diversas áreas técnicas relacionadas ao desenvolvimento e manutenção da saúde em seu conceito mais amplo de completo estado de bem-estar bio-psico-social do indivíduo.

1.1.2 Histórico

O Projeto Bandeira Científica tem suas primeiras expedições datadas do início na década de 1950, com consolidação de suas atividades no período de 1957 a 1969. Neste período, as expedições eram coordenadas por professores da Faculdade de Medicina da USP, dentre os quais se destacam os Professores Leônidas Deane e Luiz Rey, e tinham como principal objetivo colocar os alunos da Faculdade em contato com os diversos aspectos da realidade brasileira, através de trabalho extramuros baseado em atividades educativas à população e de pesquisa de campo (1, 2).

As primeiras Bandeiras visitaram diversos estados brasileiros, incluindo Mato Grosso do Sul (Campo Grande, Miranda e Aquidauana); Ceará (Vale do Cariri, Sobral e Viçosa); Pará (Vila de Santana); Amapá (Macapá, Vila de Santana e Serra do Navio); Ilha de Marajó (Cachoeira do Arari) e Bahia (Ilhéus e Uruçuca) – (Figura 1). Em 1969 elas foram extintas devido à realidade político-social da época e, após uma latência de 30 anos, um grupo de alunos que consultava arquivos da Faculdade de Medicina da USP se mobilizou para reativá-las. As ações foram retomadas em 1998, passando à configuração de Projeto de Extensão Universitária da USP em 2000. Além das atividades fundamentais de educação e pesquisa, a partir de 1999 foi introduzida a

vertente assistencial, materializada no atendimento à população local com elaboração do diagnóstico populacional de saúde, o que representou um grande avanço na contribuição social do projeto para a comunidade visitada além de uma experiência adicional para os alunos da Faculdade de Medicina da USP. As realizações nesta nova fase foram: Cajati-SP e Eldorado-SP (Vale do Ribeira), em 1998 e 1999 respectivamente, Monte Negro-RO em 2000, Buriticupu-MA em 2001, Serra dos Aymorés-MG em 2002, Presidente Epitácio-SP em 2003, Teotônio Vilela e São José da Tapera-AL em 2004, João Câmara, Jandaíra e Bento Fernandes-RN em 2005, Machadinho d'Oeste-RO em 2006, Penalva-MA em 2007, Itaobim-MG em 2008 e Ivinhema-MS em 2009. Todas estas expedições buscaram o estímulo de parcerias locais com as prefeituras, universidades de referência para seguimento dos pacientes e organizações comunitárias.

Em 2002 a Bandeira Científica ampliou seus horizontes criando a primeira equipe multiprofissional do projeto com a inclusão da equipe de fisioterapia. A partir de 2005 foi incluído pela primeira vez um curso de outra unidade da USP, a Faculdade de Saúde Pública, com a equipe de nutrição. Em 2006, a maior investidora expansionista da Bandeira Científica resultou na cooperação de 6 unidades da USP e duas universidades locais no estado de Rondônia. Em 2007 houve a incorporação das equipes de jornalismo e áudio-visual da Escola de Comunicação e Artes na expedição a Penalva-MA. Em 2009 a última expedição do projeto visitou o município Sul Mato-grossense de Ivinhema com a participação de mais um curso de graduação da Universidade de São Paulo, o de Fonoaudiologia.



Figura 1 – Fotografias de diferentes expedições do Projeto Bandeira Científica. A: Equipe da Bandeira Científica 1961 – Tocantins (então Goiás); B: Equipe da Bandeira Científica 1964 – Ilha de Marajó; C: Posto de atendimento da Bandeira Científica 2001 em Buriticupu – MA; e D: Atendimento médico da Bandeira Científica 2005 no Rio Grande do Norte.

1.1.3 Objetivos e Valores

A “Bandeira Científica” tem os seguintes **objetivos sociais** fundamentais:

- Avaliar a estrutura e condições de saúde de uma determinada população, incluindo áreas urbanas e rurais, respeitando a organização política e social da região e elaborar um “Diagnóstico de Saúde da População”

baseado nos resultados obtidos através de diversas ferramentas utilizadas durante o projeto que incluem: informações sobre os atendimentos e questionários específicos, com caracterização das principais doenças da região e sua correlação com dados epidemiológicos e sociais.

- Disponibilizar um banco de dados de informações sociais, epidemiológicas e de saúde para posteriores cruzamentos analíticos de questões de relevância para o município atendido.
- Buscar informações e desenvolver estratégias em áreas do conhecimento relacionadas direta ou indiretamente à geração e/ou manutenção da saúde, garantindo desta forma as condições necessárias para o desenvolvimento e aprimoramento de aspectos gerais de saúde do município.
- Prestar atendimento em saúde nas áreas de medicina, fisioterapia, nutrição, psicologia, odontologia e fonoaudiologia, em nível primário e especializado, realizado por acadêmicos devidamente supervisionados por professores e profissionais das respectivas áreas (Figura 2)
- Treinar e capacitar agentes de saúde e profissionais da rede de ensino fundamental e médio em temas básicos de saúde geral e condições de saneamento, buscando formar multiplicadores que tenham condições de intervir e contribuir diretamente e em longo prazo para a melhoria das condições de saúde da população.



Figura 2 – Atividades desenvolvidas no Projeto Bandeira Científica pelas áreas da saúde. A: Atendimento médico geral; B: Atendimento oftalmológico; C: Atendimento fisioterapêutico; D: Orientação nutricional; E: Atendimento odontológico; e F: Avaliação psicológica.

- Treinar e reciclar médicos e demais profissionais de saúde em temas relevantes para o sistema básico de saúde e emergências, participando no

aperfeiçoamento destes profissionais, aprimorando-os para o atendimento local em saúde com melhor qualidade e abrangência possíveis.

No que tange aos **objetivos acadêmicos** do projeto, destacam-se:

- Interação aluno-aluno e aluno-comunidade, colocando o acadêmico da Universidade de São Paulo em contato com uma realidade diferente daquela vivenciada diariamente nos estágios em um centro tecnológico e econômico como São Paulo e um hospital de atenção terciária à saúde como é o Hospital das Clínicas da FMUSP. A coordenação do projeto considera esta abordagem fundamental na formação de um profissional atento às nuances de todas as etapas do diagnóstico clínico, especialmente quando há carência de recursos para exames de média e alta complexidade, evidenciando-se assim a realidade presente na maior parte dos municípios do país em relação às condições de atenção à saúde, e às possibilidades, dificuldades e limitações encontradas no sistema.
- Desenvolvimento de protocolos de pesquisa científica levando em conta as particularidades da região e colocando o acadêmico em contato com o processo de coleta de dados e materiais em estudos epidemiológicos populacionais, bem como a sua análise e compreensão (Figura 3).



Figura 3 – Atividades de coleta de dados para pesquisas no Projeto Bandeira Científica. A: Preenchimento de questionário sócio-epidemiológico; B: Ponto de triagem para glicemia de ponta de dedo e coleta de amostras de sangue; C: Realização de exames locais como eletrocardiograma; D: Parte da equipe de pesquisa domiciliar na Bandeira Científica.

Mais do que a retomada de um projeto histórico da FMUSP, a equipe coordenadora busca trazer o enfoque assistencial, o educativo e o científico, configurando o triplo sustentáculo da Universidade, aliando este perfil à participação

direta em políticas públicas de saúde (avaliação e orientação sobre o modelo de organização de saúde local). Estes enfoques têm sido anualmente expandidos e melhorados através de reuniões anuais de apresentação de dados e discussão de estratégias e resultados. Além disso, a coordenação vem buscando ampliar a multidisciplinaridade do projeto, buscando envolver profissionais de diferentes áreas do conhecimento, não se restringido apenas à medicina e outras áreas de saúde.

Visando diretamente a população atendida, o intuito da “Bandeira Científica” é buscar melhorias na condição de saúde e promover suporte para os programas de atenção básica à saúde, apontando a sustentabilidade a partir de recursos locais. Não é pretensão da equipe da Bandeira a resolução de todos os problemas, mas sim, a avaliação das condições de saúde e sugestão das possibilidades de atuação de médio e longo prazo para um processo de transformação gradual envolvendo o poder público nas diversas esferas, universidades e representações comunitárias. As atividades realizadas servem como ponto de partida e sensibilização, tanto da população como das diversas entidades envolvidas, além de fornecer informações relevantes para o planejamento estratégico e definição de prioridades.

Como projeto universitário a “Bandeira Científica” tem disponibilizado aos alunos da USP uma experiência única, pois coloca esses jovens universitários da megalópole paulista em contato com a população de municípios distantes em áreas carentes do Brasil, com realidades particulares, em geral precárias, e organizações políticas e sociais únicas. A vivência alcançada está além de contato com a conjuntura social, mas passa pela própria reflexão sobre a cidadania.

Ao contrário de dados frios apresentados em salas de aula, da realidade de indicadores de saúde dos livros e artigos e da teoria da organização do Sistema Único de Saúde no Brasil, dificilmente abstraídas, o aluno é colocado no âmago da situação e, naquele período, passa a fazer parte dela. Neste processo ele passa a conviver lado a lado com as condições precárias de vida e de assistência à saúde em nosso país, e se depara com o desafio de trabalhar em situações com escassos recursos complementares para auxiliar os diagnósticos e conhecer a realidade do atendimento em saúde vigente na maior parte dos municípios brasileiros.

No desejo de melhorias imediatas, os dados epidemiológicos, derivados da análise das informações coletadas, são uma arma para consubstanciar as propostas de mudança e sustentabilidade do atendimento local numa perspectiva futura. A construção associada de um banco de informações permite o acesso a diversos outros cruzamentos e análises que podem servir para delinear ações, pesquisar necessidades e avaliar efeitos de determinadas atuações ou mudanças. Espera-se com isso multiplicar o trabalho científico, epidemiológico e clínico e, simultaneamente, sensibilizar alunos a considerarem novas questões sobre sua identidade profissional e de cidadão brasileiro.

A crescente procura dos acadêmicos e de diversos municípios pela “Bandeira Científica” são fortes indicativos que o projeto vem alcançando seus objetivos, não apenas em termos acadêmicos, mas em termos de sociedade e cidadania e torna evidente o crescente interesse dos alunos e sua consciência sobre a importância de se vivenciar a diversidade de realidades do país.

1.2 Poluição Ambiental e Doméstica

A poluição ambiental nas suas mais diversas vertentes (ar, água, solo, etc.) tem recebido progressiva atenção da comunidade internacional, não só pela sua repercussão direta na saúde das pessoas, mas também pelas alterações resultantes de sua concentração na biosfera, com desequilíbrio de diferentes ecossistemas.

A partir da segunda metade do século passado, foram publicados os primeiros relatos sobre o impacto da poluição atmosférica sobre a saúde da população de grandes centros urbanos, especialmente nos seus maiores picos, com aumento considerável da concentração de diversos poluentes (3-5). A partir de então, centenas de artigos são publicados anualmente demonstrando os efeitos da poluição atmosférica, especialmente em grandes centros, sobre diversos sistemas e populações nas mais diversas condições (6-9). Recentemente, diferentes medidas vêm sendo tomadas no sentido de monitorar adequadamente e reduzir os níveis de poluentes atmosféricos nestas regiões objetivando a redução dos seus efeitos deletérios à saúde. A partir da adoção destas medidas, como as estratégias regulatórias para controle da emissão de poluentes nestes grandes centros, observa-se a diminuição progressiva da concentração dos poluentes e conseqüentemente dos seus efeitos (10). No Brasil algumas medidas neste sentido também vêm sendo aplicadas, como por exemplo, as estratégias de monitoramento de poluição das grandes cidades e políticas específicas para redução de emissões de indústrias e veículos.

Em contraste com a relevante atuação da sociedade civil e dos gestores públicos na área de poluição atmosférica nos grandes centros, pouco tem sido feito, como medida de saúde pública, para controlar outra vertente da poluição do ar, com efeitos

igualmente devastadores sobre a saúde porém menos evidentes nas áreas centrais e desenvolvidas do mundo, a poluição doméstica.

O aquecimento domiciliar e o preparo dos alimentos são atividades que fazem parte da vida do homem desde o momento que este deixou suas características migratórias de vida passando à fixação geográfica, cultivo e armazenamento de alimentos. A madeira e as folhas secas foram as primeiras fontes de energia utilizadas pelos nossos ancestrais para estas relevantes funções e, a despeito do surgimento de inúmeras outras fontes, a madeira continua sendo utilizada até hoje como combustível em grande parte do mundo em desenvolvimento. A preocupação com o fato de que estas atividades domésticas pudessem gerar um perfil diferenciado de poluição teve início nos anos de 1960 quando Jacobs e colaboradores (11) descreveram as primeiras diferenças entre as emissões realizadas no interior dos domicílios e aquelas presentes no ar fora deles. Estudos mais aprofundados a partir da década de 90 demonstraram mais detalhadamente os componentes da poluição gerada no ambiente doméstico por diferentes combustíveis incluindo gases, material particulado, metais, entre outros (12-17).

Com o desenvolvimento tecnológico e industrial a fonte de energia para atividades domésticas de sobrevivência foram progressivamente substituídas, daqueles pouco eficientes como madeira, carvão e restos vegetais, para outros mais eficientes em termos energéticos e mais limpos em termos dos resíduos produzidos, como gás liquefeito de petróleo, até os completamente renováveis e independentes da combustão como a eletricidade. Infelizmente, estes avanços são realidades parciais considerando o acesso da população a esse tipo de combustível para as suas atividades domésticas,

especialmente em razão de seu alto custo, o que inviabiliza seu uso pela população de baixa renda. Portanto, é compreensível que haja uma associação clara entre o índice de desenvolvimento e prosperidade econômica de uma população e os tipos de combustíveis por ela utilizados, conforme apresentado na Figura 4.

Embora em países desenvolvidos e nos grandes centros urbanos das economias emergentes o uso de combustíveis ditos “limpos” seja a regra, nos países pobres e nas áreas rurais e periféricas dos países em desenvolvimento, a combustão de biomassa (especialmente madeira ou carvão) como fonte energética para atividades domésticas é muito comum, chegando a ser responsável, em países de muito baixa renda *per capita*, por 95% de toda a energia utilizada para atividades domésticas (18). Assim, a distribuição global do uso de biomassa segue um padrão inverso ao mapa mundial do desenvolvimento (figura 5). Apesar dos avanços tecnológicos e da diminuição do uso deste tipo de combustível em centros urbanos, há evidências claras de aumento de seu uso entre os segmentos mais pobres da população global (19). De fato, avaliações recentes estimam que mais de três bilhões de pessoas (quase metade da população mundial) utilizem biomassa como fonte primária de energia doméstica especialmente para aquecimento e preparo de alimentos (20, 21). Além disso, grande parte deste processo de combustão é realizado no interior dos domicílios.

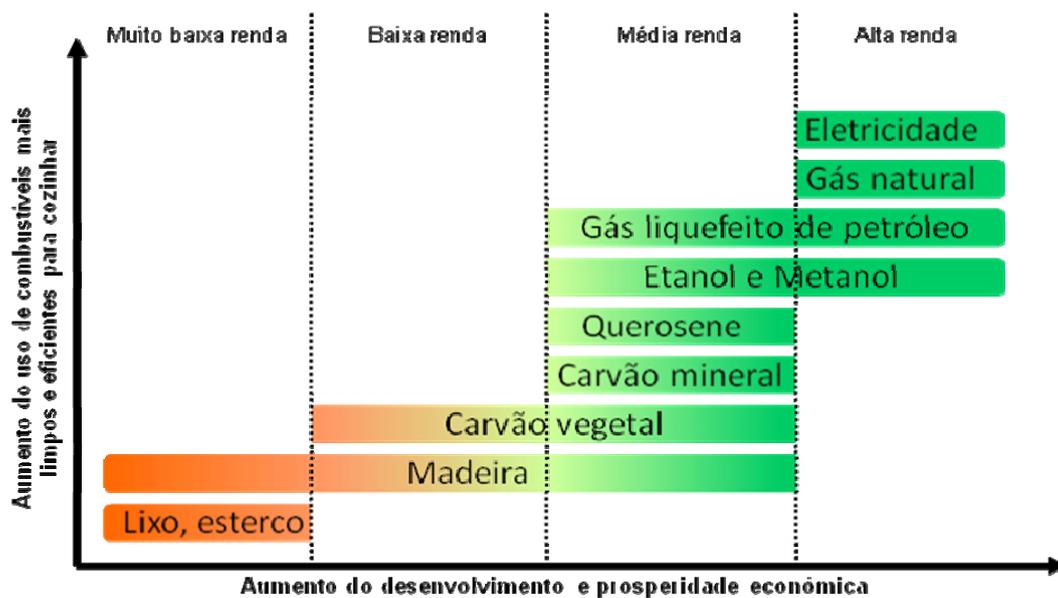


Figura 4 – Representação esquemática da relação do tipo de combustível utilizado como fonte de energia em atividades domésticas com a prosperidade econômica. Adaptado de “Fuel for life” (21).

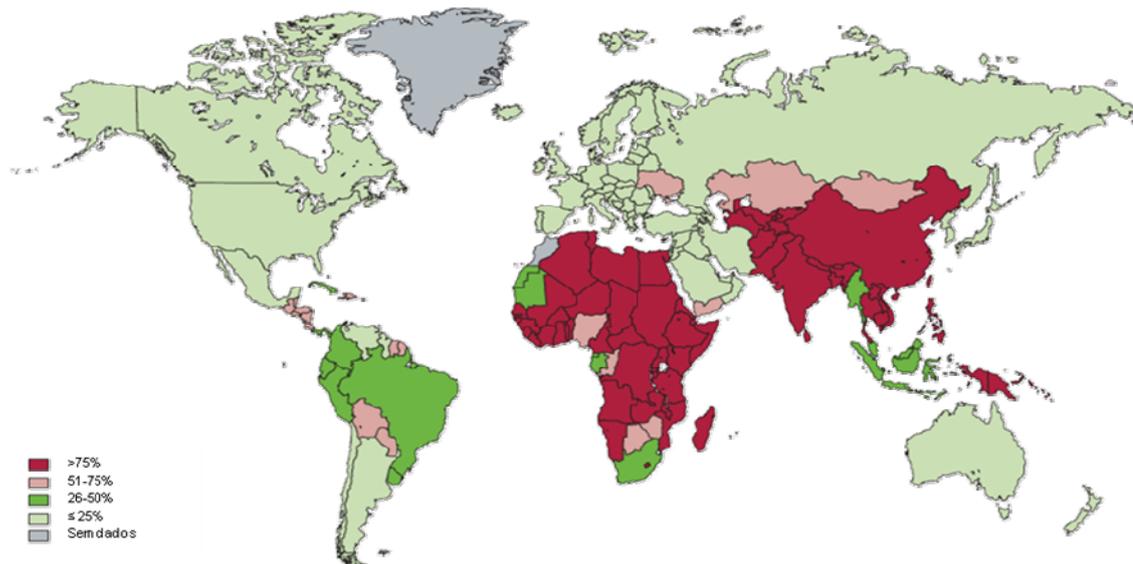


Figura 5 – Distribuição cartográfica do percentual de população por país utilizando biomassa como fonte de energia para atividades domésticas. Adaptado de Salvi e Barnes (22).

A combustão de biomassa é um processo energeticamente pouco eficiente, levando à formação e liberação de diversos resíduos poluentes, entre eles monóxido de carbono, aldeídos, metano, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, além de materiais particulados primários, compostos por núcleos de carbono com diversos componentes aderidos à superfície, e secundários, resultantes da conversão de gás a partículas (óxidos de nitrogênio e nitratos). A relação entre o ritmo de produção e emissão de poluentes e a renovação do ar do domicílio determina a concentração doméstica destes poluentes. Assim, é notório o impacto que fogões à lenha desempenham na poluição doméstica em populações que fazem uso deste tipo de equipamento. Em geral estes fogões ficam no interior das casas ou muito próximos às portas e janelas, aumentando consideravelmente a concentração dos poluentes no ambiente domiciliar. Este processo pode liberar cerca de 50 vezes mais poluentes durante o preparo de uma refeição em comparação com fogões que se utilizem de gás liquefeito de petróleo (GLP) e outras fontes limpas de energia (23).

Para ilustrar o impacto deste fato, basta comparar os níveis de material particulado com diâmetro menor que 2,5 micrômetros ($PM_{2,5}$) gerados pela combustão de biomassa com níveis aceitáveis preconizados. Um estudo avaliando dados publicados sobre concentração doméstica de $PM_{2,5}$ derivados da combustão de biomassa na região do Pacífico, sul da Ásia, China, África e América Latina mostrou concentração deste material da ordem de até $11.250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, com médias de $2.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20). Um outro estudo realizado na China com população exposta em ambiente doméstico à combustão de madeira e carvão mostrou concentração média de cerca de $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em comunidades rurais do país (24). Para efeito comparativo, o relatório da CETESB de

2009 mostrou concentração média de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$ nos primeiros 6 meses de 2009 na capital paulista (25), considerando que o limite superior aceitável da concentração externa deste material segundo a Organização Mundial de Saúde é de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em medições isoladas, não podendo a concentração anual média exceder $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no caso do PM_{10} e 25 no caso do $\text{PM}_{2,5}$ (26). Desta forma, é de se esperar que a presença de uma concentração 15 vezes maior que o máximo aceitável de um determinado poluente deva ter efeito nocivo na saúde dos indivíduos expostos.

Estes níveis de material particulado não são incomuns em casas que utilizam combustíveis sólidos compostos de biomassa como fonte de energia para preparo de alimentos ou aquecimento de água e do ambiente nos países em desenvolvimento. Se os mesmos níveis fossem detectados em uma área urbana, esta seria uma situação considerada como um episódio de contaminação grave do ar, exigindo medidas imediatas de controle.

Em termos de saúde, nota-se que a exposição a este tipo de poluição doméstica (*indoor*) representa causa importante de morbidade e mortalidade nos países em desenvolvimento (27), sendo responsáveis por aproximadamente 2,6% da morbidade global e por 1,5 milhões de mortes anualmente (21). Aspectos sociais e culturais que incluem a organização familiar devem ser levados em conta ao se avaliar o impacto na saúde desta exposição. Por exemplo, o fato de que, em diversos países, cozinhar é uma atividade quase exclusiva das mulheres, faz com que o impacto seja consideravelmente maior nelas do que nos homens (28). Ainda em relação à rotina diária e aos aspectos sociais, cabe lembrar que o mesmo ambiente e exposição são compartilhados por crianças e idosos, tornando estes segmentos da população os mais vulneráveis ao

impacto deste tipo de poluição. Características da economia local também podem ter influência, especialmente os ofícios que envolvem a combustão de biomassa em ambiente doméstico ou próximo dele como, por exemplo, a produção caseira de doces, derivados de leite ou ainda o processamento de sementes como a castanha de caju e o amendoim, atividades desenvolvidas em geral de forma artesanal em pequena escala em áreas pobres do interior do Brasil que, por vezes, representam a maior parte da renda familiar nessas comunidades.

Do ponto de vista dos impactos na saúde respiratória, diversos autores mostram aumento da prevalência de sintomas respiratórios em indivíduos expostos à combustão de biomassa como tosse, expectoração, coriza e sintomas irritativos como espirros, coceira ocular e lacrimejamento (25, 29, 30). Rumchev e colaboradores mostraram em um estudo no Zimbábue que 94% das mulheres e 77% das crianças apresentavam sintomas respiratórios (31). Na Índia, índices um pouco menores, porém ainda relevantes, foram encontrados, como 16,7% das mulheres apresentando dispnéia e coriza, valores estes significativamente maiores do que os daquelas que utilizavam gás liquefeito de petróleo (GLP) e querosene (32). Em mulheres mexicanas um estudo mostrou 27% de prevalência de expectoração, e uma razão de chances de 1,7 para tosse em mulheres utilizando biomassa em relação àquelas cozinhando com gás (33). Desta forma, observa-se que o impacto da exposição sobre os sintomas respiratórios é bastante variável ao redor do globo envolvendo múltiplos fatores, porém, sempre com algum grau de associação com a presença da exposição, embora os estudos que avaliaram esta prevalência em correlação com o nível de concentração dos poluentes em geral incluam número pequeno de domicílios (34-36).

Além da relação com os sintomas, alguns trabalhos têm demonstrado que a exposição a poluentes oriundos da combustão de biomassa tem associação direta com aumento da incidência e gravidade de infecções respiratórias agudas nas crianças (37-40). Embora haja um estudo que não encontrou associação entre a poluição doméstica e infecção respiratória (41), a maioria dos trabalhos mostra aumento importante da morbidade respiratória em pacientes expostos a este tipo de poluição. Estes resultados são mais importantes nas crianças e jovens do que nos indivíduos em idade adulta. Atualmente, estima-se que crianças expostas tenham um risco 2 a 5 vezes maior de desenvolver infecções pulmonares. Há também aumento do risco de desenvolvimento de infecções do trato respiratório alto (19, 42-45), e este aumento de risco apresenta correlação direta com a concentração dos poluentes (40).

A exposição à poluição doméstica tem sido associada também como contributiva para diversas outras doenças respiratórias como: doenças intersticiais (46); tuberculose (47-49) provavelmente devido a alterações da função macrofágica (50, 51); neoplasias de pulmão, especialmente nas exposições a subprodutos da queima do carvão (52-54); e hipertensão pulmonar (42).

Além das doenças respiratórias, outros agravos à saúde são descritos em associação com a exposição à combustão de biomassa como o aumento da pressão arterial diastólica (55), catarata (56, 57), neoplasias de nasofaringe, laringe e pulmão (58-60).

Poucos estudos têm investigado o impacto da exposição à combustão de biomassa na função pulmonar, havendo na literatura resultados conflitantes. Rinne e colaboradores (61) não observaram diferenças na função pulmonar de mulheres

equatorianas que utilizavam biomassa ou GLP para preparo de alimentos. Inversamente, estudos da Turquia e Índia demonstraram que mulheres expostas à biomassa apresentam maior razão de chances de desenvolvimento de bronquite crônica e diminuição da relação de Tiffenau (VEF_1/CVF) em comparação com mulheres utilizando GLP (62-64). Em crianças, a exposição à combustão de biomassa também vem sendo associada com a diminuição do VEF_1 e da CVF (65, 66). A maior parte destes estudos tem tomado por base a avaliação exclusiva de pacientes não-fumantes, e nem sempre há um controle rígido em relação ao fumo passivo. Apesar da redução do VEF_1 ser descrita nos trabalhos citados anteriormente, em nenhum deles foi observada limitação fixa ao fluxo aéreo conforme as definições da Iniciativa Global para as Doenças Pulmonares Obstrutivas (*GOLD* em inglês) (67).

O comprometimento da saúde pela poluição doméstica tem impacto econômico considerável, colocando esta vertente da poluição atmosférica como o décimo primeiro fator de mortalidade, com cerca de 1,6 milhões de mortes por ano por fatores a ela associados, e o oitavo fator de risco para DALY (*Disability-Adjusted Life Years*) (68, 69), responsável por cerca de 30 milhões de DALYs. Este dado torna-se marcante especialmente porque o número de crianças afetadas é grande e estas em geral terão maior período maior de repercussão das alterações secundárias à exposição. Apenas para efeitos de estimativa financeira, os prejuízos com a poluição doméstica seriam da ordem de 232 trilhões de dólares anualmente, desconsiderando os custos de morbidade (perda de dias de trabalho, por exemplo) e os custos sociais da perda de membros produtivos da família.

O conjunto dos estudos citados acima mostra que a exposição à combustão de biomassa causa aumento da prevalência de sintomas respiratórios, aumento do risco de doenças respiratórias e alterações da função pulmonar. A maior parte dos estudos que avaliaram esses efeitos utilizaram uma avaliação qualitativa ou semi-quantitativa da exposição, como tipo de combustível utilizado no domicílio ou quantidade relativa de exposição. Nenhum estudo até o momento avaliou todos estes efeitos (prevalência de sintomas, doenças respiratórias e alterações na função pulmonar) na mesma população levando em conta a real intensidade da exposição.

Assim, no presente estudo avaliamos os efeitos respiratórios da exposição crônica à combustão de biomassa numa população no interior do Brasil que utiliza madeira e castanha de caju como fontes primárias de combustível e comparamos os resultados com os de indivíduos da mesma comunidade que utilizam o GLP. O estudo foi desenhado de forma a permitir quantificar simultaneamente a magnitude da exposição, a prevalência de sintomas respiratórios e os efeitos da exposição na função pulmonar desta população.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivos principais:

1 – Avaliar os efeitos da exposição à queima de biomassa na prevalência de sintomas em jovens e adultos de acordo com o local de queima de biomassa, em comparação a um grupo controle que utilizava gás liquefeito de petróleo.

2 – Avaliar o impacto da exposição à queima de biomassa isoladamente e em conjunto com o tabagismo na função pulmonar de jovens e adultos em comparação a um grupo controle não tabagista que utilizava gás liquefeito de petróleo.

3 – Correlacionar as possíveis alterações da função pulmonar com os níveis de material particulado (PM_{2,5}) e o tempo de exposição à queima de biomassa.

4 – Validar o uso do índice de refletância de filtros de papel como um método indireto de quantificação da exposição ao material particulado oriundo da queima de biomassa.

3. MÉTODOS

O presente projeto foi devidamente avaliado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Todos os indivíduos incluídos no presente estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.1 População de estudo

A cidade de João Câmara foi a escolhida para o desenvolvimento do presente estudo no contexto do Projeto Bandeira Científica devido especialmente à parte relevante de sua economia que é representada pelo processamento doméstico da castanha de caju. O município situa-se no estado do Rio Grande do Norte a 75 km da capital Natal através da BR-406 e pertence à micro-região da Baixa Verde.

3.1.1 Aspectos históricos

O processo de colonização do interior do país no final do século XIX e início do século XX se desenvolveu, em geral, em torno das ferrovias que surgiam cortando o território do país. No Rio Grande do Norte não foi diferente, os trilhos da Estrada de Ferro Central no estado avançavam pelo interior adentro e chegavam a um lugar chamado Matas. Ao redor da residência do engenheiro de nome Antônio Proença, responsável pela construção da estrada ferroviária, os ferroviários erguiam acampamentos. A partir de 1910 os acampamentos passaram a dar lugar às primeiras residências da localidade e, em 1915, o acampamento de trabalhadores ferroviários

passou a ter fundamentos e sinais evidentes de vila. Por esse tempo, o povoado já havia se estabilizado e vivia num razoável estágio de conforto. As missas eram rezadas na capela de Nossa Senhora Mãe dos Homens. O povoado de Matas chegou à condição de município pela Lei nº 697, de 29 de outubro de 1928, com o nome de Baixa Verde. O novo município teve como seu primeiro prefeito a figura histórica de João Severino da Câmara que, com muito trabalho e versatilidade, conseguiu vencer na política, chegando a ser deputado e senador. João Câmara inseriu Baixa Verde na modernidade da época, com a implantação de indústrias e um trabalho organizado de assistência social. A prosperidade chegava com a construção de estradas e com a ampliação do setor produtivo, notadamente da industrialização do algodão e do sisal (70). Após o falecimento do líder baixa-verdense, em 1948, o desejo de homenageá-lo culminou na mudança do nome do lugar. Pela Lei nº 899, de 19 de novembro de 1953, Baixa Verde passou a se chamar oficialmente João Câmara (Figura 6). O município abrange uma área de 715 km². As temperaturas anuais variam de 19 a 38°C e a cidade localiza-se em uma altitude de 45 metros acima do nível do mar. Situando-se no nordeste potiguar, as temperaturas não costumam variar muito durante o dia, havendo apenas leve queda durante a noite.

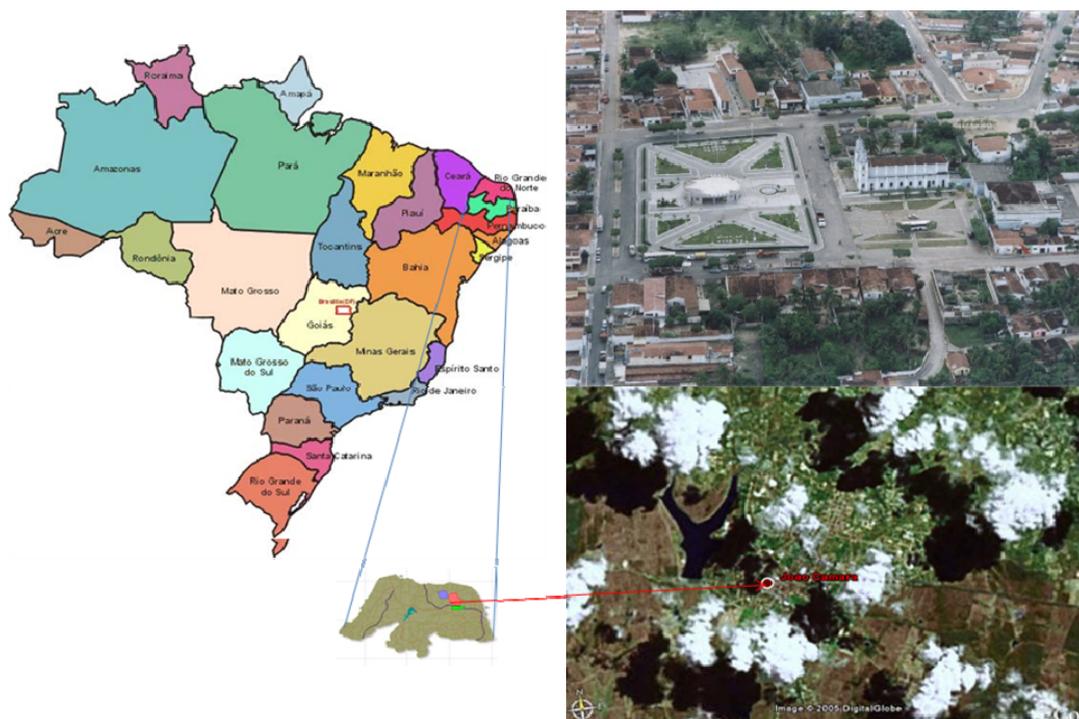


Figura 6 – João Câmara – Localização geográfica nos mapas à esquerda e imagem aérea (canto superior direito) e por satélite (canto inferior direito). Foto de satélite de www.maps.google.com.

3.1.2 Dados populacionais

Os dados demográficos de 2004, utilizados na contextualização do presente trabalho, revelam população residente de 30.989 habitantes e densidade demográfica de 43,34 habitantes/km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa população encontra-se dividida em zona urbana (65,1%) e zona rural (34,9%). Já a distribuição etária mostra que o percentual de crianças e jovens com até 20 anos de idade constituem 35,63% da população geral enquanto os idosos (mais de 60 anos) correspondem a apenas 8,9% da população. (71)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de João Câmara é de 0,639, o 68º no Rio Grande do Norte e o 3954º dos cerca de 5000 municípios brasileiros (Figura 7). O IDH é um índice que leva em conta aspectos relacionados a: 1) educação; 2) longevidade; e 3) economia. O IDH varia entre 0 e 1 sendo assim categorizado: a) até 0,599 – desenvolvimento humano baixo; b) entre 0,600 e 0,799 – desenvolvimento humano médio; c) maior que 0,800 – desenvolvimento humano considerado alto.

Para efeito comparativo, o IDH da capital do estado, Natal, é de 0,787, o de São Paulo é de 0,841. No Brasil, o melhor IDH é o de São Caetano do Sul - SP (0,919) e o pior, o de São José da Tapera - AL (0,467). Como comparação mundial, os melhores e piores IDHs por países segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano da Organização das Nações Unidas mostra em 1º lugar a Noruega com 0,956 e em último, Serra Leoa com 0,273 (71).

O índice de alfabetização da população é de 61,6% não se considerando o analfabetismo funcional. A esperança de vida ao nascer da população é de 66,12 anos e a renda per capita é de R\$ 74,78. (71)

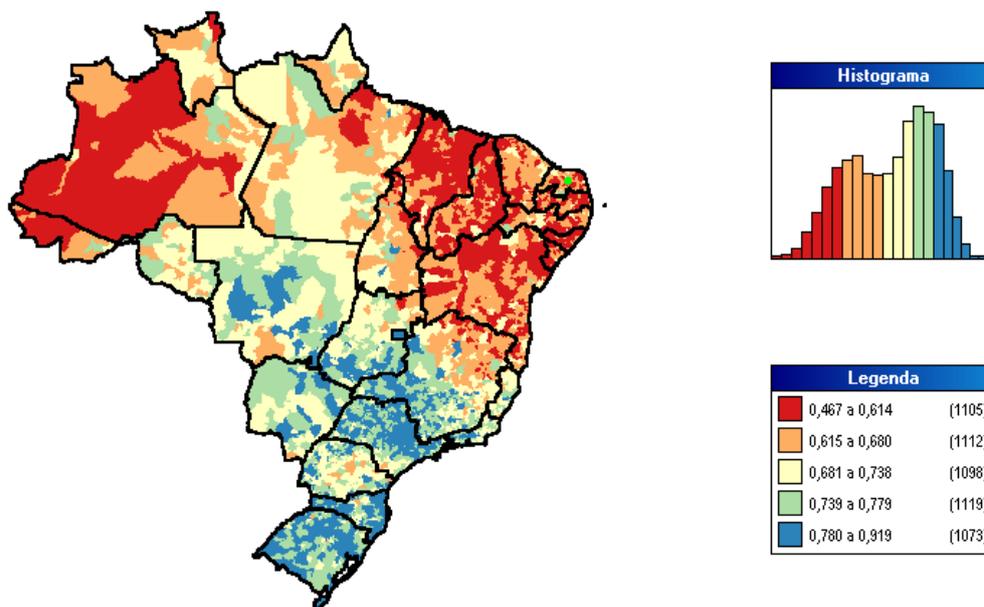


Figura 7 – Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano no Brasil (o ponto verde no Estado do Rio Grande do Norte representa a região da Baixa Verde onde se situa o município de João Câmara).

Dentre as diversas atividades econômicas desenvolvidas nas comunidades rurais de João Câmara, a que mais se destaca é a produção e processamento da castanha de caju.

Durante o processamento, após a colheita, a castanha é separada do fruto (Figura 8A) e então torrada, processo para o qual se utilizam em geral fogões compostos por bases de pedras. Neles, a lenha ou a própria casca da castanha de caju, retirada das castanhas processadas anteriormente, são utilizadas como combustível. Ateia-se o fogo e nele é colocada uma vasilha de ferro, quadrada ou redonda, com diversos furos, como uma peneira, no interior da qual são colocadas as castanhas de caju com sua casca. O papel destes furos é permitir o contato direto da castanha crua com o fogo, pois neste

processo a castanha solta parte de seu óleo, que sendo inflamável, perpetua a combustão e faz com que as castanhas peguem fogo. (Figura 8B) Ficando incandescentes, as castanhas são então mexidas com uma haste de madeira, para que o processo de cozimento seja uniforme (Figura 8B). Elas são mantidas nestas condições até ficarem douradas. Ao final, a lata é virada de cabeça para baixo, as castanhas são derrubadas geralmente no chão de areia cessando assim sua combustão direta. O próximo passo é a quebra da castanha para a retirada da casca, em geral realizada com um pedaço de pedra ou metal (Figura 8C). Após a quebra a castanha é retirada e separada (Figura 8D) e a casca é reutilizada como combustível para a próxima “fornada”.

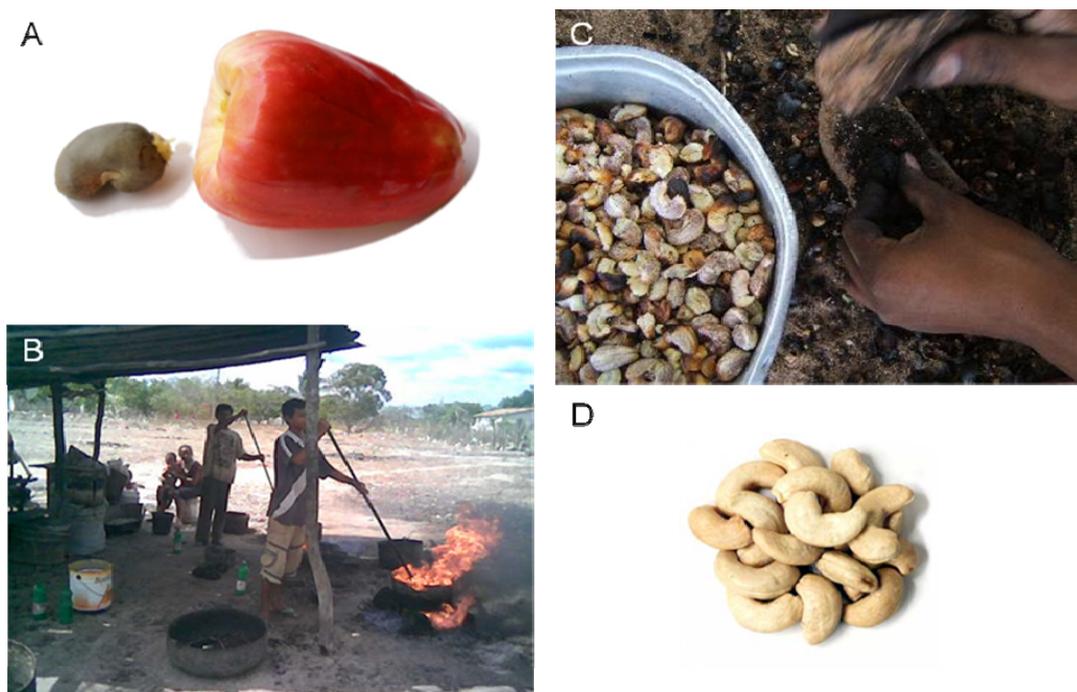


Figura 8 – Fases do processamento da castanha de caju. A: separação do fruto; B: cozimento da castanha; C: quebra e retirada da casca da castanha; D: castanha preparada para consumo.

3.1.3 Infra-estrutura e indicadores de Saúde

A rede local conta com 15 estabelecimentos de saúde, sendo 13 públicos e 2 particulares. Destes 15, 12 são unidades ambulatoriais de saúde (11 públicas e 1 particular), 2 hospitais (1 público e 1 particular) e 1 unidade de apoio à diagnose e terapia. Há 15 consultórios médicos (4,8/10.000 habitantes) e os leitos hospitalares são 64, divididos em: 16 obstétricos, 20 de clínica médica, 10 de cirurgia, e 17 de pediatria. (72)

3.1.4 Cálculo da Amostra

Para o cálculo do tamanho da amostra foram utilizadas-se as informações sobre o número de habitantes e número de domicílios por zona do município, obtidas do Censo Demográfico de 2000 e as estimativas da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios do IBGE (73), disponível no sistema SIDRA do IBGE. Com esses dados, calculou-se através do programa EPITABLE do EPIINFO o tamanho da amostra para todo o município e definiu-se em seguida a fração amostral para as populações rural e urbana, tornando a amostra ponderada.

Para proceder com a seleção dos indivíduos nas zonas urbana e rural optou-se por amostragem sistemática de domicílios residenciais e pela entrevista de todos os residentes no domicílio selecionado. Desta forma todos os indivíduos têm a mesma probabilidade de seleção, pois a probabilidade de determinado indivíduo ser selecionado é igual à probabilidade de seu domicílio ser selecionado e a princípio todos os domicílios têm a mesma probabilidade de seleção. O número de domicílios selecionados em cada município foi obtido através das estimativas do número médio de

peças por domicílio em cada município e zona (rural/urbana). O número de domicílios por estrato necessário para obtenção da amostra foi calculado pela divisão do número de indivíduos desejado para a amostra por estrato pelo número médio de indivíduos por domicílio do estrato. Somou-se a esse cálculo 10% de domicílios para compensar possíveis perdas ou não resposta.

Cálculo de número de domicílios amostrados

Zona Urbana

Nº de indivíduos da amostra da zona urbana (n_h) = 1.000

Nº de indivíduos da zona urbana (N_h) = 20.150

Nº de domicílios da zona urbana ($N_{h(dom)}$) = 2.954

Média de indivíduos por domicílio da zona urbana (m_h) = $20.150/2.954 = 6,82$

Nº de domicílios da amostra urbana ($n_{h(dom)}$) = $n/m = 1.000 / 6,82 = 146,63$

Nº de domicílios da amostra urbana + 10% => $n_{dom} + 10\% = 161,29 \Rightarrow 162$

Zona Rural

Nº de indivíduos da amostra da zona rural (n_h) = 500

Nº de indivíduos da zona rural (N_h) = 10.839

Nº de domicílios da zona rural ($N_{h(dom)}$) = 1.930

Média de indivíduos por domicílio na zona rural (m_h) => $10.839/1.930 = 5,62$

Nº de domicílios da amostra zona rural ($n_{h(dom)}$) => $n/m = 500/5,62 = 88,97$

Nº de domicílios da amostra zona rural + 10% => $n_{dom} + 10\% = 97,87 \Rightarrow 98$

Desta forma, foram incluídos na avaliação 260 domicílios.

3.2 Caracterização social e econômica dos domicílios

Para avaliar as características domiciliares gerais como renda familiar, infraestrutura da residência, saneamento básico, acesso à água e atividade econômica principal, bem como dados referentes à principal fonte de energia utilizada para preparo de alimentos e as características da cozinha, foi aplicado em cada domicílio um questionário específico (Anexo 1) ao chefe da família.

3.3 Avaliação da exposição

A magnitude da exposição ao material particulado foi determinada pelo método de refletância em filtros de celulose expostos. A refletância é a propriedade física da matéria de refletir a incidência de um feixe de luz sobre a sua superfície. Em uma descrição simplificada, o instrumento utilizado é formado por um sensor que possui uma lâmpada que emite luz com intensidade invariável e um “medidor”. A luz emitida pela lâmpada atinge a superfície cuja refletância se quer medir, sendo refletida, e recebida por uma célula fotovoltaica especial. Esta célula gera uma tensão que é enviada ao sistema medidor que processa este sinal, linearizando, amplificando e mostrando o resultado já convertido em refletância.

Filtros com 110 mm de diâmetro (cellulose filter nº1, Grade 1: 11 µm, Whatman[®]) foram divididos em quatro partes e cada uma delas, com área 2375,8 mm², coladas em cartolina colorida onde foram numerados seqüencialmente com grafite para identificação. Os filtros assim montados foram acondicionados individualmente em sacos plásticos “Zip-Lok” para proteção durante o transporte e armazenamento. Os

filtros foram colocados, em cada residência, na região próxima ao fogão ou local de cozimento, fosse ele dentro ou fora do domicílio. Os filtros foram retirados após completar o período de exposição de 4 (quatro) dias. A fumaça oriunda dos fogões fez com que os filtros de papel ficassem impregnados por diferentes quantidades de material particulado, o que estava associado diretamente ao nível de escurecimento dos filtros.

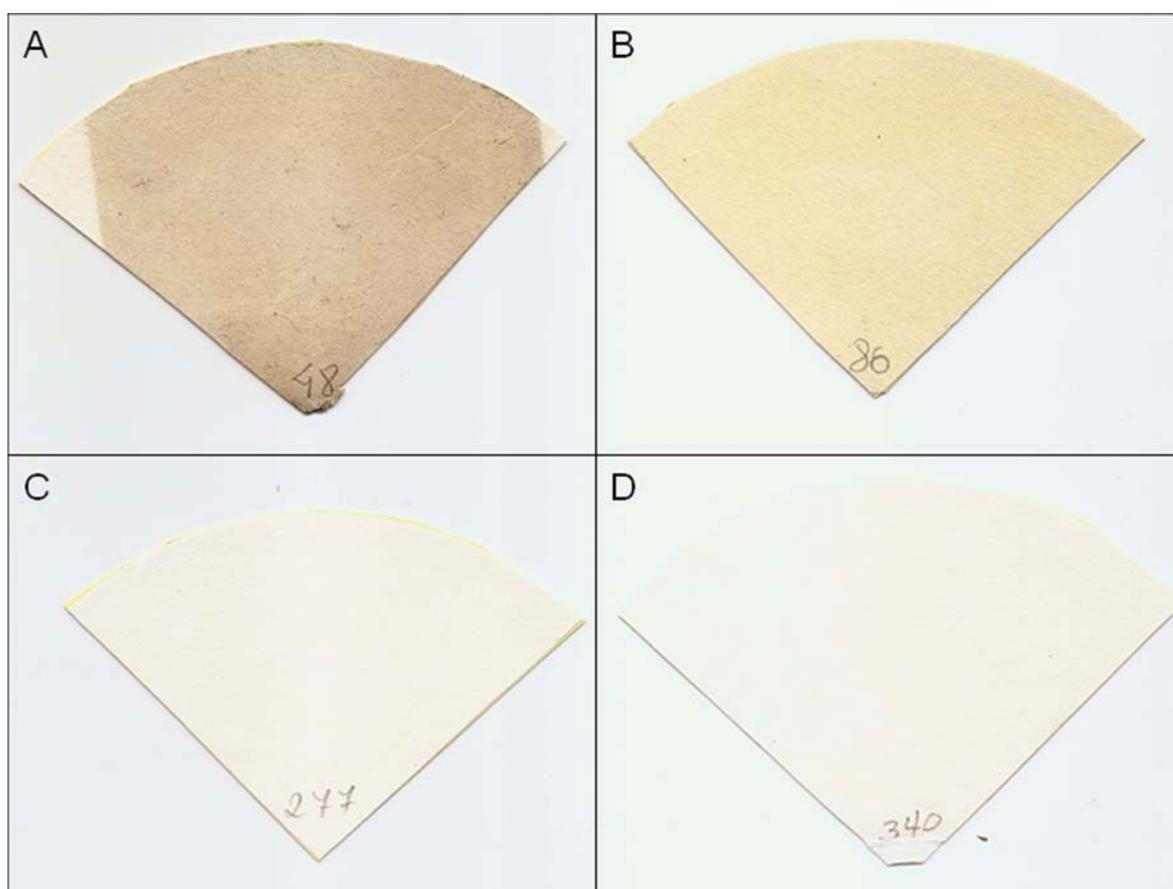


Figura 9 – Exemplo dos papéis filtro retirados dos domicílios estudados: A: Queima de biomassa dentro do domicílio; B: Queima de biomassa fora do domicílio; C: Gás liquefeito de petróleo; e D: Filtro branco controle

Desta forma, com o objetivo de avaliar este escurecimento, os filtros foram então levados ao Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LIM-05) da Faculdade de Medicina da USP e sua refletância foi calculada utilizando-se o equipamento (Smokestain Reflectometer, modelo M43D (EEL[©], London, UK). Para os filtros em questão, quanto maior o escurecimento devido à impregnação pelo material particulado, tanto menor é a quantidade de luz refletida pelo filtro, fazendo com que a refletância seja proporcionalmente menor em relação àquela calculada para o filtro branco não exposto.

Após a obtenção da refletância do filtro branco não exposto e de cada filtro exposto, foi calculado para cada um dos 260 domicílios o índice de refletância definido através da seguinte fórmula (1):

$$IR = R_b - R_{ex} \quad (1)$$

Onde: IR é o índice de refletância; R_b é a refletância do filtro branco; e R_{ex} é a refletância do filtro exposto.

Para validar esta avaliação de exposição, a concentração de $PM_{2,5}$ foi medida diretamente através de estimativa de massa de partícula em tempo real por difração de luz (Dust Trak, Modelo 8520, TSI Inc[©], Minnessota, USA) por uma hora durante o período de preparo de alimentos em 48 dos 260 domicílios. A medida foi realizada no período máximo de atividade dos fogões em todos os domicílios com o objetivo de evitar que medidas em diferentes fases de atividade pudessem levar a viés de aferição.

Após análise de correlação entre o índice de refletância e as medidas diretas de $PM_{2,5}$ foi possível deduzir a equação da reta obtida através da regressão linear desta correlação e, a partir dela, estimar a concentração de $PM_{2,5}$ em todos os domicílios estudados ($ePM_{2,5}$).

Além da estimativa da concentração de material particulado $PM_{2,5}$ a carga de exposição (CE) foi calculada através de um outro índice levando em conta não apenas a concentração, mas também o tempo de exposição em anos. Este índice foi utilizado pela facilidade de compreensão devido à sua analogia à carga tabágica dada em maços-ano e foi calculado utilizando-se a equação (2):

$$CE = ePM_{2,5} * \Delta t(a) \quad (2)$$

Onde: CE é a carga de exposição em $\mu g/m^3$ -ano; $ePM_{2,5}$ é a concentração estimada de $PM_{2,5}$ em $\mu g/m^3$; e $\Delta t(a)$ é o tempo de exposição do indivíduo a este tipo de material em anos, dado pelo tempo (em anos) de uso do combustível.

O tempo de exposição dos indivíduos foi obtido através de duas perguntas específicas do questionário: a) uma referente ao tempo (em anos) em que está exposto a este tipo de fonte de energia; e b) uma referente ao tempo de permanência em contato com a fonte de combustão (tempo de permanência no domicílio para fogões dentro do mesmo ou contato direto com o fogão quando fora de casa) em número de períodos por semana.

3.4 Avaliação dos sintomas respiratórios

Para avaliação das condições gerais de saúde, em especial os sintomas e doenças respiratórias vigentes ou pregressas, bem como hábitos de vida que pudessem influenciar no processo saúde-doença dos indivíduos, um questionário individual foi aplicado a cada um dos indivíduos em cada domicílio. As questões utilizadas para avaliação dos sintomas respiratórios e oculares foram obtidas em versões adaptadas para o português e validadas dos questionários ISAAC e BMC (74-76). Os sintomas avaliados foram: tosse com catarro, chiado, dispnéia, lacrimejamento/coceira ocular e coriza. A versão completa do questionário é apresentada no Anexo II.

Considerando o alto nível de analfabetismo funcional em populações do interior do país, os questionários foram aplicados na forma de entrevista a cada indivíduo por um membro do Projeto Bandeira Científica, previamente treinado na aplicação do mesmo. Para cada indivíduo as questões foram feitas de forma clara, utilizando particularidades do linguajar local (previamente avaliadas durante as visitas de preparação do projeto para a expedição) que facilitassem a compreensão do que estava sendo perguntado sem distorcer o significado da pergunta, garantindo assim a fidedignidade dos resultados. As informações das crianças foram obtidas através de entrevistas com os responsáveis/cuidadores mais próximos.

Quando algum dos moradores não se encontrava em casa a entrevista foi remarcada de forma que todos os residentes no domicílio fossem incluídos no estudo conforme preconizado no modelo de amostragem domiciliar sistemática.

Para análise os indivíduos foram então estratificados por idade (adultos com 20 anos ou mais e jovens com menos de 20 anos) e então agrupados de acordo com o

combustível utilizado no domicílio e o local em que os alimentos eram preparados em três grupos principais: Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), Biomassa dentro do domicílio (BMD) e Biomassa fora do domicílio (BMF). (Figura 10)



Figura 10 – Representação fotográfica do uso de biomassa como combustível dentro do domicílio (A) e fora dele (B).

3.5 Avaliação da Função Pulmonar

Após o resultado da análise da exposição e sintomas, foram selecionados para a segunda fase da pesquisa 120 indivíduos em domicílios diferentes para realização de provas de função pulmonar utilizando o equipamento Koko© Spirometer (OHD, Alabama-USA). Conforme preconizado no manual de instruções do equipamento, o mesmo era calibrado toda vez que era inicializado seguindo-se então a realização dos exames. Para facilitar o procedimento com crianças, foram utilizadas ferramentas do

software que estimulavam a realização do exame, especialmente a expiração forçada (Figura 11)



Figura 11 – Espirômetro acoplado a computador em execução do software no módulo infantil com analogia à fábula dos três porquinhos.

Para cada paciente foram obtidas três curvas espirométricas consideradas aceitáveis (testes pré-broncodilatador). Os indivíduos receberam então 200 mcg de salbutamol (77, 78) e após 15 minutos foram realizadas outras três curvas espirométricas aceitáveis (testes pós-broncodilatador). Todas as espirometrias foram

realizadas com os indivíduos sentados, utilizando clipe nasal e um bocal descartável (77).

Dos 120 indivíduos que realizaram a espirometria 80 eram adultos (≥ 20 anos) de 80 domicílios diferentes em quatro grupos assim designados:

A-GLP-T: 20 indivíduos tabagistas vivendo em domicílio que utilizava apenas gás liquefeito de petróleo;

A-GLP-NT: 20 indivíduos não tabagistas vivendo em domicílio que utilizava apenas gás liquefeito de petróleo e onde não havia outros indivíduos tabagistas;

A-BM-T: 20 indivíduos tabagistas em domicílio que utilizava apenas biomassa;

A-BM-NT: 20 indivíduos não-tabagistas em domicílio que utilizava apenas biomassa e onde não havia outros indivíduos tabagistas.

Todos os indivíduos não tabagistas foram oriundos de domicílios em que ninguém fumava para evitar o viés do fumo passivo na análise. Entre os grupos os pacientes foram pareados por idade, sexo, tempo de exposição ao combustível e no caso dos fumantes, também por carga tabágica em maços-ano.

As provas de função pulmonar também foram realizadas em 40 jovens não tabagistas (ativos ou passivos) com idade entre 8 e 19 anos de idade, dada a dificuldade de realização da espirometria em crianças com menos de 8 anos, mesmo com os artifícios do software do equipamento de espirometria. Os jovens foram assim divididos:

J-GLP-NT: 20 indivíduos não tabagistas vivendo em domicílio que utilizava apenas gás liquefeito de petróleo e onde não havia outros indivíduos tabagistas;

J-BM-NT: 20 indivíduos não-tabagistas em domicílio que utilizava apenas biomassa e onde não havia outros indivíduos tabagistas.

Não foram incluídos grupos de jovens fumantes devido ao número reduzido dos mesmos.

Os resultados das provas de função pulmonar foram salvos no próprio computador onde estava instalado o software, e os valores dos principais parâmetros foram transferidos para a tabela contendo os demais dados clínicos e epidemiológicos.

Os parâmetros utilizados foram:

Volume Expiratório Final no primeiro segundo (VEF_1);

Capacidade Vital Forçada (CVF);

Relação de Tiffeneau (VEF_1/CVF);

Percentual do VEF_1 predito ($\%VEF_1pred$);

Percentual do CVF predito ($\%CVFpred$).

Os valores preditos foram calculados com base nos valores de referência da normalidade validados e aplicáveis à população brasileira (78-80).

Para análises estatísticas sempre foram considerados os resultados dos testes pós uso de broncodilatadores. Quando presente nesses indivíduos, a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) foi definida como a obstrução ao fluxo aéreo com relação

de Tiffeneau (VEF1/CVF) menor que 0,7 no teste após o uso de broncodilatadores conforme as diretrizes do GOLD (67).

Uma representação esquemática resumida do desenho do estudo é apresentada na figura 12.

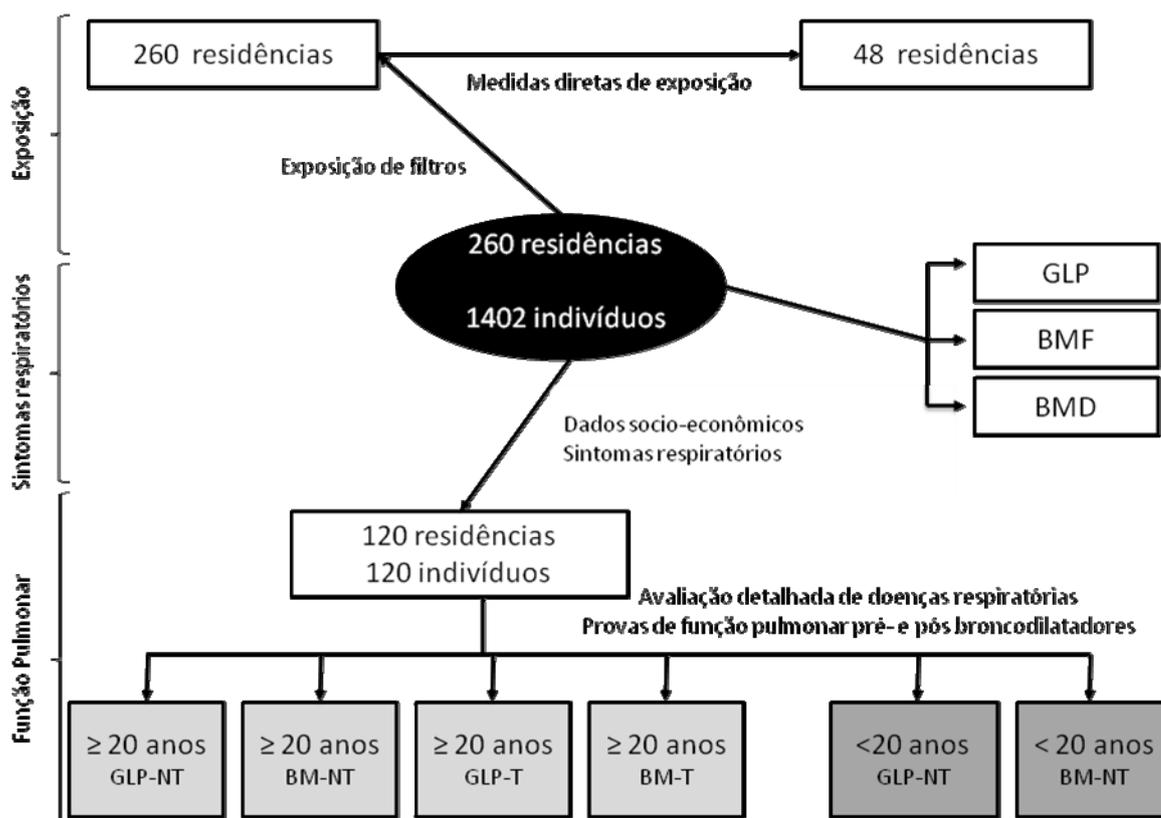


Figura 12 – Representação esquemática resumida do desenho do estudo. GLP: Gás Liquefeito de Petróleo; BMF: Combustão de biomassa fora do domicílio; BMD: Combustão de biomassa dentro do domicílio; BM: Combustão de biomassa; NT: Não-tabagista; T: Tabagista.

3.6 Análise estatística

Os dados demográficos foram comparados utilizando-se o teste do qui-quadrado para variáveis categóricas. As variáveis numéricas contínuas foram comparadas utilizando-se análise de variância ou teste de Kruskal-Wallis e Teste t de student ou teste de Mann Whitney na dependência da distribuição dos dados e do número de grupos. Testes de correlação de Spearman foram utilizados para avaliar as correlações entre os parâmetros de prova de função pulmonar e parâmetros de exposição ao PM_{2,5} (anos de exposição, ePM_{2,5}, CE, entre outros). Os resultados são expressos como média±DP ou mediana (IIQ). A relação com os sintomas foi avaliada utilizando-se regressão logística considerando os sintomas como variáveis dependentes e combustível, local do fogão, tabagismo, idade e gênero como covariantes. Os resultados foram expressos em razão de chances (OR em inglês) (Intervalo de confiança 95%).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SPSS 15.0 (SPSS Inc[©], Chicago – Illinois, USA, 2004). O erro alfa adotado foi de 5% (p<0,05).

4. RESULTADOS

Foram coletados dados de um total de 1402 indivíduos dos 260 domicílios avaliados no presente estudo.

4.1 Informações demográficas e populacionais

Dados demográficos e populacionais gerais foram resumidos nas tabelas 1 e 2 para os grupos de adultos (com 20 anos ou mais) e de jovens (com menos de 20 anos) respectivamente. Observou-se igual proporção de homens e mulheres entre os grupos de exposição (GLP, BMF e BMD), bem como média de idade semelhante entre eles dentro dos extratos etários definidos. A prevalência de tabagismo e a carga tabágica em maços-ano nos pacientes adultos também não foram significativamente diferentes entre os grupos de exposição (GLP, BMF e BMD), embora o percentual de fumantes na população de João Câmara (46,7%) tenha sido consideravelmente maior em relação à descrita na literatura para a população de capitais brasileiras, na faixa de 18 a 25,5% (81-83).

Os achados mostraram renda per capita baixa para todos os grupos estudados, sem diferença entre os grupos, porém com maior percentual de inclusão no programa governamental federal de transferência de renda (Bolsa Família) das famílias que utilizavam biomassa como combustível para fogões no interior dos domicílios, seguida por aquelas que utilizavam biomassa para fogões fora de casa e por fim, os usuários de GLP ($p < 0,001$).

Em relação à escolaridade média dos indivíduos foram observados valores baixos para todos os grupos com cerca de 5 a 6 anos de estudo nos indivíduos adultos e de 4 a 5 anos nos indivíduos com menos de 20 anos, com a ressalva de que grande parte destes ainda encontravam-se em idade escolar, não sendo possível tomá-los como parâmetros estáveis para este grupo populacional.

≥ 20 anos	<i>GLP</i>	<i>BMF</i>	<i>BMD</i>	<i>P</i>
<i>N = 744</i>	<i>N = 466</i>	<i>N = 218</i>	<i>N = 60</i>	
Gênero M:F	156 : 310	88 : 130	21 : 39	0,214
Tabagistas – N (%)	210 (45,1%)	107 (49,1%)	28 (46,7%)	0,809
Idade (anos)	43,38±18,20	45,74±18,46	42,94±18,14	0,256
Maços-ano	32,55±17,65	31,09±16,29	34,05±18,20	0,568
Renda per capita em reais (R\$)	53,94±12,00	55,47±17,34	51,46±15,58	0,432
Escolaridade	5,92±4,21	5,43±4,85	5,18±3,24	0,755
Bolsa Família – N (%)	142 (30,5%)	101 (46,3%)	32 (53,3%)	< 0,001

Tabela 1 – Dados demográficos e populacionais dos indivíduos adultos, com 20 anos ou mais. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio; M: Masculino; F: Feminino. Resultados apresentados em média±DP a menos que especificado de outra forma

< 20 anos	GLP	BMF	BMD	p
N = 658	N = 360	N = 229	N = 69	
Gênero M:F	171 : 189	110 : 119	31 : 38	0,901
Tabagistas – N (%)	4 (1,1%)	5 (2,2%)	2 (2,9%)	0,645
Idade (anos)	9,24±5,70	9,87±5,66	9,21±5,32	0,390
Renda per capita em reais (R\$)	50,61±12,27	49,16±15,41	52,60±11,10	0,666
Escolaridade	4,35±3,56	4,21±3,92	4,48±3,55	0,821
Bolsa Família – N (%)	170 (47,2%)	137 (59,8%)	50 (72,5%)	< 0,001

Tabla 2 – Dados demográficos e populacionais dos indivíduos jovens, com menos de 20 anos. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio; M: Masculino; F: Feminino. Resultados apresentados em média±DP a menos que especificado de outra forma.

Foram avaliados também os aspectos gerais de saúde dos indivíduos com base na prevalência de doenças crônicas previamente diagnosticadas e condições indicativas de agravos à saúde entre os grupos de exposição em cada uma das faixas etárias estudadas (Tabelas 3 e 4). A hipertensão arterial sistêmica em adultos apresentou índice de prevalência acima daqueles descritos para a região sul e sudeste do país (84), porém sem diferença entre os grupos. O Diabetes mellitus, por sua vez apresentou prevalência semelhante à descrita em outras regiões do país (85) também sem diferença entre os

grupos estudados. As internações hospitalares (por quaisquer causas em qualquer época) também não mostraram diferenças significativas entre os grupos..

≥ 20 anos	<i>GLP</i>	<i>BMF</i>	<i>BMD</i>	<i>P</i>
<i>N = 744</i>	<i>N = 466</i>	<i>N = 218</i>	<i>N = 60</i>	
Hipertensão arterial sistêmica	169 (36,2%)	69 (31,7%)	20 (33,3%)	0,646
Diabetes mellitus	29 (6,2%)	15 (6,9%)	3 (5,0%)	0,864
Internação Hospitalar	277 (59,4%)	132 (60,5%)	32 (53,3)	0,598

Tabela 3 – Dados de saúde geral dos indivíduos adultos, com 20 anos ou mais. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio. Resultados apresentados em número de casos (percentual).

< 20 anos	<i>GLP</i>	<i>BMF</i>	<i>BMD</i>	<i>P</i>
<i>N = 658</i>	<i>N = 360</i>	<i>N = 229</i>	<i>N = 69</i>	
Hipertensão arterial sistêmica	10 (2,8%)	4 (1,7%)	1 (1,4%)	0.635
Diabetes mellitus	3 (0,8%)	2 (0,9%)	0 (0,0%)	0.746
Internação Hospitalar	140 (38,9%)	89 (38,9%)	33 (47,8%)	0.356

Tabela 4 – Dados de saúde geral dos indivíduos jovens, com menos de 20 anos. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio. Resultados apresentados em número de casos (percentual).

De maior interesse no presente estudo são as condições associadas à saúde respiratória prévia dos indivíduos com base no seu histórico de diagnósticos de doenças respiratórias e internações hospitalares por causas respiratórias. Neste sentido, não encontramos diferenças entre os indivíduos adultos dos grupos utilizando diferentes fontes de energia em relação à prevalência de pneumonias no último ano, asma e internação por doenças respiratórias em algum momento da vida (Tabela 5). Porém, ao avaliarmos estas mesmas características no grupo dos indivíduos jovens, com menos de 20 anos (Tabela 6), observa-se que a prevalência de pneumonias no último ano e de internações hospitalares por causas respiratórias é significativamente maior nos grupos que utilizam a biomassa como combustível em relação aos que utilizam GLP. Entre os grupos que utilizam biomassa dentro (BMD) e fora de casa (BMF), observa-se aumento significativo da prevalência de pneumonias no primeiro em relação ao segundo ($p = 0,01$), porém não em relação às internações hospitalares.

≥ 20 anos	GLP	BMF	BMD	<i>p</i>
<i>N</i> = 744	<i>N</i> = 466	<i>N</i> = 218	<i>N</i> = 60	
Pneumonia no último ano	8 (1,7%)	6 (2,7%)	1 (1,6%)	0,395
Internação por doenças respiratórias	13 (2,7%)	10 (4,5%)	3 (5,0%)	0,394
Asma	39 (8,36%)	16 (7,3%)	7 (11,6%)	0,333

Tabela 5 – Dados de saúde respiratória prévia dos indivíduos adultos, com 20 anos ou mais. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio. Resultados apresentados em número de casos (percentual).

<i>< 20 anos</i>	<i>GLP</i>	<i>BMF</i>	<i>BMD</i>	<i>p</i>
<i>N = 658</i>	<i>N = 360</i>	<i>N = 229</i>	<i>N = 69</i>	
Pneumonia no último ano	8 (2,2%)	25 (10,9%)	10 (14,5%)	<0,001
Internação por doenças respiratórias	10 (2,8%)	17 (7,4%)	8 (11,6%)	0,002
Asma	27 (7,5%)	22 (9,6%)	8 (11,6%)	0,444

Tabela 6 – Dados de saúde respiratória prévia dos indivíduos jovens, com menos de 20 anos. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio. Resultados apresentados em número de casos (percentual).

4.2 Exposição ao material particulado

A concentração de material particulado com diâmetro menor que 2,5 micrômetros ($PM_{2,5}$) durante o período de preparação de alimentos foi de $3,01 \pm 3,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o grupo exposto apenas ao gás liquefeito de petróleo (GLP, $n=16$), $144,32 \pm 101,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o grupo utilizando biomassa fora do domicílio (BMF, $n=16$) e $249,72 \pm 143,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o grupo utilizando biomassa no interior do domicílio (BMD, $n=16$) (Figura 13).

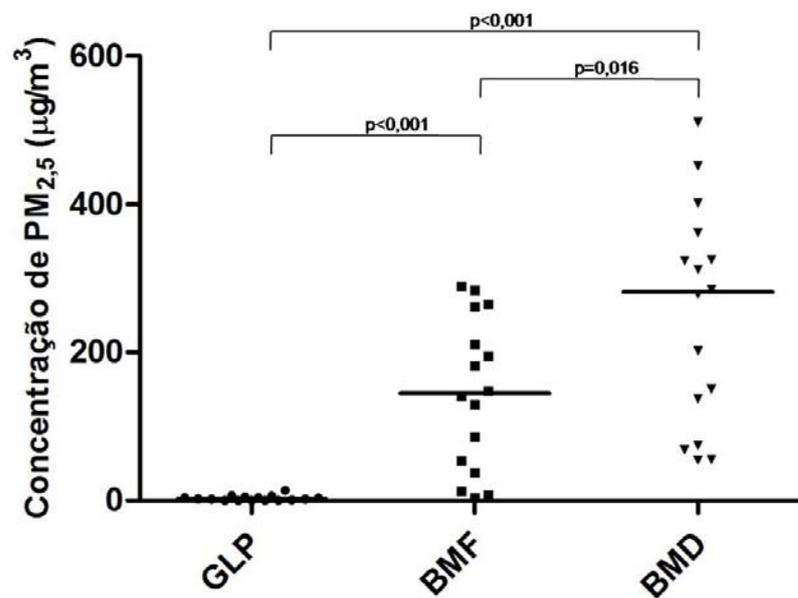


Figura 13 – Concentração de material particulado PM_{2,5} em µg/m³ em cada um dos grupos de exposição. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio. Linhas indicam a mediana.

O índice de refletância dos filtros expostos correlacionou-se positivamente com a concentração direta de PM_{2,5} ($r=0,96$, $p<0,001$) (Figure 14).

Após análise de correlação entre o índice de refletância e as medidas diretas de PM_{2,5} foi possível deduzir a equação da reta obtida através da regressão linear desta correlação e, a partir dela, estimar a concentração de PM_{2,5} em todos os domicílios estudados ($ePM_{2,5}$) como apresentado na equação (3).

$$ePM_{2,5} = (7,5 * IR) + 10 \quad (3)$$

Onde: $ePM_{2,5}$ é a concentração estimada de PM_{2,5} em µg/m³; e IR é o índice de refletância filtro exposto pelo período de quatro dias.

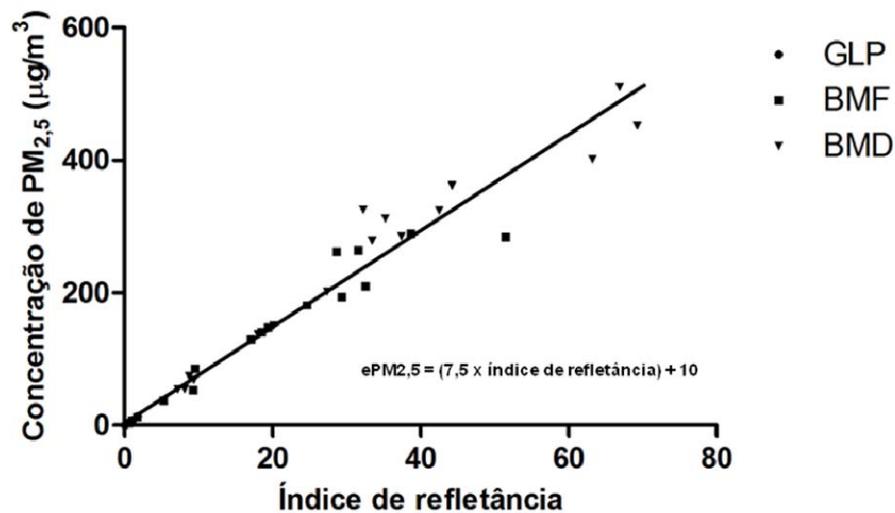


Figura 14 – Correlação entre as medidas diretas de concentração de material particulado PM_{2,5} em µg/m³ e o índice de refletância. Cada ponto representa um domicílio. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio.

Dada a robustez da correlação, a equação acima demonstrada foi então utilizada para a estimativa da exposição do PM_{2,5} (ePM_{2,5}) em todos os domicílios envolvidos no estudo.

Os valores de ePM_{2,5} para cada grupo é mostrado na figura 15. Níveis menores de ePM_{2,5} foram observados no grupo GLP (29,61±6,26) em comparação com BMD (145,66±103,47) e BMF (60,19±39,04), p<0,001 para ambas as comparações. Níveis significativamente maiores de ePM_{2,5} foram observados no grupo BMD (145,66±103,47) em comparação ao grupo BMF (60,19±39,04) com p<0,001.

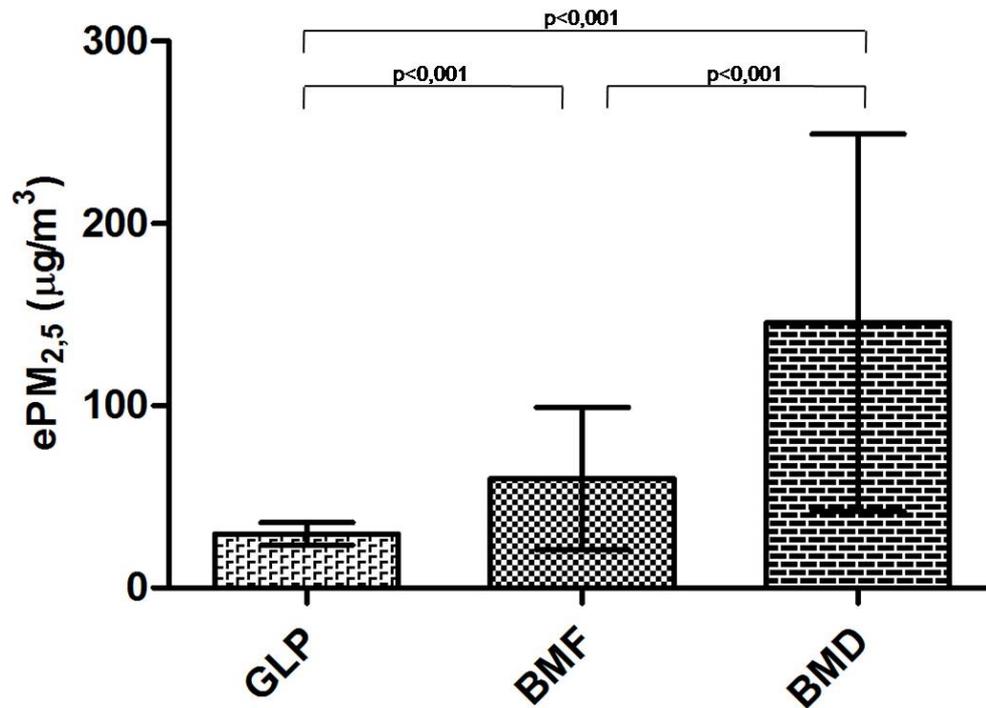


Figura 15 – Valores estimados de $PM_{2,5}$ (e $PM_{2,5}$) em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em cada um dos grupos de exposição apresentados em média (barras) e desvio padrão (linhas). GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio.

4.3 Prevalência dos sintomas respiratórios e oculares

A prevalência dos sintomas respiratórios e oculares em cada grupo de exposição são apresentados nas Tabelas 7 e 8 de acordo com as faixas etárias.

≥ 20 anos	GLP	BMF	BMD	p
N = 744	N = 466	N = 218	N = 60	
Tosse produtiva	132 (28,3%)	91 (41,7%)	32 (53,3%)	< 0,001 ^{*†}
Dispnéia	49 (10,5%)	39 (17,9%)	14 (23,3%)	0,002 ^{*†}
Chiado	68 (14,6%)	52 (23,9%)	17 (28,3%)	0,003 ^{*†}
Coriza	156 (33,5%)	64 (29,4%)	30 (50,0%)	0,011 ^{†‡}
Lacrimejamento/ Coceira ocular	121 (26,0%)	50 (22,9%)	24 (40,0%)	0,028 ^{†‡}

Tabela 7 – Prevalência de sintomas respiratórios (casos (%)) indivíduos adultos (20 anos ou mais) de acordo com os grupos de exposição. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio.

* Diferença estatisticamente significativa entre os grupos GLP e BMF

† Diferença estatisticamente significativa entre os grupos GLP e BMD

‡ Diferença estatisticamente significativa entre os grupos BMF e BMD

< 20 anos	GLP	BMF	BMD	p
N = 658	N = 360	N = 229	N = 69	
Tosse produtiva	114 (31,7%)	99 (43,2%)	24 (34,8%)	0,017 ^{*‡}
Dispnéia	44 (12,2%)	37 (16,2%)	17 (24,6%)	0,002 ^{†‡}
Chiado	51 (14,2%)	52 (22,7%)	20 (29,0%)	0,024 ^{*†}
Coriza	94 (26,1%)	82 (35,8%)	30 (43,5%)	0,003 ^{*†}
Lacrimejamento/ Coceira ocular	70 (19,4%)	36 (15,7%)	20 (29,0%)	0,004 ^{†‡}

Tabela 8 – Prevalência de sintomas respiratórios (casos (%)) indivíduos jovens (com menos de 20 anos) de acordo com os grupos de exposição. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio.

* Diferença estatisticamente significativa entre os grupos GLP e BMF

† Diferença estatisticamente significativa entre os grupos GLP e BMD

‡ Diferença estatisticamente significativa entre os grupos BMF e BMD

As tabelas 9 e 10 mostram as razões de chances (OR) dos sintomas em relação a cada grupo de exposição em cada faixa etária.

Para os adultos (Tabela 9) os dados demonstram que houve uma razão de chances significativamente aumentada para tosse produtiva, chiado e dispnéia nos indivíduos expostos à combustão de biomassa dentro de casa comparados ao grupo GLP (Tosse produtiva: 2,93 (1,68-5,10); Chiado: 2,33 (1,25-4,38); e Dispnéia 2,59 (1,32-5,09)). A razão de chances para o desenvolvimento dos mesmos sintomas também foi significativamente maior entre o grupo dos indivíduos expostos à combustão de

biomassa fora do domicílio quando comparados ao grupo GLP (Tosse produtiva: 1,78 (1,27-2,50); Chiado: 1,78 (1,18-2,69); e Dispnéia 1,80 (1,14-2,86)). Na comparação entre os grupos BMD e BMF não houve diferença significativa para estes sintomas.

A avaliação coriza e lacrimejamento/coceira ocular entre os adultos nos diferentes grupos de exposição mostrou aumento significativo da razão de chances para os dois sintomas quando o grupo exposto à combustão no interior do domicílio (BMD) foi comparado tanto com o grupo GLP (Coriza: 1,98 (1,15-3,42); Lacrimejamento/coceira ocular: 1,90 (1,09-3,32)) como com o grupo BMF (Coriza: 2,47 (1,37-4,46); Lacrimejamento/coceira ocular: 2,27 (1,23-4,18)). Estes dados são representados esquematicamente na figura 16.

<i>≥ 20 anos</i>	<i>BMD:GLP</i>	<i>BMF:GLP</i>	<i>BMD:BMF</i>
Tosse produtiva	2,93 (1,68-5,10)	1,78 (1,27-2,50)	NS
Dispnéia	2,59 (1,32-5,09)	1,80 (1,14-2,86)	NS
Chiado	2,33 (1,25-4,38)	1,78 (1,18-2,69)	NS
Coriza	1,98 (1,15-3,42)	NS	2,47 (1,37-4,46)
Lacrimejamento / Coceira ocular	1,90 (1,09-3,32)	NS	2,27 (1,23-4,18)

Tabela 9 – Razão de chances (IC 95%) para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos adultos (20 anos ou mais). Dados ajustados para gênero, idade, tabagismo, carga tabágica, escolaridade e renda. Todas as razões de chances apresentadas atingiram níveis de significância de $p \leq 0,02$. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio; NS: Não significativo.

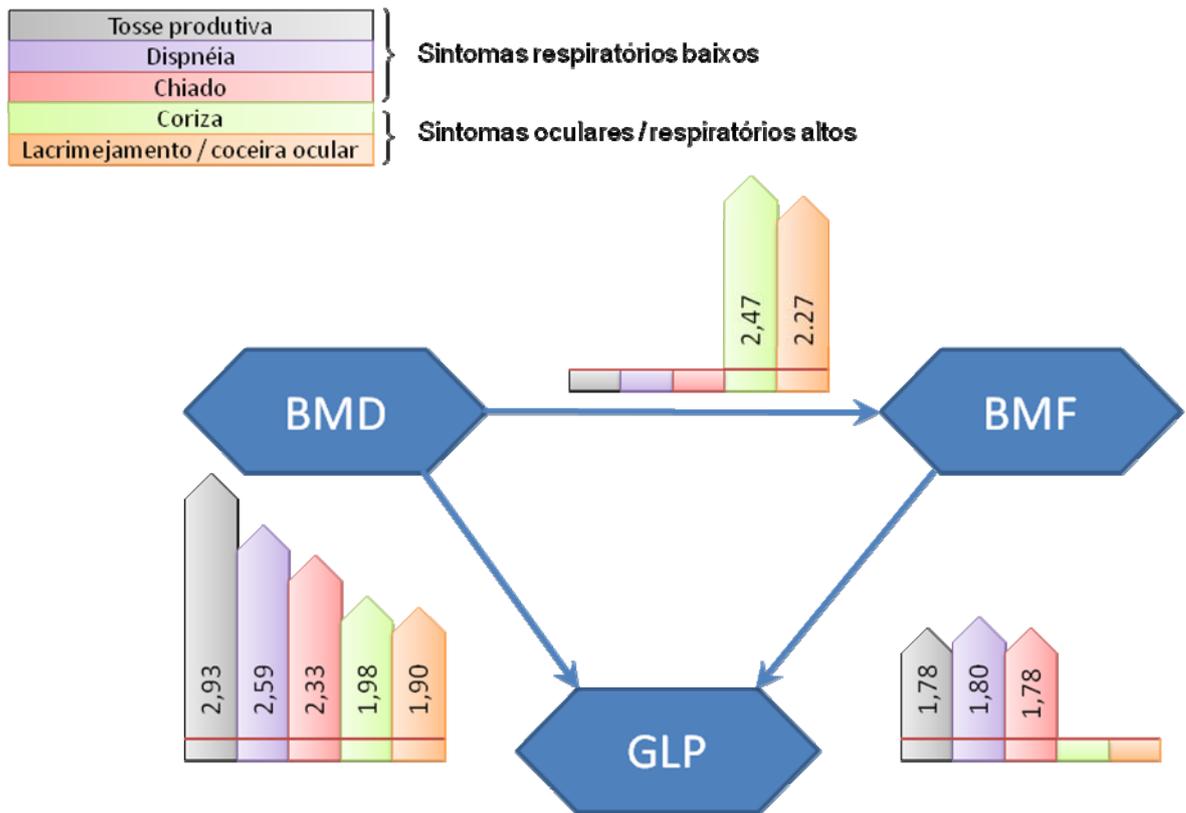


Figura 16 – Representação esquemática das razões de chances (IC 95%) estatisticamente significativas para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos adultos (20 anos ou mais). Dados ajustados para gênero, idade, tabagismo, carga tabágica, escolaridade e renda. A direção das setas azuis indica o sentido de comparação, desta forma as razões de chances apresentadas representam o resultado da comparação entre o grupo indicado pela origem da seta em relação ao indicado pela ponta da seta. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio.

A tabela 10 também demonstra que os indivíduos jovens (com menos de 20 anos) apresentaram razões de chances significativamente aumentadas para tosse

produtiva, chiado, dispnéia e coriza, mas não lacrimejamento/coceira ocular nos indivíduos expostos à combustão de biomassa dentro de casa comparados ao grupo GLP (Tosse produtiva: 1,64 (1,16-2,31); Chiado: 2,46 (1,34-4,47); Dispnéia 2,29 (1,21-4,32); e Coriza 2,20 (1,29-3,75)). Razões de chances significativamente aumentadas para o desenvolvimento de chiado e coriza foram observadas entre o grupo dos indivíduos expostos à combustão de biomassa fora do domicílio quando comparados ao grupo GLP (Chiado: 1,77 (1,15-2,72); e Coriza: 1,58 (1,10-2,27)). Na comparação entre os grupos BMD e BMF houve diferença significativa nas razões de chances para lacrimejamento/coceira ocular (2,17 (1,15-4,09)). Estes dados são representados esquematicamente na figura 17.

<i>< 20 anos</i>	<i>BMD:GLP</i>	<i>BMF:GLP</i>	<i>BMD:BMF</i>
Tosse produtiva	1,64 (1,16-2,31)	NS	NS
Dispnéia	2,29 (1,21-4,32)	NS	NS
Chiado	2,46 (1,34-4,47)	1,77 (1,15-2,72)	NS
Coriza	2,20 (1,29-3,75)	1,58 (1,10-2,27)	NS
Lacrimejamento / Coceira ocular	NS	NS	2,17 (1,15-4,09)

Tabela 10 – Razão de chances (IC 95%) para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos jovens (menos de 20 anos). Dados ajustados para gênero, idade, tabagismo, carga tabágica, escolaridade e renda. Todas as razões de chances apresentadas atingiram níveis de significância de $p \leq 0,02$. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio; NS: Não significativo.

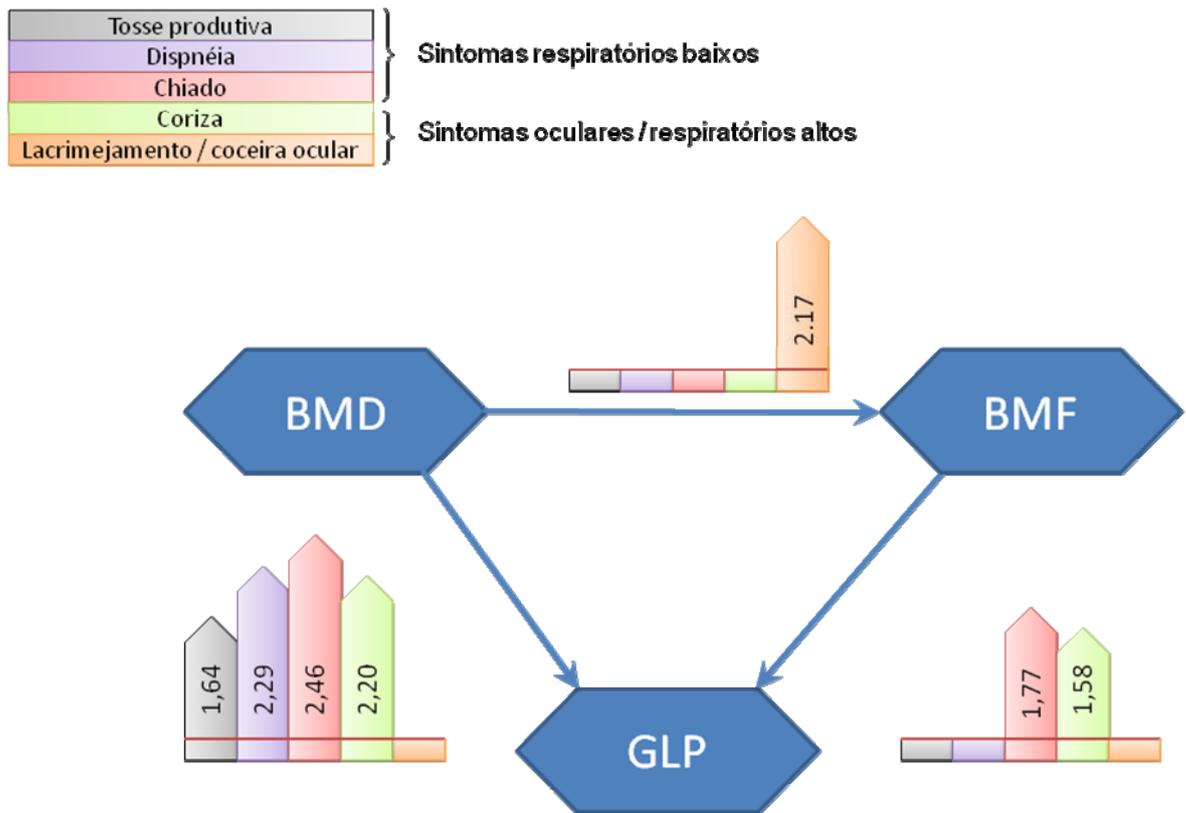


Figura 17 – Representação esquemática das razões de chances (IC 95%) estatisticamente significativas para os sintomas respiratórios estudados entre os grupos de exposição nos indivíduos jovens (menos de 20 anos). Dados ajustados para gênero, idade, tabagismo, carga tabágica, escolaridade e renda. A direção das setas azuis indica o sentido de comparação, desta forma as razões de chances apresentadas representam o resultado da comparação entre o grupo indicado pela origem da seta em relação ao indicado pela ponta da seta. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMD: Biomassa dentro do domicílio; BMF: Biomassa fora do domicílio.

4.4 Alterações na função pulmonar

Para análise do impacto da biomassa na função pulmonar dos indivíduos jovens (menos de 20 anos) foram selecionados 40 indivíduos, todos não tabagistas de diferentes domicílios divididos em 2 grupos (n=20 em cada):

J-GLP-NT: não tabagistas vivendo em domicílio que utilizava apenas gás liquefeito de petróleo e onde não havia outros indivíduos tabagistas;

J-BM-NT: não-tabagistas em domicílios que utilizavam apenas biomassa e onde não havia outros indivíduos tabagistas.

Os parâmetros da prova de função pulmonar (PFP) realizadas após a administração de broncodilatadores nos indivíduos adultos são apresentados na tabela 11 e nas figuras 18 e 19. Não foram observadas alterações estatisticamente significativas nos parâmetros analisados entre os grupos. O tempo de permanência em contato com a fonte de combustão (tempo de permanência no domicílio para fogões dentro do mesmo ou contato direto com o fogão quando fora de casa) quantificados em períodos por semana, não mostrou diferença significativa entre os grupos ($p=0,09$).

< 20 anos	<i>J-GLP-NT</i>	<i>J-BM-NT</i>
VEF₁	2,29±0,70	2,36±0,79
%VEF₁pred	92,15±1,66	94,60±2,98
CVF	2,59±0,82	2,69±0,68
%CVFpred	93,75±2,47	96,45±1,85
VEF₁/CVF	0,89±0,05	0,88±0,05

Tabela 11 – Parâmetros dos testes de função pulmonar nos indivíduos jovens (com menos de 20 anos) de acordo com o grupo de exposição. J-GLP-NT: Não tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; J-BM-NT: Não tabagistas expostos à biomassa.

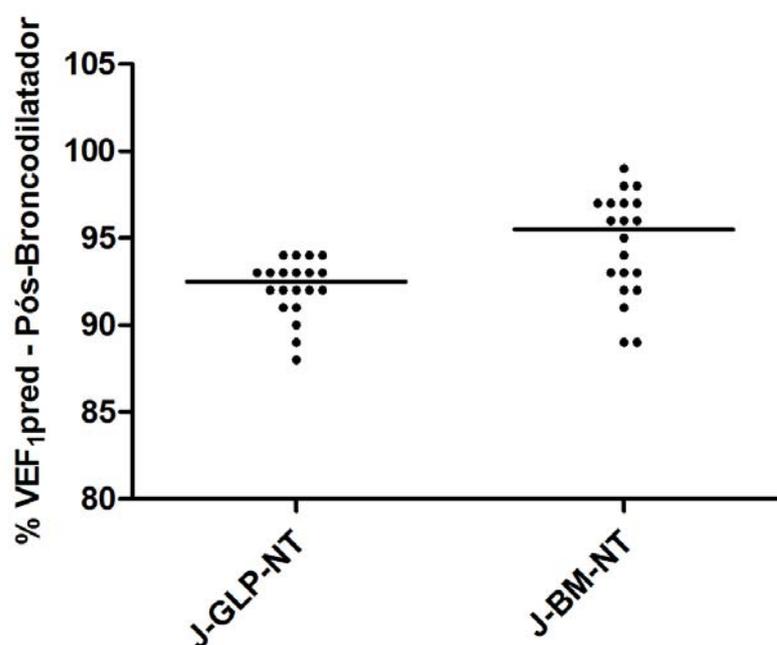


Figura 18 – Comparação do %VEF₁pred entre os indivíduos jovens de acordo com o grupo de exposição. J-GLP-NT: Não tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; J-BM-NT – Não tabagistas expostos à queima de biomassa.

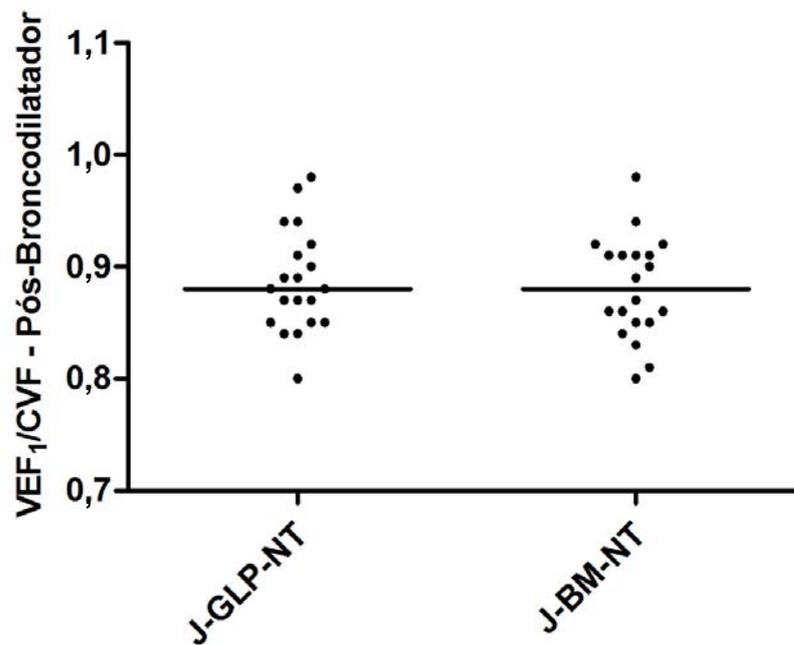


Figura 19– Comparação da relação VEF₁/CVF entre os indivíduos jovens de acordo com o grupo de exposição. J-GLP-NT: Não tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; J-BM-NT: Não tabagistas expostos à biomassa.

Em relação à análise de função pulmonar nos indivíduos adultos os 80 indivíduos selecionados de diferentes domicílios foram divididos em 4 grupos (n=20 em cada):

A-GLP-T: tabagistas vivendo em domicílio que utilizava apenas gás liquefeito de petróleo;

A-GLP-NT: não tabagistas vivendo em domicílio que utilizava apenas gás liquefeito de petróleo e onde não havia outros indivíduos tabagistas;

A-BM-T: tabagistas em domicílios que utilizavam apenas biomassa; e

A-BM-NT: não-tabagistas em domicílios que utilizavam apenas biomassa e onde não havia outros indivíduos tabagistas.

Os parâmetros da prova de função pulmonar (PFP) realizadas após a administração de broncodilatadores nos indivíduos adultos são apresentados na tabela 12 e nas figuras 20 e 21.

Os indivíduos do grupo A-GLP-NT apresentaram %VEF₁pred significativamente mais altos que todos os outros grupos (A-GLP-NT: 94,65±3,45; A-GLP-T:87,15±6,94 (p=0,009); A-BM-NT:88,50±8,04 (p=0,025); A-BM-T:80,55±9,33 (p<0,001)), o mesmo sendo observado para a relação VEF₁/CVF (A-GLP-NT: 0,85±0,06; A-GLP-T: 0,76±0,08 (p=0,004); A-BM-NT: 0,79±0,07 (p=0,022); A-BM-T: 0,72±0,09 (p<0,001)).

Indivíduos do grupo A-BM-T apresentaram valores de %VEF₁pred significativamente inferiores aos observados nos indivíduos tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo (p=0,027). Quanto à relação VEF₁/CVF, os resultados foram semelhantes ((A-BM-T: 0,72±0,09; A-GLP-T: 0,76±0,08) (p=0,038)).

Em comparação com os indivíduos do grupo A-GLP-NT, os não tabagistas expostos à biomassa (A-BM-NT) mostraram redução nos parâmetros de função pulmonar semelhantes aos observados no grupo A-GLP-T, não sendo observadas diferenças estatisticamente significativas entre estes dois últimos grupos tanto para a %VEF₁pred (A-GLP-T:87,15±6,94; A-BM-NT:88,50±8,04 (p=0,936)) como para a relação VEF₁/CVF (A-GLP-T: 0,76±0,08; A-BM-NT: 0,79±0,07 (p=0,818)).

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em relação aos outros parâmetros: VEF₁, CVF e %CVFpred. O tempo de permanência em contato com a fonte de combustão (tempo de permanência no domicílio para fogões dentro de casa ou contato direto com o fogão quando fora de casa) quantificados em número de períodos por semana, não mostrou diferença significativa entre os grupos (p=0,23).

<i>≥ 20 anos</i>	<i>A-GLP-NT</i>	<i>A-GLP-T</i>	<i>A-BM-NT</i>	<i>A-BM-T</i>
VEF₁	2,70±0,89	2,57±0,66	2,61±0,61	2,33±0,45
%VEF₁pred	94,65±3,45*	87,15±6,94 [†]	88,50±8,04 [†]	80,55±9,33
CVF	3,16±1,00	3,30±0,69	3,32±0,81	3,22±0,58
%CVFpred	94,25±3,76	94,60±2,35	94,45±2,01	92,90±2,90
VEF₁/CVF	0,85±0,06*	0,76±0,08	0,79±0,07 [†]	0,72±0,09

Tabela 12 – Parâmetros dos testes de função pulmonar nos indivíduos adultos de acordo com o grupo de exposição. A-GLP-NT: Não tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; A-GLP-T: Tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; A-BM-NT: Não tabagistas expostos à biomassa; A-BM-T: Tabagistas expostos à biomassa.

* p < 0.03 comparado com todos os outros grupos.

[†] p < 0.04 comparado com o grupo A-BM-T

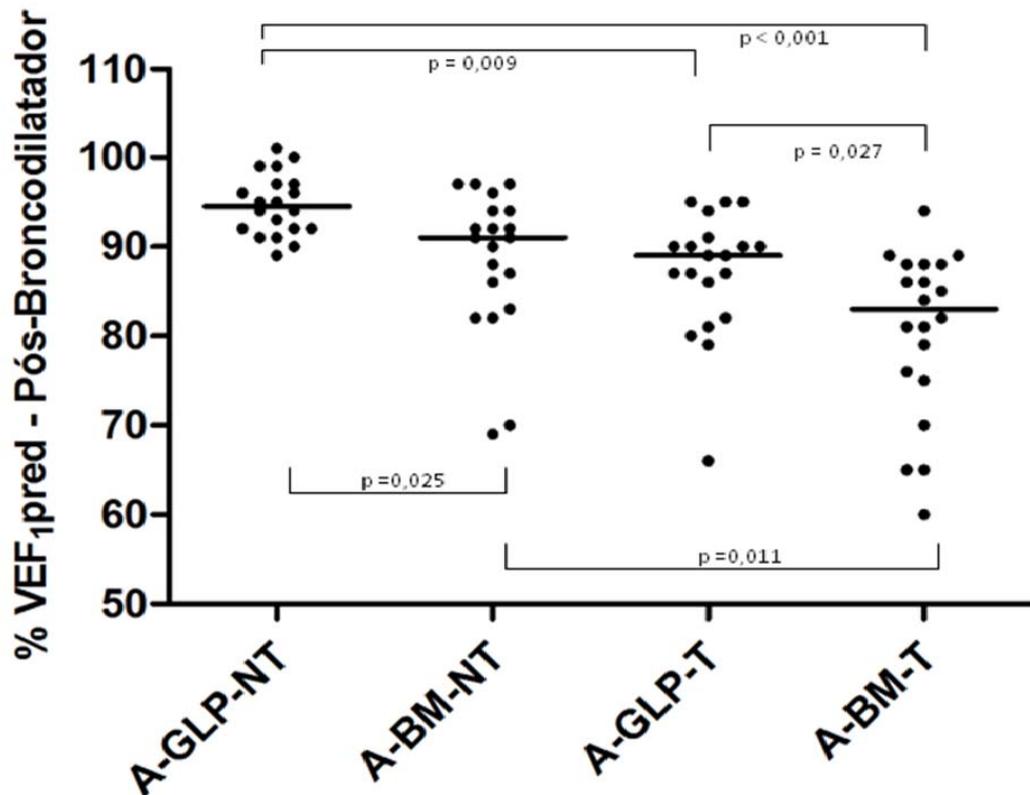


Figura 20 – Comparação do %VEF₁pred entre os indivíduos adultos de acordo com o grupo de exposição. A-GLP-NT: Não tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; A-GLP-T: Tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; A-BM-NT: Não tabagistas expostos à biomassa; A-BM-T: Tabagistas expostos à biomassa.

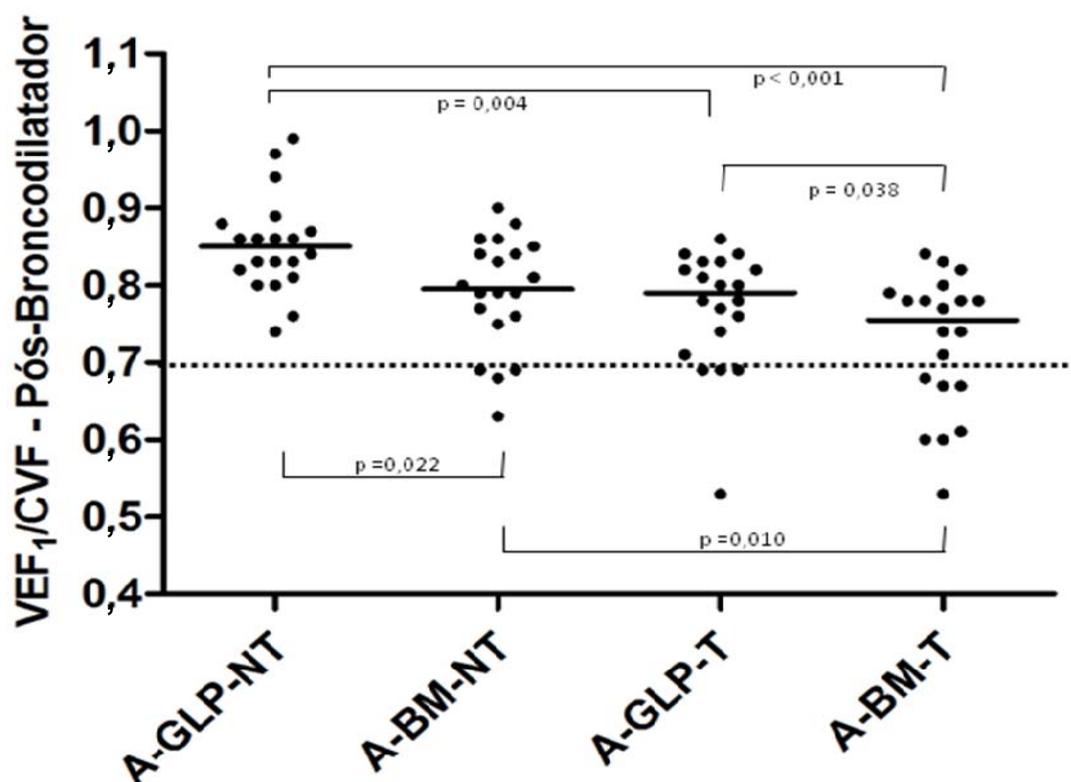


Figura 21 – Comparação da relação VEF_1/CVF entre os indivíduos jovens de acordo com o grupo de exposição. A-GLP-NT: Não tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; A-GLP-T: Tabagistas expostos ao gás liquefeito de petróleo; A-BM-NT: Não tabagistas expostos à biomassa; A-BM-T: Tabagistas expostos à biomassa. A linha pontilhada indica o limite de referência para DPOC conforme critérios do GOLD

Em relação à obstrução fixa de vias aéreas conforme definição do GOLD (67), que utiliza como critério a relação $VEF_1/CVF < 0,7$, houve significativamente mais indivíduos com DPOC nos grupos fumantes e/ou BM comparados com os não-fumantes GLP ($p < 0,001$). A prevalência de obstrução de vias aéreas foi de 20% (4/20) tanto no grupo A-BM-NT como no A-GLP-T e 35% (7/20) no grupo A-BM-T. (Tabela 13)

	<i>Gênero</i>	<i>Idade</i>	<i>Sintoma</i>	<i>CE</i>	<i>Maços-ano</i>	<i>Anos de exposição</i>	<i>Doença respiratória</i>	<i>VEF₁/CVF</i>	<i>GOLD</i>
A-BM-NT	M	55	T,D,Cy,O	12306,25	-	31		0,62	II
	M	81	T,D,Cy,O	11890,00	-	21	BC	0,67	I
	M	60	T,D,Ch,O	8700,00	-	41		0,68	I
	F	46	T,Ch,O	3841,00	-	37		0,68	II
A-BM-T	F	42	T,D,Ch,Cz,O	7073,50	27,0	25	BC	0,52	II
	M	34	T,D,Ch	2711,50	40,0	28	Pn *	0,60	II
	F	52	T,Ch	13250,00	72,0	15		0,59	II
	M	72	T, D, Cz,O	6228,00	31,0	35	BC	0,66	II
	M	48	T, D, Cz	11235,50	35,0	21		0,67	I
	M	58	T, D, Cz	13195,00	53,0	26		0,60	II
	M	66	T,D,Cz,O	2648,75	43,0	18	Pn *	0,67	I
A-GLP-T	F	76	T,D	1868,75	50,0	10		0,52	II
	F	43	T,D,Cz	1330,00	42,0	20	BC	0,68	I
	M	55	T,D	1496,25	38,0	15		0,68	I
	M	67	C,D	1828,75	75,0	20		0,69	II
P	NS	NS	-	0,03 [†]	NS	NS	-	NS	-

Tabela 13 – Dados demográficos, sintomas, função pulmonar e características de exposição ao material particulado nos indivíduos com obstrução fixa de vias aéreas. T: Tosse com catarro; D: Dispneia; Ch: Chiado; Cz: Coriza; O: Lacrimejamento/coceira ocular; VEF₁: Volume expiratório final no primeiro segundo; CVF: Capacidade vital

forçada; CE: Carga de exposição em ePM_{2,5}-ano; M: Masculino; F: Feminino; BC: Bronquite crônica; Pn: Pneumonia.

* Admissão hospitalar no último ano.

† Diferença estatisticamente significativa entre A-GLP-T e A-BM-T e A-BM-NT.

Na análise da correlação entre os parâmetros de função pulmonar e exposição, observamos que houve correlação negativa estatisticamente significativa entre os parâmetros da prova de função pulmonar e a duração da exposição em anos (VEF₁: r=-0,46, p<0,001; VEF₁/CVF: r=-0,63, p<0,001 – Figuras 22 e 23), ePM_{2,5} (VEF₁: r=-0,48, p=0,004; VEF₁/CVF: r=-0,52, p=0,012 – Figuras 24 e 25), e CE (ePM_{2,5}-ano) (VEF₁: r=-0,56, p=0,004; VEF₁/CVF: r=-0,63, p<0,001 – Figuras 26 e 27).

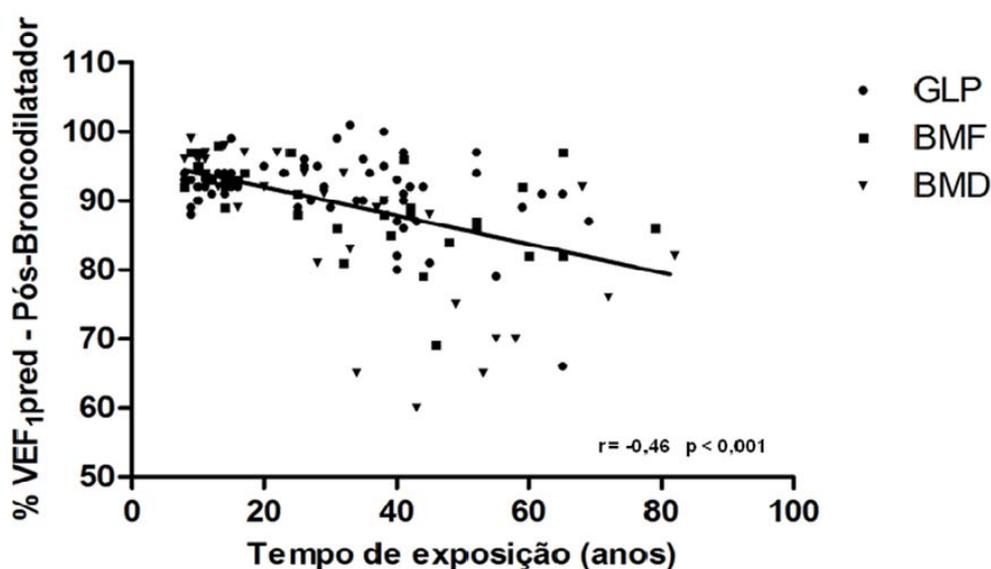


Figura 22 – Correlação entre o %VEF₁pred e o tempo de exposição em anos. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMF: Combustão de biomassa fora do domicílio; BMD: Combustão de biomassa dentro do domicílio.

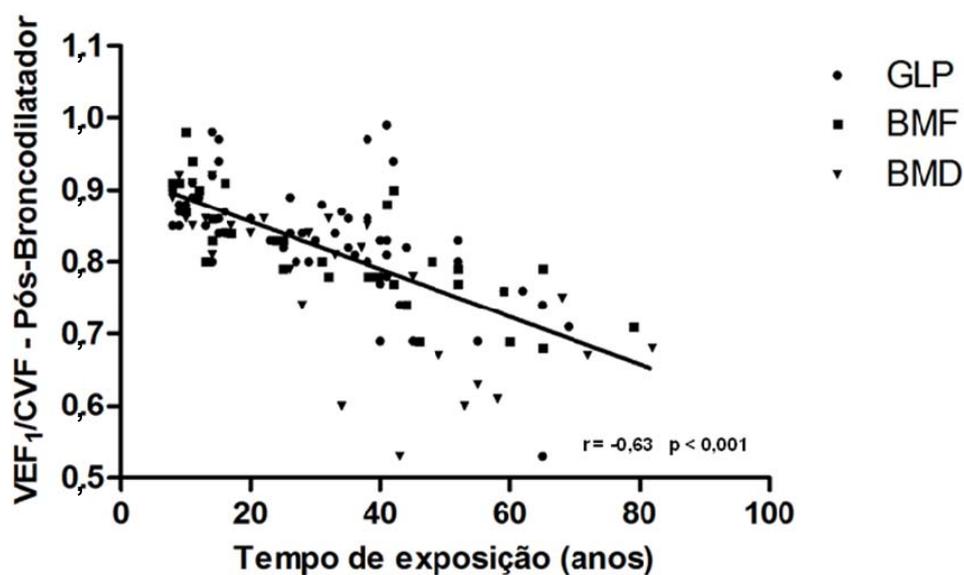


Figura 23 – Correlação entre o VEF₁/CVF e o tempo de exposição em anos. GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMF: Combustão de biomassa fora do domicílio; BMD: Combustão de biomassa dentro do domicílio.

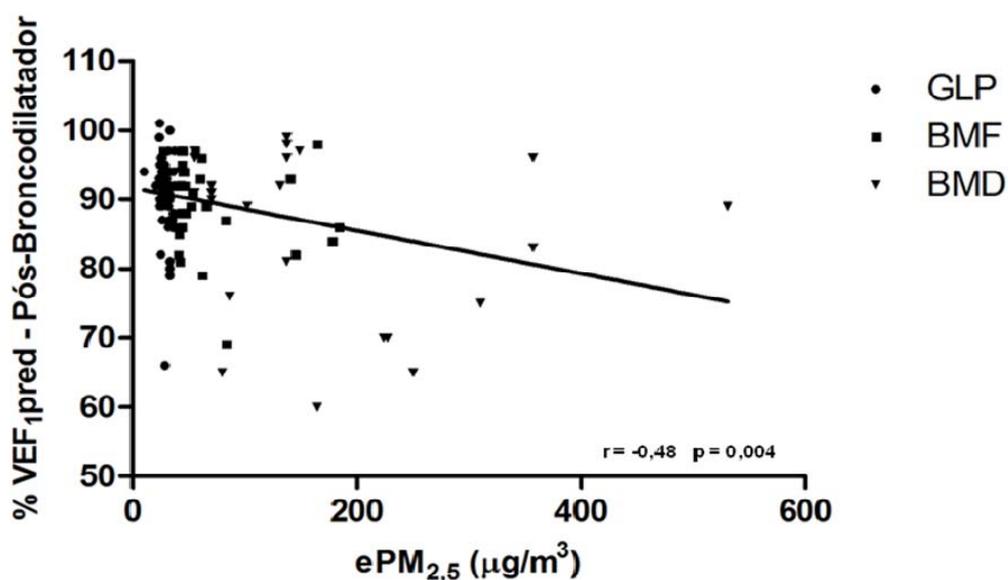


Figura 24 – Correlação entre o %VEF₁pred e a medida estimada de exposição ao PM_{2,5} (ePM_{2,5}). GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMF: Combustão de biomassa fora do domicílio; BMD: Combustão de biomassa dentro do domicílio.

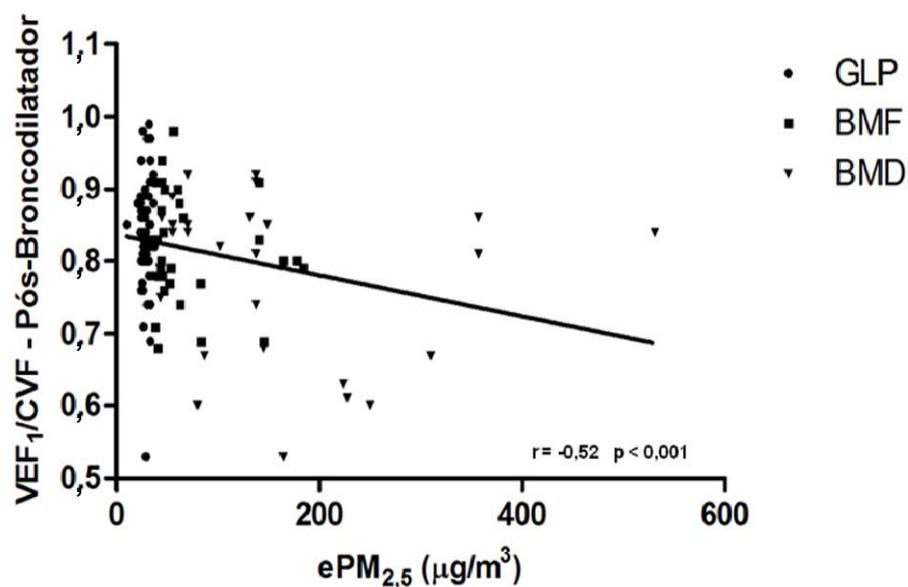


Figura 25 – Correlação entre o VEF₁/CVF e a medida estimada de exposição ao PM_{2,5} (ePM_{2,5}). GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMF: Combustão de biomassa fora do domicílio; BMD: Combustão de biomassa dentro do domicílio.

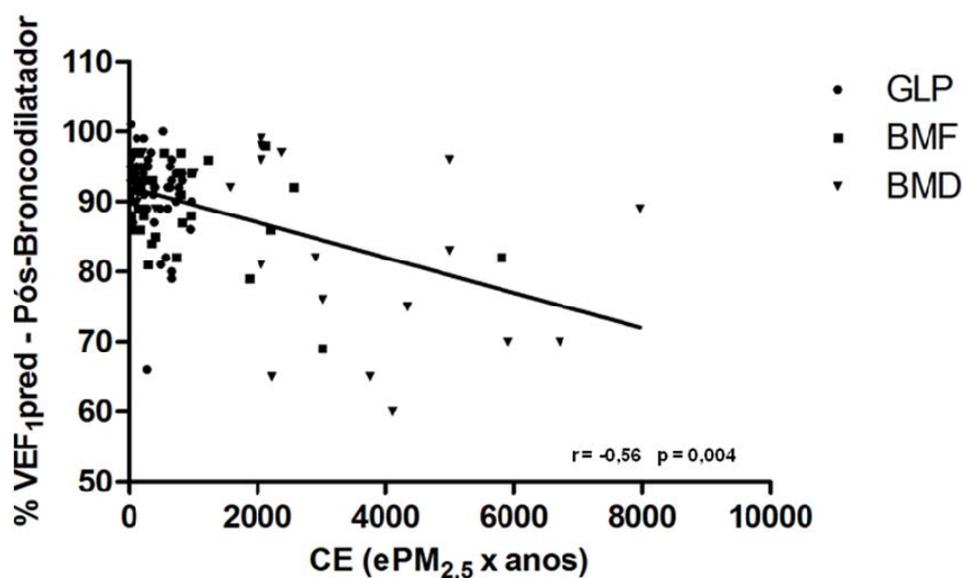


Figura 26 – Correlação entre o %VEF_{1,pred} e a carga de exposição (ePM_{2,5}-ano). GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMF: Combustão de biomassa fora do domicílio; BMD: Combustão de biomassa dentro do domicílio.

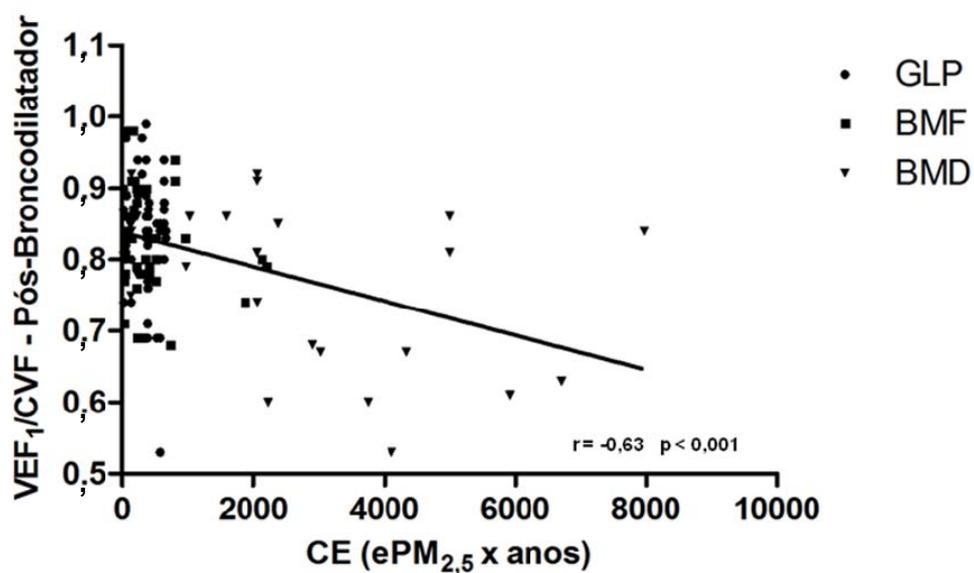


Figura 27 – Correlação entre o VEF₁/CVF e a carga de exposição (ePM_{2,5}-ano). GLP: Gás liquefeito de petróleo; BMF: Combustão de biomassa fora do domicílio; BMD: Combustão de biomassa dentro do domicílio.

5. DISCUSSÃO

No presente estudo, realizamos pela primeira vez, uma avaliação simultânea da prevalência de sintomas respiratórios, alteração de função pulmonar e magnitude da exposição em uma população cronicamente exposta à combustão de biomassa. Nossos achados principais foram o aumento da prevalência dos sintomas respiratórios, perda da função pulmonar e aumento da prevalência de DPOC nos indivíduos expostos. Também observamos um efeito sinérgico entre a exposição à biomassa e o tabagismo em termos de perda da função pulmonar.

A população estudada no município de João Câmara estratificada em grupos de acordo com a exposição mostrou semelhanças em relação a diversos indicadores demográficos e populacionais como gênero, idade, tabagismo, carga tabágica, escolaridade e renda. Embora a prevalência de tabagismo tenha sido semelhante entre os grupos populacionais estudados, esses índices na casa dos 45% para os indivíduos adultos é consideravelmente maior do que os resultados obtidos em estudos desenvolvidos em capitais brasileiras, onde esta taxa foi da ordem de 18 a 25,5% (101 a 103) (81-83).

A semelhança da renda per capita entre os indivíduos de diferentes grupos chama bastante a atenção, uma vez que diversos trabalhos demonstram claramente que o uso de biomassa está diretamente associado com menor renda e escolaridade (21, 86). Em nossa população de estudo a diferença de renda não foi observada, porém, uma análise em conjunto com o percentual de indivíduos incluídos no programa federal de transferência de renda, o Bolsa Família (87) permite a interpretação de que

provavelmente a maior inclusão nestes programas dos indivíduos dos grupos expostos à combustão de biomassa permitiu elevação da renda per capita de forma a igualar-se à da população que utiliza fontes energéticas mais limpas e dispendiosas. Esta mudança de perfil, porém, não foi acompanhada da substituição das fontes de energia nessas famílias. Uma hipótese para isto é que, na época de realização do presente estudo, a incorporação de diversas famílias ao programa era recente, não tendo havido tempo hábil para a substituição. Outro aspecto a ser considerado é que para as atividades econômicas artesanais de processamento da castanha tal substituição torna-se dispendiosa e difícil de forma que a despeito do incremento da renda, diversas famílias possivelmente optaram pela manutenção da fonte de energia utilizada. Em relação à escolaridade não foram observadas diferenças entre os grupos, porém, para todos eles, o nível educacional da população é bastante reduzido. O relatório do Programa de Desenvolvimento da Educação de 2006 (88) mostrou que o índice global de escolaridade no país é da ordem de 7,3 anos de estudo. Além disso, é sabido, com base no mesmo relatório, que tal índice é extremamente desigual entre populações das regiões sul e sudeste (índice de 9,2 anos) em comparação com a do nordeste (5,6 anos), dados estes que se encontram de acordo com os observados para a população estudada.

Quanto aos dados gerais de saúde identificamos alta prevalência de hipertensão arterial sistêmica diagnosticada em adultos, acima daqueles descritos para a região sul e sudeste do país (84), porém também sem diferença entre os grupos. A interpretação deste alto índice de prevalência e as razões pelas quais difere dos resultados publicados para outras regiões requer estudos adicionais, especificamente desenhados para a avaliação destes aspectos uma vez que fatores etários (composição), econômicos,

sociais e culturais (hábitos alimentares) podem influenciar diretamente na prevalência de hipertensão arterial. O Diabetes mellitus, por sua vez apresentou prevalência semelhante à descrita em outras regiões do país (85) também sem diferença entre os grupos estudados.

No intuito de avaliar as diferenças no perfil histórico de doenças respiratórias dos indivíduos incluídos no estudo de acordo com a fonte de energia utilizada nas atividades domésticas comparamos a prevalência de diagnósticos de pneumonias no último ano, asma e internação por doenças respiratórias.

A prevalência e o risco relativo de infecções respiratórias agudas em crianças expostas à combustão de biomassa vêm sendo descritas desde meados dos anos 90 (89). Nestes estudos observa-se claro aumento da prevalência de infecções respiratórias agudas nas crianças, como por exemplo, no trabalho de Kilabuco e colaboradores que demonstraram prevalência de 11% destas infecções na Tanzânia (90). Estudos semelhantes evidenciaram tal aumento em diferentes localidades como Zimbábue, Nigéria, Gâmbia, Nepal e outras, não apenas na prevalência de infecções, mas também na gravidade e risco relativo associado ao seu desenvolvimento (38, 40, 43, 44, 91-96). Smith e colaboradores em uma meta-análise sobre o assunto estimaram em 2,3 o risco relativo para infecções respiratórias em crianças, sendo este risco tanto maior quanto menor a criança (39, 97, 98). Tais achados também se encontram diretamente relacionados com a magnitude da exposição conforme relatado por Ezzati e colaboradores em estudo que demonstrou o incremento progressivo das infecções respiratórias agudas com o aumento da concentração de PM_{10} até concentrações da ordem de 2000 mg/m^3 a partir da qual o crescimento existe porém em taxas menores.

(40, 96) Apesar da abundância de evidência sobre as infecções respiratórias em crianças, poucos são os achados nos indivíduos adultos. No presente estudo não observamos diferenças significativas na prevalência de pneumonias no último ano relatadas pelos pacientes adultos, porém esta diferença foi clara em relação aos indivíduos com menos de 20 anos, com prevalência maior nos grupos expostos à queima de biomassa no interior do domicílio, seguidos por aqueles expostos à combustão de biomassa fora do domicílio e por fim os que utilizavam GLP como fonte de energia. Estes dados encontram-se de acordo com os dados de literatura descritos anteriormente.

Dentre os mecanismos que aumentam a susceptibilidade às infecções respiratórias podemos destacar (1) a diminuição dos mecanismos de defesa das vias aéreas e (2) alterações nos mecanismos de defesa celular e imunológica dos pulmões. O aparelho mucociliar destaca-se como o primeiro mecanismo de defesa das vias aéreas. As propriedades viscoelásticas do muco favorecem a retenção de partículas e microorganismos nas vias aéreas dificultando sua chegada aos pulmões. O batimento ciliar adequado participa então do processo propagando o muco de forma ascendente e expelindo-o através da orofaringe (99). A exposição a poluentes induz alterações estruturais e funcionais no aparelho mucociliar reduzindo a capacidade do sistema respiratório para expelir e lidar com patógenos inalados (58, 61, 92, 99).

Considerando a defesa celular e imunológica dos pulmões, estudos mostram que oxidantes como o NO₂ diminuem a atividade de macrófagos e conseqüentemente sua atividade de defesa pulmonar, quer por fagocitose, quer por atividade microbicida dependente de radicais livres (62). Além disso, a presença de CO pode interferir na

replicação e proliferação de linfócitos CD3 positivos em resposta a infecções, diminuindo o poder da resposta imune (63).

Em relação às internações hospitalares por doenças respiratórias, nos indivíduos jovens estas se mostraram significativamente maiores nos grupos que utilizam a biomassa como combustível em relação aos que utilizam o gás liquefeito de petróleo e provavelmente guardam grande associação com os quadros de infecções respiratórias agudas, mas também podem estar relacionadas a exacerbações de outras doenças como, por exemplo, a asma (100). Por outro lado, tais alterações não foram encontradas nos indivíduos adultos evidenciando o fato de que os indivíduos jovens apresentam-se mais sujeitos ao desenvolvimento de doenças agudas em face da exposição à combustão de biomassa.

Em nenhuma das faixas etárias estudadas foram observadas alterações da prevalência de asma entre os grupos de exposição. Embora alguns trabalhos demonstrem associação entre o aumento da prevalência e exacerbação da asma em populações expostas à biomassa (101-103), estas diferenças não foram encontradas na população em questão. Uma vez que a asma não era um ponto central de avaliação do presente estudo e não foi avaliada com testes de função pulmonar em todos os pacientes envolvidos nesta análise (foram utilizados apenas dados de história de diagnóstico médico prévio da doença), devemos ter cautela na interpretação deste resultado negativo.

Existem evidências crescentes de que a exposição à combustão de biomassa pode afetar a saúde respiratória dos indivíduos (22, 31, 43, 45, 68, 89, 104-106). Uma das primeiras manifestações deste comprometimento é o aparecimento de sintomas

respiratórios. Os primeiros trabalhos avaliando a prevalência de sintomas respiratórios em indivíduos expostos à biomassa mostraram prevalência de 12,6% em mulheres que utilizavam biomassa em comparação com 9,9% daquelas que utilizavam gás (32). Estudos subsequentes validaram estes achados e também mostraram aumento da prevalência de sintomas respiratórios em associação à exposição à queima de biomassa, destacando-se a tosse, expectoração, coriza e sintomas irritativos como espirros, coceira ocular e lacrimejamento (25, 29, 30). Rumchev e colaboradores mostraram em um estudo no Zimbábue que 94% das mulheres e 77% das crianças expostas apresentavam sintomas respiratórios (31). Os diversos estudos que existem na literatura avaliando a prevalência de sintomas neste tipo de exposição utilizam diferentes metodologias e formas de avaliação, desde questionários até consultas médicas direcionadas, o que pode justificar, em parte, o grande espectro de prevalências observado. Outro aspecto relevante que deve ser notado é que estes estudos são conduzidos em diversas regiões do globo com diferentes características na quantidade e tempo da exposição, bem como características domiciliares de exaustão e renovação do ar. Além dos estudos de prevalência dos sintomas, a associação entre a queima de biomassa e a presença de sintomas tem sido demonstrada, observando-se desde razões de chances mais baixas, da ordem de 1,7 (33) até algumas bastante elevadas como 6,0 (107). A relevância destas associações levou Smith-Sivertsen a desenvolver um estudo de intervenção em que parte dos sujeitos da pesquisa recebeu fogões a lenha com chaminés enquanto outros continuaram utilizando os fogões sem qualquer mecanismo de exaustão. Esta medida mostrou redução do risco relativo para o desenvolvimento de sintomas respiratórios (RR=0,7) especialmente para chiado (RR=0,42) (108).

De forma similar a estudos prévios, observamos maior prevalência de sintomas respiratórios na população exposta quando comparados aos indivíduos que utilizam GLP, com tosse e coriza apresentando-se como os mais prevalentes tanto em adultos como em jovens. Sabe-se ainda, que a concentração interna dos poluentes depende diretamente da razão entre a emissão e a ventilação dos domicílios. A maior parte das residências em regiões pobres de países em desenvolvimento apresenta ventilação precária com baixos índices de troca e renovação do ar, levando a um maior impacto da combustão de biomassa nestes domicílios. Para avaliar o efeito da dispersão do material particulado, no presente trabalho os domicílios que utilizam biomassa como combustível foram divididos em dois grupos de acordo com a localização do ponto de combustão (fogão): dentro ou fora do domicílio.

De fato, as razões de chances dos sintomas demonstraram padrões diferenciados de acordo com a localização da exposição; os sintomas oculares e respiratórios altos (coriza e lacrimejamento/coceira ocular), normalmente associados com alterações irritativas, apresentaram razões de chances significativas apenas no grupo BMD em relação aos outros dois grupos de exposição mostrando que a combustão no interior do domicílio (*indoor*) tem papel importante no desenvolvimento de sintomas. A análise desta informação em conjunto com os dados de estimativa de concentração do PM_{2,5}, também maiores nestes domicílios, sugere que esta alta concentração de poluentes pode estar relacionada ao desenvolvimento e perpetuação de processos irritativos evidenciado pelos sintomas estudados. Estes achados foram semelhantes, inclusive no que tange à sua magnitude, tanto nos adultos (com mais anos de exposição) como nos jovens, permitindo-nos inferir que estas sejam manifestações mais agudas da exposição.

Por outro lado, os sintomas estudados que são associados a alterações em vias aéreas inferiores (tosse produtiva, chiado e dispnéia) apresentaram prevalência e razões de chances significativamente mais altas para os dois grupos expostos à biomassa (BMD e BMF) em relação ao grupo GLP, porém, com prevalência e razões de chances maiores para o grupo BMD evidenciando que a concentração dos poluentes é deletéria tanto no desenvolvimento de sintomas irritativos altos como também daqueles que se relacionam a alterações da intimidade do sistema respiratório. Um aspecto interessante é que a tosse produtiva, o sintoma mais prevalente dentre todos os considerados respiratórios baixos, teve elevação de razão de chances menor nos jovens do que nos adultos. Apesar de outras alterações que possam justificar a maior prevalência de tosse produtiva na população adulta, é fundamental levar em conta que a exposição por um período maior de anos observada no grupo adulto pode ter influência na potencialização deste sintoma.

Estudos prévios investigando o impacto da exposição à combustão de biomassa na função pulmonar têm mostrado tanto reduções da relação VEF_1/CVF com limitação do fluxo aéreo (22, 104) como ausência de efeito nesses parâmetros. Rinne e colaboradores (61) não observaram diferenças na função pulmonar de mulheres equatorianas utilizando biomassa em comparação com as que utilizavam GLP. Ekici (62) demonstrou que em mulheres turcas, 23,1% dos casos de bronquite crônica eram atribuíveis à exposição à queima de biomassa. Valores reduzidos de VEF_1 foram descritos em mulheres de regiões rurais da Turquia utilizando biomassa em comparação com residentes de áreas urbanas, entretanto, mulheres das duas áreas apresentavam

provas de função pulmonar dentro dos limites da normalidade sem redução significativa do fluxo aéreo (64).

Utilizando modelos de predição, Dutt e colaboradores (63) observaram que mulheres indianas expostas à biomassa estavam mais predispostas à redução da função pulmonar quando comparadas às que utilizavam querosene e GLP. Em crianças, o uso de biomassa como combustível também está associado com a redução do VEF₁ e da CVF (61, 65). Apesar dos dados acima mencionados (redução do VEF₁ associada à queima de biomassa), em nenhum dos trabalhos citados observa-se limitação do fluxo aéreo segundo critérios estabelecidos (67).

Recentemente, alguns estudos que avaliaram a função pulmonar de indivíduos expostos utilizando critérios estabelecidos pelo GOLD, têm demonstrado que a exposição à biomassa pode ser um fator de risco significativo para o desenvolvimento de DPOC. Zhou e colaboradores (104) mostraram prevalência total de DPOC de 5,2% entre chineses não fumantes, de 6,0% entre não fumantes que utilizavam biomassa para cozinhar e uma razão de chances de 1,31 para DPOC neste último grupo. Outro estudo chinês recente (106) avaliou a prevalência de DPOC entre mulheres não-fumantes de zonas rurais (7,2%) e urbanas (2,5%), demonstrando razão de chances significativa de 1,72 para DPOC nas mulheres que utilizavam biomassa. Porém nestes estudos, embora a associação entre a presença de DPOC e o uso de biomassa tenha sido comprovada, não há uma caracterização detalhada quanto à intensidade da exposição e a possível influência de uma relevante variável de confusão, o fumo passivo.

Nossos resultados demonstraram redução significativa da função pulmonar em indivíduos não tabagistas expostos à combustão de biomassa em comparação com não

tabagistas utilizando GLP, demonstrando que a biomassa como fator isolado está associada à redução do fluxo aéreo nesta população. De forma interessante, a prevalência de DPOC entre os indivíduos não tabagistas expostos à biomassa (20%) foi similar àquela observada para os tabagistas que utilizavam o LPG, achados estes que indicam que a biomassa não apenas está associada à redução do fluxo aéreo como também é um fator etiológico independente para DPOC em indivíduos não tabagistas.

Também observamos que os efeitos da exposição à combustão de biomassa na função pulmonar são exacerbados pelo fumo, fato não apenas evidenciado pela significativa redução dos parâmetros de função pulmonar no grupo de indivíduos tabagistas expostos à biomassa em relação aos demais, como também pela maior prevalência de DPOC diagnosticada neste grupo (33%).

Em conjunto, os estudos publicados até o momento indicam que a combustão de biomassa está envolvida no desenvolvimento de DPOC entre não fumantes. No presente estudo, nós pudemos também demonstrar em termos quantitativos a associação direta entre a biomassa e a prevalência de DPOC e sua contribuição, semelhante ao observado para o tabagismo, para o desenvolvimento da doença.

O fumo passivo tem sido considerado um fator de risco relevante para DPOC (109-112). Este fator de risco, porém, é uma variável de difícil controle na maior parte dos estudos epidemiológicos publicados. Uma vez que o grupo de não-tabagistas incluiu apenas indivíduos vivendo em domicílios livres de tabaco (sem nenhum outro membro tabagista) nosso desenho de estudo permitiu a avaliação dos efeitos da exposição à combustão de biomassa isoladamente na função pulmonar, evitando que o fumo passivo se tornasse variável de confusão nos resultados.

A medida de refletância dos filtros expostos nos domicílios permitiu a amostragem da exposição ao material particulado em grande número de domicílios possibilitando assim o estudo da correlação entre os diversos parâmetros da função pulmonar e a quantidade de exposição. A correlação negativa dos parâmetros mais relevantes da função pulmonar com a concentração estimada de material particulado demonstrou o envolvimento direto desta nas alterações funcionais respiratórias. Porém, além do impacto da concentração, a presença de correlação negativa entre a prova de função pulmonar e o tempo de exposição em anos deixa ainda mais em evidência que, além dos diversos efeitos agudos desta exposição já descritos anteriormente, ela exerce cronicamente papel relevante no desenvolvimento de obstrução ao fluxo aéreo.

Embora cada um destes fatores (concentração e tempo de exposição) tenham se correlacionado individualmente com os parâmetros de função pulmonar, demonstramos que em conjunto, conforme analisado através da variável carga de exposição (CE), eles têm papel sinérgico na redução do %VEF₁pred e da relação VEF₁/CVF. Outro fator que corrobora nesse sentido é o fato observado que indivíduos jovens expostos à combustão de biomassa mostraram menor prevalência de tosse em comparação aos adultos expostos, e função pulmonar preservada. O conjunto de dados acima aponta para o efeito cumulativo da biomassa e evidencia a relevância não apenas da magnitude mas também da duração da exposição.

Os mecanismos pelos quais a combustão da biomassa afeta a saúde respiratória ainda não são claros. O estresse oxidativo é considerado como um dos principais mecanismos envolvidos na lesão pulmonar e sistêmica causada pela poluição atmosférica. De forma similar, sugere-se que a fumaça oriunda da combustão de

biomassa possa disparar reações oxidativas lesivas tanto nos pulmões como na circulação sistêmica, o que pode levar a diversas respostas tóxicas em indivíduos expostos (113). Padhy e colaboradores demonstraram que crianças expostas à combustão de biomassa apresentavam menores concentrações séricas de anti-oxidantes que as que viviam em casas com GLP (113). Mudway e colaboradores (114) demonstraram que partículas finas derivadas da queima de biomassa são altamente oxidativas. A resposta inflamatória pulmonar e sistêmica também tem sido implicada como um mecanismo para aumento da morbidade cardiopulmonar em estudos epidemiológicos associados à inalação de fumaça derivada da combustão de biomassa. Por exemplo, altos níveis de citocinas inflamatórias IL6 e IL-8 bem como um aumento do número de granulócitos no escarro foram observados em bombeiros florestais expostos à queima de biomassa provenientes da madeira (115).

A figura 28 mostra uma representação esquemática dos possíveis mecanismos envolvidos na gênese dos sintomas e alterações funcionais pulmonares secundários à exposição à queima de biomassa.

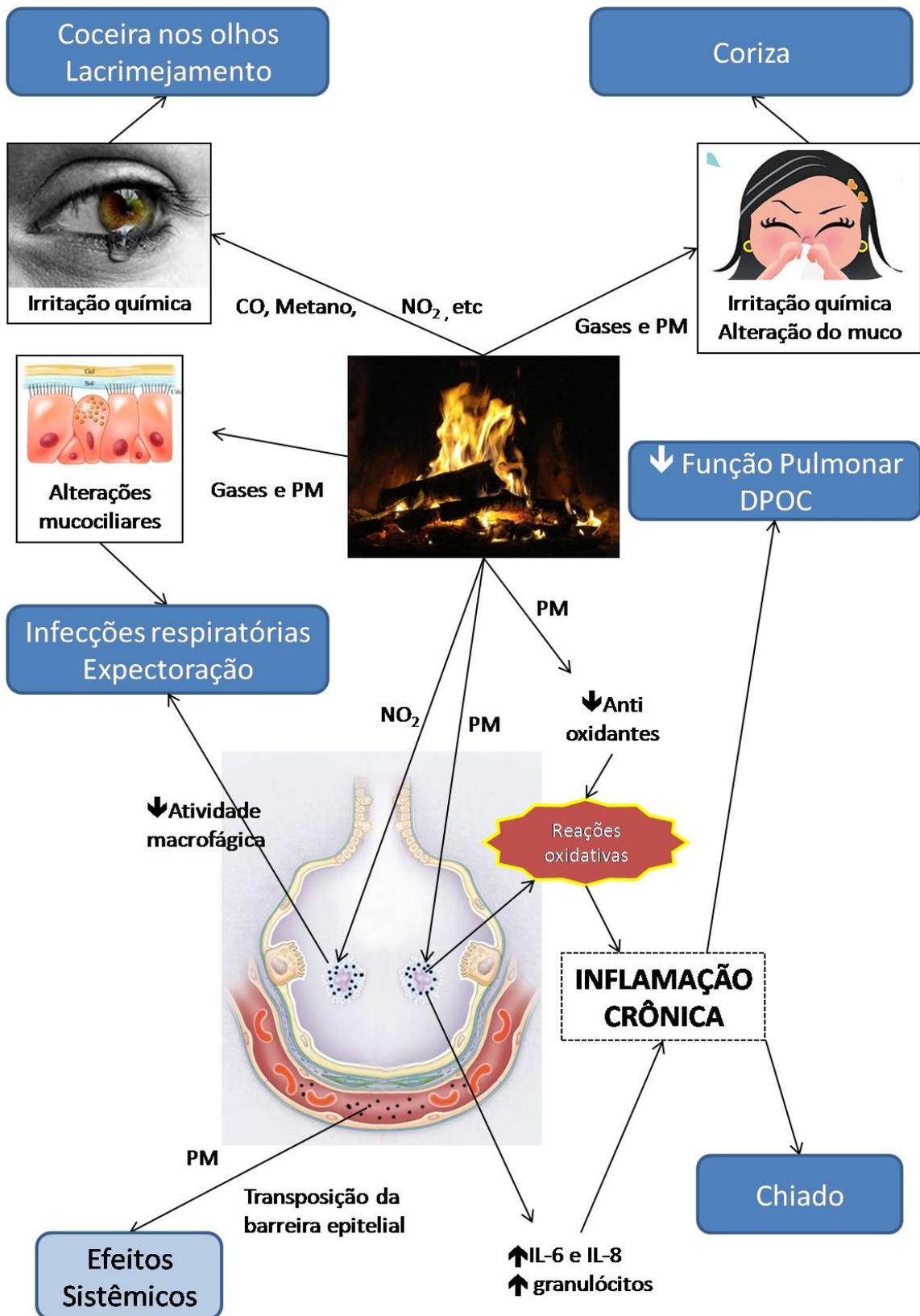


Figura 28 – Representação esquemática dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos no desenvolvimento dos sintomas e alterações funcionais secundárias à exposição à biomassa. PM: Material particulado; IL: Interleucina; DPOC: Doença pulmonar obstrutiva crônica. Imagem alveolar adaptada de Ware e colaboradores (116).

Uma limitação de nosso estudo foi o reduzido número de provas de função pulmonar em cada grupo. Estudos epidemiológicos que avaliaram a prevalência de DPOC em diferentes populações utilizaram número variado de indivíduos, envolvendo de cerca de 100 até alguns milhares de espirometrias de acordo com o desenho do estudo (117-120). Entretanto, uma vez que os grupos para comparação dos parâmetros de função pulmonar foram pareados para diversos fatores de confusão, o poder da presente amostra foi de 90%. A ausência de quantificação direta de valores médios diários de $PM_{2,5}$ pode ser considerada outra limitação, porém, uma vez que os indivíduos vivendo no mesmo domicílio ficam em casa durante diferentes períodos, a média diária de concentração de $PM_{2,5}$ do domicílio não representa necessariamente a exposição individual real. Portanto, para evitar a possibilidade de vício de seleção devido a medidas únicas realizadas em diferentes períodos do dia, as medidas diretas foram observadas pelo período de uma hora durante a atividade de combustão de biomassa, considerado então como o pico de exposição ao $PM_{2,5}$ em cada domicílio.

Estudos anteriores que avaliaram os efeitos da exposição crônica à combustão de biomassa sugerem que há uma relação entre a magnitude da exposição e os efeitos sobre a saúde (41); entretanto, diferentes métodos de exposição têm sido utilizados, variando de análises qualitativas a quantificação direta de poluentes (21, 105, 108, 120). Ainda

assim, os trabalhos que descrevem medidas quantitativas geralmente têm casuísticas reduzidas (14, 33, 35, 36, 121-123) devido às dificuldades operacionais já que medidas diretas de concentração de material particulado geralmente implicam o uso de equipamentos sofisticados e de alto custo que requerem diversas horas ou dias de amostragem, tornando este procedimento de difícil acesso, especialmente em regiões pobres e afastadas. No presente estudo avaliamos a exposição ao material particulado utilizando o índice de refletância de filtros expostos. O alto coeficiente de correlação entre a concentração de $PM_{2,5}$ e o índice de refletância dos filtros validou este método barato e exequível para estimativa da magnitude da exposição ao $PM_{2,5}$, tornando possível a realização de estudos futuros que tenham o $PM_{2,5}$ como variável de estudo.

Dado o alto impacto da exposição à combustão de biomassa em termos de morbidade e mortalidade, estudos adicionais controlados e randomizados de intervenção tornam-se imperativos não apenas na busca de informações acerca da possibilidade de reversão de casos precoces, mas também como estratégia preventiva para um problema de saúde pública de tal magnitude. Além disso, estudos que busquem avaliar os mecanismos determinantes das diversas alterações, especialmente em bases moleculares e genéticas poderiam abrir novas frentes para a compreensão da complexa interação do ser humano com esta fonte de energia que é utilizada pelo *homo sapiens* desde os seus primórdios, a biomassa.

6. CONCLUSÕES

Considerando as hipóteses e objetivos propostos para o presente estudo, podemos concluir que:

1 – A exposição à combustão de biomassa está associada a um aumento da prevalência dos sintomas respiratórios e aumento nas chances de desenvolvimento dos mesmos tanto em indivíduos adultos como em jovens;

2 – Esta exposição crônica também está associada à redução da função pulmonar e desenvolvimento de DPOC em indivíduos adultos. A perda da função pulmonar devido à exposição à combustão de biomassa não é dependente do tabagismo e apresenta um efeito sinérgico quando associado a este;

3 – A diminuição da função pulmonar está associada à duração e à magnitude da exposição;

4 – A quantificação da exposição ao material particulado $PM_{2,5}$ oriundo da combustão de biomassa pode ser feita indiretamente através da medida do índice de refletância de filtros de papel expostos.

7. ANEXOS

Nas páginas a seguir, os questionários utilizados para coleta de informações familiares (anexo I) e individuais (anexo II).



Anexo I - QUESTIONÁRIO FAMILIAR

A – IDENTIFICAÇÃO DO DOMICÍLIO

Códigos: Domicílio

--	--	--	--	--	--

ENDEREÇO COMPLETO: _____

BAIRRO/POVOADO: _____ () 1-URBANO () 2-RURAL

PONTO DE REFERÊNCIA: _____

INFORMANTE: _____

ENTREVISTADOR: _____ DATA: ___/___/2005) **A01- RESULTADO:** _____ (cod)

CÓDIGOS: 01- COMPLETA 02-ENTREVISTA INCOMPLETA 03-MORADORES AUSENTES
04-ADIADA 05-RECUSA TOTAL 06-DOMICÍLIO DESOCUPADO
77-OUTRO _____ (especificar)

REVISADO PELO ENTREVISTADOR?: () SIM () NÃO _____ (Visto)

REVISADO PELO SUPERVISOR?: () SIM () NÃO _____ (Visto)

CONFIDENCIAL

**AS INFORMAÇÕES SOLICITADAS NESTE QUESTIONÁRIO SÃO CONFIDENCIAIS
E SÓ SERÃO UTILIZADAS PARA FINS ESTATÍSTICOS**

B – IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADA

B01- QUEM VAI RESPONDER O QUESTIONÁRIO É: 01 – Mãe 02 – Pai 03-Avó/Avô 04-Tia/Tio
05 – Irmã/Irmão 06- Outro familiar

B02 - NOME: _____ **B3- IDADE** _____ (anos)

C – CONDIÇÕES SÓCIO - ECONÔMICAS E AMBIENTAIS

C01 QUANTOS CÔMODOS TEM ESTE DOMICÍLIO?(NÃO INCLUIR BANHEIRO) _____.

C02-QUANTOS SÃO DORMITÓRIOS? _____ cômodos são dormitórios.

C03-DE ONDE VEM A ÁGUA USADA EM SUA CASA? (Predominantemente)

01-ÁGUA DE REDE GERAL CANALIZADA P/ DENTRO DE CASA	05-POÇO/NASCENTE CANALIZADA
02-ÁGUA DE REDE GERAL CANALIZADA P/ FORA DE CASA	06-CAMINHÃO PIPA
03-ÁGUA DE TORNEIRA PÚBLICA/CHAFARIZ	07-RIO/BARREIRA/AÇUDE
04-POÇO/NASCENTE NÃO CANALIZADA	77-OUTRO: _____

C04-QUAL O TRATAMENTO DA ÁGUA UTILIZADA PARA BEBER?

01- FERVIDA	02-FILTRADA	03-MINERAL
04- FILTRADA E FERVIDA	05- CLORADA EM CASA	06-NÃO É TRATADA

C05-O QUE VOCÊ FAZ COM O LIXO DESTA CASA?

01-COLOCA NA PORTA PARA COLETA	04-JOGA FORA EM ÁREA ABERTA
02-COLOCA EM LIXEIRA PÚBLICA	05-JOGA EM CÓRREGO/RIO
03-ENTERRA OU QUEIMA	

C06-PARA ONDE VAI O ESGOTO DE SUA CASA?

01-REDE DE ESGOTO

05-VALA A CÉU ABERTO

02-FOSSA SÉPTICA NÃO LIGADA A REDE DE ESGOTO

06-RIO/RIACHO

03-FOSSA SÉPTICA LIGADA A REDE DE ESGOTO

77-OUTROS: _____

04-FOSSA RUDIMENTAR

C07aQUAL O COMBUSTÍVEL QUE A SRA USA PARA COZINHAR?

01-GAS ENGARRAFADO

02-CARVÃO/LENHA

03- QUEROSENE

04-LIXO

88-NSA

C07b-USA ALGUM OUTRO TIPO DE FOGÃO PARA OUTRAS ATIVIDADES? COM QUE COMBUSTÍVEL?

01-GAS ENGARRAFADO

02-CARVÃO/LENHA

03- QUEROSENE

04-LIXO

09-NÃO USA 88-NSA

C08-EXISTE FOGÃO DE LENHA EM CASA

01-SIM, DENTRO DE CASA

02-SIM, FORA DE CASA

03- NÃO

C09a-QUANTAS HORAS USA O FOGÃO POR SEMANA? _____

C09b-HÁ QUANTOS ANOS UTILIZA ESTE TIPO DE COMBUSTÍVEL/FOGÃO? _____

C10-QUAL O TAMANHO APROXIMADO DO CÔMODO ONDE ESTÁ O FOGÃO? _____ (m²)

C11-FAZ ALGUMA COISA PARA A FUMAÇA DO FOGÃO SAIR?

01-EXAUSTOR

02-CHAMINÉ

03- NADA

C12-ALGUÉM FUMA DENTRO DE CASA?

01-SIM

02-NÃO

C13-QUANTAS PESSOAS MORAM NA CASA? _____

C14-HÁ QUANTO TEMPO MORA NESTA CASA? _____

C15-SABE HÁ QUANTO TEMPO ESTA CASA FOI CONTRUÍDA? _____

C16-EXISTE ENERGIA ELÉTRICA EM SUA CASA? 01- SIM 02-NÃO

C17- O CHEFE DA FAMÍLIA SABE LER E ESCREVER?(SE SÓ ASSINAR O NOME A RESPOSTA É NÃO)

01-SIM, SEM DIFICULDADE

02-SIM, COM DIFICULDADE

03-NÃO

C18- ATÉ QUE SÉRIE E GRAU O CHEFE DA FAMÍLIA CONCLUIU COM APROVAÇÃO?

____ SÉRIE DO ____ GRAU

88-NÃO FREQUÊNTOU

99-NÃO SABE / NÃO LEMBRA

C19- O CHEFE DA FAMÍLIA ESTÁ TRABALHANDO?

01-SIM (Passe para a questão C21)

02- NÃO

C20- POR QUE ELE NÃO ESTÁ TRABALHANDO?

01-PROCURA, MAS NÃO ACHA

02-ESTÁ ESTUDANDO

03-POR MOTIVO DE DOENÇA

04-NÃO PROCURA TRABALHO

05-APOSENTADO

99-NÃO SABE

A FAMÍLIA PRODUZ ALIMENTOS PARA CONSUMO PRÓPRIO? QUAIS ?

C21-VERDURAS E HORTALIÇAS

(S)

(N)

C22-LEITE E DERIVADOS

(S)

(N)

C23-CARNES E OVOS

(S)

(N)

C24-LEGUMINOSAS (FEIJÃO, ANGU)

(S)

(N)

C25-CEREAIS

(S)

(N)

C26- ALGUÉM NA FAMÍLIA TEM PLANO DE SAÚDE? 01-SIM 02-NÃO

C27- A FAMÍLIA RECEBE/RECEBEU VISITAS DOS AGENTES DE SAÚDE?

01-SIM, REGULARMENTE 02-SIM, IRREGULARMENTE 03- SIM, SÓ UMA VEZ
 04-NÃO 99- NÃO SABE SE NÃO OU NÃO SABE PASSE P/A QUEST.C39

O QUE O AGENTE DE SAÚDE FEZ NA ÚLTIMA VISITA?

C28-ORIENTA SOBRE PRÁTICAS DE HIGIENE	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C29-ORIENTA SOBRE ALIMENTAÇÃO	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C30-PESA E MEDE AS CRIANÇAS	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C31-ENCAMINHA PARA O SERVIÇO DE SAÚDE	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C32-ESTÍMULA À PARTICIPAÇÃO EM GRUPOS SOCIAIS	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C33-PERGUNTA SOBRE NASCIMENTOS E ÓBITOS	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C34-SOLICITA OS CARTÕES DA GESTANTE E DA CRIANÇA	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C35-ESTÍMULA O ALEITAMENTO MATERNO	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)
C36-DISTRIBUI SAIS DE REIDRATAÇÃO ORAL	(S)	(N)	(NÃO SABE)	(NSA)

C37-A FAMÍLIA RECEBE VISITAS DA PASTORAL?

01-SIM, REGULARMENTE 02-SIM, IRREGULARMENTE 03-NÃO 99- NÃO SABE/NÃO LEMBRA

C38-A FAMÍLIA RECEBE A CESTA BÁSICA DO GOVERNO?

01-SIM, REGULARMENTE 02-SIM, IRREGULARMENTE 03-NÃO 99- NÃO SABE/NÃO LEMBRA

C39-A FAMÍLIA RECEBE LEITE DO PROGRAMA DO LEITE?

01-SIM, REGULARMENTE 02-SIM, IRREGULARMENTE 03-NÃO 99- NÃO SABE/NÃO LEMBRA

C40-A FAMÍLIA RECEBE BOLSA FAMÍLIA?

01-SIM 02- NÃO (PASSE PARA 26) 99-NÃO SABE

C41-HÁ QUANTO TEMPO RECEBE O BOLSA FAMÍLIA?

01-MENOS DE 6 MESES 02-6 MESES A 1 ANO 03-MAIS DE 1 ANO 99-NÃO SABE

C42-QUAL O VALOR QUE O(a) SR(A) RECEBE?

VALOR R\$

D – COMPOSIÇÃO FAMILIAR

	nome de cada uma das pessoas que moram nesta casa: (Começar pelo chefe da família, pessoa identificada pelo entrevistado como tal)	SEXO 1-M / 2-F	IDADE	NUMERO DA PESSOA
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
L				
M				
N				
O				

Atenção! - Não deixar espaços em branco na tabela. Passe um traço nas caselas que não forem preenchidas
 - Anotar as pessoas que moram na casa, sendo da mesma família ou não.

L – AVALIAÇÃO RESPIRATÓRIA

L01-VOCÊ JÁ FUMOU?

01-SIM E AINDA FUMO _____ CIGARROS POR DIA (L02), HÁ _____ ANOS (L03)

02-SIM MAS PAREI _____ CIGARROS POR DIA (L04), POR _____ ANOS (L05) PAROU HÁ _____ ANOS(L06)

03-NUNCA

RESPONDA SIM OU NÃO ÀS SEGUINTE PERGUNTAS

L07-JÁ TEVE PERÍODOS DE TOSSE COM CATARRO DURANTE 3 SEMANAS OU MAIS CADA ANO? (S) (N)

L08-SENTE OCASIONALMENTE CHIADOS OU ASSOBIOS NO SEU PEITO FORA OS RESFRIADOS? (S) (N)

L09-ALGUMA VEZ VOCÊ JÁ TEVE UMA CRISE DE CHIADO NO PEITO QUE FEZ TER FALTA DE AR? (S) (N)

L10-O MÉDICO JÁ DISSE QUE VOCÊ TEM ASMA OU BRONQUITE ASMÁTICA? (S) (N)

L11-NOS ÚLTIMOS 6 MESES VOCÊ SENTIU COCEIRA NO NARIZ, ESPIRROS, NARIZ ENTUPIDO OU ESCORRENDO FORA OS PERÍODOS DE RESFRIADO? (S) (N)

L12-ESTE PROBLEMA NASAL COSTUMA VIR JUNTO COM LACRIMEJAMENTO E COCEIRA NO OLHO (S) (N)

L13-ALGUMA VEZ O MÉDICO JÁ DISSE QUE VOCÊ TEM RINITE ALÉRGICA? (S) (N)

L14-VOCÊ TEVE SINTOMA DE SINUSITE (DOR DE CABEÇA E CATARRO ESCURO) NO ÚLTIMO ANO? (S) (N)

L15-ALGUÉM NA FAMÍLIA TEM ALERGIA TIPO ASMA, RINITE OU CONJUNTIVITE ALÉRGICA? (S) (N)

L16-VOCÊ COSTUMATER MUITOS RESFRIADOS?

01-SIM CERCA DE _____ POR ANO (L17) 02-NÃO

L18-QUANTOS PERÍODOS/SEMANA VOCÊ PERMANECE NESTA CASA (CONSIDERANDO 3 PERÍODOS/DIA?

01-MAIS DE 15 02-9 A 15 03-4 A 9 04-3 OU MENOS

EM RELAÇÃO AOS PROBLEMAS PULMONARES

L19-TEVE PNEUMONIA NOS ÚLTIMOS 12 MESES (1 ANO)? (S) QUANTAS _____ (N)

L20-FOI AO HOSPITAL/POSTO PARA FAZER INALAÇÃO NO ÚLTIMO ANO? (S) QUANTAS _____ (N)

L21-TOMOU ANTIBIÓTICO POR PROBL. RESPIRATÓRIOS NO ÚLTIMO ANO? (S) QUANTAS _____ (N)

L22-FICOU INTERNADO POR PROBL. RESPIRATÓRIOS NO ÚLTIMO ANO? (S) QUANTAS _____ (N)

L23-QUAL A DOENÇA? _____

L24-TOMA ALGUMA REMÉDIO? (S) QUAIS: _____ (N)

M– DADOS ANTROPOMÉTRICOS

CÓDIGO: _____

DATA DO EXAME : ____/____/____

M01-NOME: _____ M02-IDADE(ANOS): _____

M03-PESO 1= _____, _____ KG

M05-PESOC1 _____, _____

M04-PESO 2= _____, _____ KG

M06-PESOC2 _____, _____

M07-ALTURA 1= _____, _____ CM

M09-COMPC1 _____, _____

M08-ALTURA 2= _____, _____ CM

M10-COMPC2 _____, _____

ANTROPOMETRISTA 1- _____

ANTROPOMETRISTA 2- _____

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rey L. Resultados do inquérito helmintológico realizado em populações do estado de Mato Grosso pela 1ª Bandeira Científica da Faculdade de Medicina da Univ. de São Paulo. *Sao Paulo Medical Journal*. 1958;53(6):458-66.
2. Santos NR. Inquérito coprológico, sorológico e médico-social realizado em Ilhéus e Urucuça/Bahia pela VII Bandeira Científica do Centro Acadêmico Oswaldo Cruz, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Revista de Medicina de São Paulo*. 1967;51:38-70.
3. Ciocco A, Thompson DJ. A follow-up of Donora ten years after: methodology and findings. *Am J Public Health Nations Health*. 1961 Feb;51:155-64.
4. Logan WP. Mortality in the London fog incident, 1952. *Lancet*. 1953 Feb 14;1(6755):336-8.
5. Firket J. The Cause of the Symptoms Found in the Meuse Valley During the Fog of December, 1930. *Bull Acad R Med Belg* 1931;11:683-741.
6. Ling SH, van Eeden SF. Particulate matter air pollution exposure: role in the development and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2009;4:233-43.
7. Badami MG. Transport and urban air pollution in India. *Environ Manage*. 2005 Aug;36(2):195-204.
8. Proietti L, Spicuzza L, Polosa R. Urban air pollution at the crossroads of the allergic pandemic. *Ann Ital Med Int*. 2003 Apr-Jun;18(2):64-72.

9. Schwela D. Air pollution and health in urban areas. *Rev Environ Health*. 2000 Jan-Jun;15(1-2):13-42.
10. Nuvolone D, Barchielli A, Forastiere F. [Assessing the effectiveness of local transport policies for improvements in urban air quality and public health: a review of scientific literature]. *Epidemiol Prev*. 2009 May-Jun;33(3):79-87.
11. Jacobs MB, Goldwater LJ, Fergany A. Comparison of suspended particulate matter of indoor and outdoor air. *Air Water Pollut*. 1962 Sep-Oct;6:377-80.
12. Behera D, Jindal SK, Malhotra HS. Ventilatory function in nonsmoking rural Indian women using different cooking fuels. *Respiration*. 1994;61(2):89-92.
13. Guo H, Morawska L, He C, Zhang YL, Ayoko G, Cao M. Characterization of particle number concentrations and PM(2.5) in a school: influence of outdoor air pollution on indoor air. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2010 Mar 1.
14. Colbeck I, Nasir ZA, Ali Z. Characteristics of indoor/outdoor particulate pollution in urban and rural residential environment of Pakistan. *Indoor Air*. Feb;20(1):40-51.
15. Zhang Y, Chen BS, Liu GQ, Wang JN, Zhao ZH, Lin LQ. Natural gas and indoor air pollution: a comparison with coal gas and liquefied petroleum gas. *Biomed Environ Sci*. 2003 Sep;16(3):227-36.
16. Koeck M, Pichler-Semmelrock FP, Schlacher R. Formaldehyde--study of indoor air pollution in Austria. *Cent Eur J Public Health*. 1997 Sep;5(3):127-30.
17. Arashidani K, Yoshikawa M, Kawamoto T, Matsuno K, Kayama F, Kodama Y. Indoor pollution from heating. *Ind Health*. 1996;34(3):205-15.
18. Arungu-Olede S. Rural energy. *Natural Resources Forum*. 1984;8:117-26.

19. Bruce N, Perez-Padilla R, Albalak R. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. *Bull World Health Organ.* 2000;78(9):1078-92.
20. Reddy AKN, Williams RH, Joahnsn TB. *Energy after Rio: Prospects and Challenges.* New York: United Nations Publications; 1996.
21. WHO. *Fuel For Life.* New York; 2006 Contract No.: Document Number].
22. Salvi SS, Barnes PJ. Chronic obstructive pulmonary disease in non-smokers. *Lancet.* 2009 Aug 29;374(9691):733-43.
23. Smith KR. Inaugural article: national burden of disease in India from indoor air pollution. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2000 Nov 21;97(24):13286-93.
24. Mestl HE, Aunan K, Seip HM, Wang S, Zhao Y, Zhang D. Urban and rural exposure to indoor air pollution from domestic biomass and coal burning across China. *Sci Total Environ.* 2007 May 1;377(1):12-26.
25. Tesfaigzi Y, Singh SP, Foster JE, Kubatko J, Barr EB, Fine PM, et al. Health effects of subchronic exposure to low levels of wood smoke in rats. *Toxicol Sci.* 2002 Jan;65(1):115-25.
26. WHO. *Air quality guidelines - Global update 2005;* 2006 Contract No.: Document Number].
27. WHO. *Addressing the links between indoor air pollution, household energy and human health.* Geneva; 2002 Contract No.: Document Number].
28. Varkey AB. Chronic obstructive pulmonary disease in women: exploring gender differences. *Curr Opin Pulm Med.* 2004 Mar;10(2):98-103.

29. Ellegard A. Cooking fuel smoke and respiratory symptoms among women in low-income areas in Maputo. *Environ Health Perspect.* 1996 Sep;104(9):980-5.
30. Ellegard A. Tears while cooking: an indicator of indoor air pollution and related health effects in developing countries. *Environ Res.* 1997 Oct;75(1):12-22.
31. Rumchev K, Spickett JT, Brown HL, Mkhweli B. Indoor air pollution from biomass combustion and respiratory symptoms of women and children in a Zimbabwean village. *Indoor Air.* 2007 Dec;17(6):468-74.
32. Behera D, Jindal SK. Respiratory symptoms in Indian women using domestic cooking fuels. *Chest.* 1991 Aug;100(2):385-8.
33. Regalado J, Perez-Padilla R, Sansores R, Paramo Ramirez JI, Brauer M, Pare P, et al. The effect of biomass burning on respiratory symptoms and lung function in rural Mexican women. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006 Oct 15;174(8):901-5.
34. Agarwal R, Awasthi A, Mittal S, Singh N, Gupta PK. Effects of air pollution on respiratory parameters during the wheat-residue burning in Patiala. *J Med Eng Technol.* 2009;34(1):23-8.
35. Gao X, Yu Q, Gu Q, Chen Y, Ding K, Zhu J, et al. Indoor air pollution from solid biomass fuels combustion in rural agricultural area of Tibet, China. *Indoor Air.* 2009 Jun;19(3):198-205.
36. Dionisio KL, Howie S, Fornace KM, Chimah O, Adegbola RA, Ezzati M. Measuring the exposure of infants and children to indoor air pollution from biomass fuels in The Gambia. *Indoor Air.* 2008 Aug;18(4):317-27.
37. Mishra V, Retherford RD. Cooking smoke increases the risk of acute respiratory infection in children. *Natl Fam Health Surv Bull.* 1997 Sep(8):1-4.

38. Armstrong JR, Campbell H. Indoor air pollution exposure and lower respiratory infections in young Gambian children. *Int J Epidemiol*. 1991 Jun;20(2):424-9.
39. Smith KR, Samet JM, Romieu I, Bruce N. Indoor air pollution in developing countries and acute lower respiratory infections in children. *Thorax*. 2000 Jun;55(6):518-32.
40. Ezzati M, Kammen D. Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory infections in Kenya: an exposure-response study. *Lancet*. 2001 Aug 25;358(9282):619-24.
41. Ezzati M, Kammen DM. Quantifying the effects of exposure to indoor air pollution from biomass combustion on acute respiratory infections in developing countries. *Environ Health Perspect*. 2001 May;109(5):481-8.
42. Sandoval J, Salas J, Martinez-Guerra ML, Gomez A, Martinez C, Portales A, et al. Pulmonary arterial hypertension and cor pulmonale associated with chronic domestic woodsmoke inhalation. *Chest*. 1993 Jan;103(1):12-20.
43. Campbell H, Armstrong JR, Byass P. Indoor air pollution in developing countries and acute respiratory infection in children. *Lancet*. 1989 May 6;1(8645):1012.
44. Johnson AW, Aderele WI. The association of household pollutants and socio-economic risk factors with the short-term outcome of acute lower respiratory infections in hospitalized pre-school Nigerian children. *Ann Trop Paediatr*. 1992;12(4):421-32.
45. Souza MB, Saldiva PH, Pope CA, 3rd, Capelozzi VL. Respiratory changes due to long-term exposure to urban levels of air pollution: a histopathologic study in humans. *Chest*. 1998 May;113(5):1312-8.

46. Gold JA, Jagirdar J, Hay JG, Addrizzo-Harris DJ, Naidich DP, Rom WN. *Hut lung. A domestically acquired particulate lung disease. Medicine (Baltimore).* 2000 Sep;79(5):310-7.
47. Mishra VK, Retherford RD, Smith KR. Biomass cooking fuels and prevalence of tuberculosis in India. *Int J Infect Dis.* 1999 Spring;3(3):119-29.
48. Perez-Padilla R, Perez-Guzman C, Baez-Saldana R, Torres-Cruz A. Cooking with biomass stoves and tuberculosis: a case control study. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2001 May;5(5):441-7.
49. Lin HH, Ezzati M, Murray M. Tobacco smoke, indoor air pollution and tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Med.* 2007 Jan;4(1):e20.
50. Aam BB, Fonnum F. Carbon black particles increase reactive oxygen species formation in rat alveolar macrophages in vitro. *Arch Toxicol.* 2007 Jun;81(6):441-6.
51. Zhou H, Kobzik L. Effect of concentrated ambient particles on macrophage phagocytosis and killing of *Streptococcus pneumoniae*. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 2007 Apr;36(4):460-5.
52. Du YX, Cha Q, Chen XW, Chen YZ, Huang LF, Feng ZZ, et al. An epidemiological study of risk factors for lung cancer in Guangzhou, China. *Lung Cancer.* 1996 Mar;14 Suppl 1:S9-37.
53. Zhao Y, Wang S, Aunan K, Seip HM, Hao J. Air pollution and lung cancer risks in China--a meta-analysis. *Sci Total Environ.* 2006 Aug 1;366(2-3):500-13.
54. Behera D, Balamugesh T. Indoor air pollution as a risk factor for lung cancer in women. *J Assoc Physicians India.* 2005 Mar;53:190-2.

55. McCracken JP, Smith KR, Diaz A, Mittleman MA, Schwartz J. Chimney stove intervention to reduce long-term wood smoke exposure lowers blood pressure among Guatemalan women. *Environ Health Perspect*. 2007 Jul;115(7):996-1001.
56. Pokhrel AK, Smith KR, Khalakdina A, Deuja A, Bates MN. Case-control study of indoor cooking smoke exposure and cataract in Nepal and India. *Int J Epidemiol*. 2005 Jun;34(3):702-8.
57. Saha A, Kulkarni PK, Shah A, Patel M, Saiyed HN. Ocular morbidity and fuel use: an experience from India. *Occup Environ Med*. 2005 Jan;62(1):66-9.
58. Smith KR, Mehta S. The burden of disease from indoor air pollution in developing countries: comparison of estimates. *Int J Hyg Environ Health*. 2003 Aug;206(4-5):279-89.
59. Lan Q, Shen M, Berndt SI, Bonner MR, He X, Yeager M, et al. Smoky coal exposure, NBS1 polymorphisms, p53 protein accumulation, and lung cancer risk in Xuan Wei, China. *Lung Cancer*. 2005 Sep;49(3):317-23.
60. Keohavong P, Lan Q, Gao WM, Zheng KC, Mady HH, Melhem MF, et al. Detection of p53 and K-ras mutations in sputum of individuals exposed to smoky coal emissions in Xuan Wei County, China. *Carcinogenesis*. 2005 Feb;26(2):303-8.
61. Rinne ST, Rodas EJ, Bender BS, Rinne ML, Simpson JM, Galer-Unti R, et al. Relationship of pulmonary function among women and children to indoor air pollution from biomass use in rural Ecuador. *Respir Med*. 2006 Jul;100(7):1208-15.
62. Ekici A, Ekici M, Kurtipek E, Akin A, Arslan M, Kara T, et al. Obstructive airway diseases in women exposed to biomass smoke. *Environ Res*. 2005 Sep;99(1):93-8.

63. Dutt D, Srinivasa DK, Rotti SB, Sahai A, Konar D. Effect of indoor air pollution on the respiratory system of women using different fuels for cooking in an urban slum of Pondicherry. *Natl Med J India*. 1996 May-Jun;9(3):113-7.
64. Kiraz K, Kart L, Demir R, Oymak S, Gulmez I, Unalacak M, et al. Chronic pulmonary disease in rural women exposed to biomass fumes. *Clin Invest Med*. 2003 Oct;26(5):243-8.
65. Qian Z, He Q, Kong L, Xu F, Wei F, Chapman RS, et al. Respiratory responses to diverse indoor combustion air pollution sources. *Indoor Air*. 2007 Apr;17(2):135-42.
66. Rinne ST, Rodas EJ, Rinne ML, Simpson JM, Glickman LT. Use of biomass fuel is associated with infant mortality and child health in trend analysis. *Am J Trop Med Hyg*. 2007 Mar;76(3):585-91.
67. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 Apr;163(5):1256-76.
68. WHO. The world health report 2002 - Reducing risks, promoting healthy life.; 2002 Contract No.: Document Number].
69. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S, Murray CJ. Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*. 2002 Nov 2;360(9343):1347-60.
70. Idema. História do município de João Câmara. Governo do Rio Grande do Norte; 2010 [atual. 2010; citado 2010. 22 de abril de 2010]; Disponível em: www.portal.rn.gov.br/content/aplicacao/idema/socio_economicos/enviados/perfil_j.asp.

71. IBGE. Cidades - Dados gerais e demográficos. IBGE; 2004 [atual. 2004; citado, 2010 22 de abril de 2010]; Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>.
72. Cadernos de Informações de Saúde - João Câmara - RN [base da dados Internet]. Ministério da Saúde 2010 Disponível no endereço http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/rn/rn_joao_camara_geral.xls.
73. IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. IBGE; 2004 [atual. 2004; citado: 2010 22 de abril, 2010]; Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2006/default.shtm>.
74. Yamada E, Vanna AT, Naspitz CK, Sole D. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): validation of the written questionnaire (eczema component) and prevalence of atopic eczema among Brazilian children. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2002;12(1):34-41.
75. Vanna AT, Yamada E, Arruda LK, Naspitz CK, Sole D. International Study of Asthma and Allergies in Childhood: validation of the rhinitis symptom questionnaire and prevalence of rhinitis in schoolchildren in Sao Paulo, Brazil. *Pediatr Allergy Immunol.* 2001 Apr;12(2):95-101.
76. Sole D, Vanna AT, Yamada E, Rizzo MC, Naspitz CK. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 1998 Nov-Dec;8(6):376-82.

77. Menezes AM, Jardim JR, Perez-Padilla R, Camelier A, Rosa F, Nascimento O, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in Sao Paulo, Brazil. *Cad Saude Publica*. 2005 Sep-Oct;21(5):1565-73.
78. Perez-Padilla R, Torre Bouscoulet L, Vazquez-Garcia JC, Muino A, Marquez M, Lopez MV, et al. [Spirometry reference values after inhalation of 200 microg of salbutamol]. *Arch Bronconeumol*. 2007 Oct;43(10):530-4.
79. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol*. 1992;18:10-22.
80. Polgar G, Promadhat V. Pulmonary function testing in children: techniques and standards. Philadelphia: Saunders; 1971.
81. Malta DC, Moura EC, Silva SA, de Oliveira PP, e Silva VL. Prevalence of smoking among adults residing in the Federal District of Brasilia and in the state capitals of Brazil, 2008. *J Bras Pneumol*. 2010 Feb;36(1):75-83.
82. Godoy I. Prevalence of smoking in Brazil: additional measures for smoking control should be a priority in the Year of the Lung. *J Bras Pneumol*. 2010 Feb;36(1):4-5.
83. Monteiro CA, Cavalcante TM, Moura EC, Claro RM, Szwarcwald CL. Population-based evidence of a strong decline in the prevalence of smokers in Brazil (1989-2003). *Bull World Health Organ*. 2007 Jul;85(7):527-34.
84. Passos VMA, Assis TD, Barreto SM. Hypertension in Brazil: estimates from population-based prevalence studies. *Epid e Serv Saude*. 2006;15(1):35-45.

85. Malerbi DA, Franco LJ. Multicenter study of the prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in the urban Brazilian population aged 30-69 yr. The Brazilian Cooperative Group on the Study of Diabetes Prevalence. *Diabetes Care*. 1992;15:1509-16.
86. Wilkinson P, Smith KR, Beevers S, Tonne C, Oreszczyn T. Energy, energy efficiency, and the built environment. *Lancet*. 2007 Sep 29;370(9593):1175-87.
87. MDS. Programa Bolsa Família. Brasília - DF; 2010 [atual. 2010; citado 2010 22 de abril de 2010]; Disponível em: <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia/>.
88. MEC. Programa de Desenvolvimento da Educação 2006. Brasília: MEC; 2006 [updated 2006; cited 2010 22 de abril de 2010]; Available from.
89. Torres-Duque C, Maldonado D, Perez-Padilla R, Ezzati M, Viegli G. Biomass fuels and respiratory diseases: a review of the evidence. *Proc Am Thorac Soc*. 2008 Jul 15;5(5):577-90.
90. Kilabuko JH, Nakai S. Effects of cooking fuels on acute respiratory infections in children in Tanzania. *Int J Environ Res Public Health*. 2007 Dec;4(4):283-8.
91. Campbell H. Indoor air pollution and acute lower respiratory infections in young Gambian children. *Health Bull (Edinb)*. 1997 Jan;55(1):20-31.
92. Mishra V. Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory illness in preschool age children in Zimbabwe. *Int J Epidemiol*. 2003 Oct;32(5):847-53.
93. Pandey MR, Boleij JS, Smith KR, Wafula EM. Indoor air pollution in developing countries and acute respiratory infection in children. *Lancet*. 1989 Feb 25;1(8635):427-9.

94. Robin LF, Less PS, Winget M, Steinhoff M, Moulton LH, Santosham M, et al. Wood-burning stoves and lower respiratory illnesses in Navajo children. *Pediatr Infect Dis J.* 1996 Oct;15(10):859-65.
95. Morris K, Morgenlander M, Coulehan JL, Gahagen S, Arena VC. Wood-burning stoves and lower respiratory tract infection in American Indian children. *Am J Dis Child.* 1990 Jan;144(1):105-8.
96. Etiler N, Velipasaoglu S, Aktekin M. Incidence of acute respiratory infections and the relationship with some factors in infancy in Antalya, Turkey. *Pediatr Int.* 2002 Feb;44(1):64-9.
97. Smith KR. Indoor air pollution and acute respiratory infections. *Indian Pediatr.* 2003 Sep;40(9):815-9.
98. Smith KR, Mehta S, Maeusezahl-Feuz M. Indoor air pollution from household use of solid fuels: comparative quantification of health risks. In: Ezzati MLA, Rodgers A, Murray CJL, editors. *Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors.* Geneva: World Health Organization; 2004. p. 1435-93.
99. Sapkota A, Gajalakshmi V, Jetly DH, Roychowdhury S, Dikshit RP, Brennan P, et al. Indoor air pollution from solid fuels and risk of hypopharyngeal/laryngeal and lung cancers: a multicentric case-control study from India. *Int J Epidemiol.* 2008 Apr;37(2):321-8.
100. Arbex MA, Martins LC, de Oliveira RC, Pereira LA, Arbex FF, Cancado JE, et al. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *J Epidemiol Community Health.* 2007 May;61(5):395-400.

101. Kumar R, Nagar JK, Raj N, Kumar P, Kushwah AS, Meena M, et al. Impact of domestic air pollution from cooking fuel on respiratory allergies in children in India. *Asian Pac J Allergy Immunol.* 2008 Dec;26(4):213-22.
102. Schei MA, Hessen JO, Smith KR, Bruce N, McCracken J, Lopez V. Childhood asthma and indoor woodsmoke from cooking in Guatemala. *J Expo Anal Environ Epidemiol.* 2004;14 Suppl 1:S110-7.
103. Behera D, Chakrabarti T, Khanduja KL. Effect of exposure to domestic cooking fuels on bronchial asthma. *Indian J Chest Dis Allied Sci.* 2001 Jan-Mar;43(1):27-31.
104. Zhou Y, Wang C, Yao W, Chen P, Kang J, Huang S, et al. COPD in Chinese nonsmokers. *Eur Respir J.* 2009 Mar;33(3):509-18.
105. Viegi G, Simoni M, Scognamiglio A, Baldacci S, Pistelli F, Carrozzi L, et al. Indoor air pollution and airway disease. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2004 Dec;8(12):1401-15.
106. Liu Y, Lee K, Perez-Padilla R, Hudson NL, Mannino DM. Outdoor and indoor air pollution and COPD-related diseases in high- and low-income countries. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2008 Feb;12(2):115-27.
107. Khalequzzaman M, Kamijima M, Sakai K, Chowdhury NA, Hamajima N, Nakajima T. Indoor air pollution and its impact on children under five years old in Bangladesh. *Indoor Air.* 2007 Aug;17(4):297-304.
108. Smith-Sivertsen T, Diaz E, Pope D, Lie RT, Diaz A, McCracken J, et al. Effect of reducing indoor air pollution on women's respiratory symptoms and lung function: the RESPIRE Randomized Trial, Guatemala. *Am J Epidemiol.* 2009 Jul 15;170(2):211-20.

109. Menezes AM, Hallal PC. Role of passive smoking on COPD risk in non-smokers. *Lancet*. 2007 Sep 1;370(9589):716-7.
110. Eisner MD. Indoor air, passive smoking, and COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007 Sep 1;176(5):426-7.
111. Chen R. Passive smoking exposure and risk of COPD in China. *Lancet*. 2008 Jan 19;371(9608):201; author reply -2.
112. Strachan DP, Cook DG. Health effects of passive smoking. 4. Parental smoking, middle ear disease and adenotonsillectomy in children. *Thorax*. 1998 Jan;53(1):50-6.
113. Padhy PK, Padhi BK. Effects of biomass combustion smoke on hematological and antioxidant profile among children (8-13 years) in India. *Inhal Toxicol*. 2009 Apr 7.
114. Mudway IS, Duggan ST, Venkataraman C, Habib G, Kelly FJ, Grigg J. Combustion of dried animal dung as biofuel results in the generation of highly redox active fine particulates. *Part Fibre Toxicol*. 2005 Oct 4;2:6.
115. Swiston JR, Davidson W, Attridge S, Li GT, Brauer M, van Eeden SF. Wood smoke exposure induces a pulmonary and systemic inflammatory response in firefighters. *Eur Respir J*. 2008 Jul;32(1):129-38.
116. Ware LB, Matthay MA. The acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000 May 4;342(18):1334-49.
117. Menezes AM, Victora CG, Perez-Padilla R. The Platino project: methodology of a multicenter prevalence survey of chronic obstructive pulmonary disease in major Latin American cities. *BMC Med Res Methodol*. 2004 Jun 17;4:15.

118. Brostrom EB, Thunqvist P, Adenfelt G, Borling E, Katz-Salamon M. Obstructive lung disease in children with mild to severe BPD. *Respir Med.* 2009 Mar;104(3):362-70.
119. Perez-Padilla R, Regalado J, Vedal S, Pare P, Chapela R, Sansores R, et al. Exposure to biomass smoke and chronic airway disease in Mexican women. A case-control study. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996 Sep;154(3 Pt 1):701-6.
120. Jin Y, Ma X, Chen X, Cheng Y, Baris E, Ezzati M. Exposure to indoor air pollution from household energy use in rural China: the interactions of technology, behavior, and knowledge in health risk management. *Soc Sci Med.* 2006 Jun;62(12):3161-76.
121. Siddiqui AR, Lee K, Bennett D, Yang X, Brown KH, Bhutta ZA, et al. Indoor carbon monoxide and PM2.5 concentrations by cooking fuels in Pakistan. *Indoor Air.* 2009 Feb;19(1):75-82.
122. Kurmi OP, Semple S, Steiner M, Henderson GD, Ayres JG. Particulate matter exposure during domestic work in Nepal. *Ann Occup Hyg.* 2008 Aug;52(6):509-17.
123. Cynthia AA, Edwards RD, Johnson M, Zuk M, Rojas L, Jimenez RD, et al. Reduction in personal exposures to particulate matter and carbon monoxide as a result of the installation of a Patsari improved cook stove in Michoacan Mexico. *Indoor Air.* 2008 Apr;18(2):93-105.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)