



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM GESTÃO ECONÔMICA DO
MEIO AMBIENTE

O CUSTO ECONÔMICO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS:
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DO GAMA,
DISTRITO FEDERAL

ÁPIO DE ARAÚJO CONTE

Brasília – DF
2010

ÁPIO DE ARAÚJO CONTE

**O CUSTO ECONÔMICO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS:
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DO GAMA,
DISTRITO FEDERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Econômica do Meio Ambiente, da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do Título de Mestre.
Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira.

Brasília, abril de 2010.

FICHA CATALOGRÁFICA

ÁPIO DE ARAÚJO CONTE

O CUSTO ECONÔMICO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS: ESTUDO DE CASO NO GAMA - DISTRITO FEDERAL. Brasília: UnB – CEEMA, 2010, p.(100).

Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília – Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura.

Mestrado Profissionalizante em Gestão Econômica do Meio Ambiente.

1. Meio ambiente; 2. Poluição do ar; 3. Doenças respiratórias; 4. Custos públicos e privados.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus pelo dom da vida repartido a cada um de nós.

A minha mãe pelo carinho e ao meu pai pelo incentivo e pela revisão ortográfica e gramatical do texto.

À Dra. Maria José Gontijo diretora da WWF-Brasília e representante da SUNY (*State University of New York*), pelo apoio financeiro da Bolsa de Estudos.

Aos meus filhos, a quem devo paciência e amizade.

Aos Professores Charles Mueller, Jorge Nogueira, Pedro Zuchi, Denise Imbroisi e Natércia Schneider, que me ajudaram na minha decisão de prosseguir e terminar esta árdua jornada.

Aos técnicos da SEMARH-DF e da Secretaria de Estado de Saúde do DF, pelas valiosas informações que me prestaram. Aos meus alunos de Agronomia da FITB, Ana, Mariozan e Vinícius, que me deram suporte na realização das entrevistas no Hospital Regional do Gama.

Ao Professor Fabiano Rocha da UEG, pelo incentivo e ajuda na revisão técnica deste trabalho. Finalmente, meus agradecimentos sinceros a todas as pessoas que me incentivaram e não me negaram uma palavra de estímulo em meus momentos de fraqueza.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Equilíbrio Dos Mercados Privados	47
FIGURA 2.2. Externalidades Negativas (Custos Externos)	48
FIGURA 2.3. Gráfico de Turvey	50
FIGURA 2.4. Gráfico de Turvey: Limiar de Assimilação de Poluição	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Quilômetros Percorridos por Ano e o Consumo Anual de Combustível no Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo	29
Tabela 1.2. Estimativa de Emissão Anual de CO, HC e NO_x para veículos que utilizam a mistura Gasool em estados brasileiros	30
Tabela 1.3. Estimativa de emissão de particulados em veículo a diesel (2004).....	30
Tabela 1.4. Efeitos potenciais do NO₂ sobre a saúde humana	31
Tabela 1.5. Efeitos sobre a Saúde Humana associada com baixos níveis de exposição ao Monóxido de Carbono.....	35
Tabela 1.6 . Padrões de Qualidade do Ar da Organização Mundial de Saúde-2000	38
Tabela 1.7. Índices de Qualidade do Ar na Cidade Satélite do Gama-DF janeiro a junho/2004.....	39
Tabela 1.8. Índices de Qualidade do Ar – IQAr	44
Tabela 3.1. Número de pacientes com doenças respiratórias por faixa etária no HRG, entre maio e setembro de 2004	66
Tabela 4.1. Custos Totais das Famílias.....	73
Tabela 4.2. Custos com Transportes.....	75
Tabela 4.3. . Custos com alimentação dos acompanhantes.....	75
Tabela 4.4. Custos com reforço de alimentação do paciente	76
Tabela 4.5. Custos com medicamentos	76
Tabela 4.5. Custos com Exames	77
Tabela 4.7. Custos com modificações, utensílios e equipamentos	77
Tabela 4.8. Custos com tratamentos auxiliares	78
Tabela 4.9. Perda de renda dos afetados por doenças respiratórias.....	78
Tabela 4.10. Custo por perda de renda do acompanhante	79
Tabela 4.11. Custos devidos a pagamentos de contas em atraso.....	79
Tabela 4.12. Despesas e Custos Consolidados: Hospital Regional do Gama/2005	81
Tabela 4.13. Custos Sociais com doenças respiratórias no DF - 2005	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\sum N_i$	Número de internações / ano, no HRG, devido a doenças respiratórias
ANTP	Agência Nacional de Transportes
BAP	Benzeno [a] Pireno
Caliment.	Custo total de gastos extras com alimentação
Cexam	Custo com exames
COHB	Carboxihemoglobina
Coutros	Custo total com outros gastos
Cperdarenda	Custo total com perda de renda (temporária)
Ctransp.	Custo total com transportes para as famílias
CT	Custo Total
CTA	Custo Total Agregado
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DCC	Divisão de Contabilidade e Custos
EUA	Estados Unidos da América
FHDF	Fundação Hospitalar do Distrito Federal
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte
HB	Hemoglobina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPC	Índice Nacional de Preço ao Consumidor
IPCS	International Research Program on Chemical
J	Índice da variável Família
MS	Ministério da Saúde
NDnt	Número de dias não trabalhados
OMS	Organização mundial da Saúde
OPS	Organização Pan-Americana de Saúde
PP	Padrão Primário
PICR	Profile Institute for Chemical Research
PM ₁₀	Partículas materiais de diâmetro \leq de 10 μ m
RM _p	Renda mensal do paciente dividida por 30 dias

SAS	Sistema de Atenção à Saúde
SEMARH	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SM	Salário Mínimo
TSP	Total Solid Particulate

LISTA DE ABREVIATURAS

H⁺	Íon Hidrogênio
NO_x	Óxidos de nitrogênio
NO⁺	Óxidos de nitrogênio – Cátion
NO₂	Dióxido de Nitrogênio
O₂	Oxigênio
O₃	Ozônio
Pb	Chumbo
SO₂	Dióxido de Enxofre
µm	Micrômetro
ml	Mililitros
µg	Micrograma
H₂SO₄	Ácido sulfúrico
SO₄	Grupo Sulfato
CO	Monóxido de Carbono
mg/m³	Miligrama por metros cúbicos
ΔX_A	Distância anual percorrida
Km	Quilômetros
HC	Hidrocarboneto
HC - MET	Hidrocarboneto – Metano

RESUMO

A dissertação tem por objetivo medir os custos sociais e das famílias devidos a doenças respiratórias relacionadas à poluição atmosférica proveniente da frota de veículos na cidade do Gama no Distrito Federal. A utilização da combustão interna em veículos remonta há mais de um século e seus efeitos deletérios são potencializados pela queima de biomassa tanto na preparação da terra para cultivo quanto no desmatamento visando à atividade agropecuária. A poluição do ar afeta a saúde das pessoas, e como consequência, advém doenças que agregam danos econômicos e financeiros. Esses danos expressos em custos, não são internalizados na função de produção das firmas e nem no Produto Interno Bruto das nações. O trabalho procura avaliar esses custos econômicos dentro de uma moldura conceitual multidisciplinar (histórica – química – econômica), construída por modelagem matemática para uma função que agrega os custos de tratamento de pessoas com doenças respiratórias internadas em hospitais públicos. A obtenção da função custo para as famílias envolve um levantamento do perfil sócio-econômico das pessoas que foram internadas no Hospital Regional do Gama (HRG), em 2004, para tratar de doenças respiratórias. O HRG é um hospital público considerado referência no tratamento de doenças do aparelho respiratório no DF, e está localizado na cidade do Gama. Os custos de tratamentos das doenças respiratórias foram obtidos utilizando-se o conjunto de dados tabulados no sistema de controle de custos do HRG. Com relação aos custos das famílias, a função de custo foi modelada sobre uma base de dados obtidos de um questionário aplicado às pessoas afetadas por alguma forma de doença respiratória, internadas no HRG. Embora não se tenha realizado análise de correlação estatística entre doenças respiratórias e poluição do ar, neste trabalho, os diversos estudos apresentados desenvolvidos nas décadas de 80, 90 e 2010, indicam alguma relação entre poluição do ar e doenças respiratórias. Os resultados dessa pesquisa na cidade do Gama são significativos neste aspecto. Ao final, apresentam-se alguns enfoques visando minimizar os danos da poluição do ar.

Palavras-chaves: Meio ambiente; Poluição do ar; Doenças respiratórias; Custos públicos e Custos privados.

ABSTRACT

The dissertation has for objective to measure the social costs and of the families due the related respiratory illnesses to the atmospheric pollution proceeding from the fleet of vehicles in the city of Gama in the Federal District. The use of the internal combustion in vehicles retraces has a century more than and its deleterious effect are more powerful by the burning of biomass in such a way in the preparation of the land for culture how much in the deforestation aiming at to the farming activity. The pollution of air affects the health of the people, and as consequences, happens illnesses that add economic and financial damages. These express damages in costs, are not internalizations in the function of production of the firms and nor in the Gross domestic product of the nations. The work looks for to evaluate these economic costs inside of a conceptual frame to multidiscipline (historical - chemical - economic), constructed for mathematical modeling for a function that adds the costs of treatment of people with interned respiratory illnesses in public hospitals. The attainment of the function cost for the families involves a survey of the partner-economic profile of the people who had been interned in the Regional Hospital of Gama (HRG), in 2004, to deal with respiratory illnesses. The HRG is a public hospital considered reference in the treatment of illnesses of the respiratory device in the DF, and is located in the city of Gama. The costs of treatments of the respiratory illnesses had been gotten using the data set tabulated in the system of control of costs of the HRG. With relation to the costs of the families, the cost function was shaped on a database gotten of a questionnaire applied to the people affected for some form of respiratory illness, interned in the HRG. Although if it has not carried through correlation analysis statistics between respiratory illnesses and pollution of air, in this work, the diverse studies presented developed in the decades of 80, 90 and 2010, they indicate some respiratory relation between pollution of air and illnesses. The results of this research in the city of Gama are significant in this aspect. To the end, some approaches are presented having aimed at to minimize the damages of the pollution of air.

Keywords: Environment; Air pollution; Respiratory diseases; Public costs and Private costs.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. POLUIÇÃO, SAÚDE HUMANA E ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE.....	17
1.1. Considerações Históricas	17
1.2. Poluição do Ar e Saúde Humana – Estudos Contemporâneos.....	22
1.3. Queima de Biomassa em Ambientes Internos: Riscos à Saúde.....	23
1.4. Queima de Biomassa em Ambientes Abertos: Riscos à Saúde.....	25
1.5. Queima da Palha de Cana-de-Açúcar: Riscos à Saude no Brasil	27
1.6. O Efeito da Emissão de Poluentes Provenientes da Queima de Combustíveis Fósseis: Riscos à Saúde	28
1.7. Consequências dos Principais Gases.....	31
<i>1.7.1. Óxidos de Nitrogênio (NO).....</i>	<i>31</i>
<i>1.7.2. O Ozônio e outros Oxidantes Fotoquímicos</i>	<i>32</i>
1.8. O Dióxido de Enxofre (SO₂) e Partículas de Matérias (TSP)	32
1.9. Poluição do Ar e Saúde Humana – Estudos Contemporâneos.....	33
1.10. Monóxido de Carbono (CO)	34
1.11. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAH).....	36
1.12. Benzeno.....	36
1.13. Aldeídos	37
1.14. Particulados (TSP).....	37
1.15. Algumas Considerações Finais	38
2. MEIO AMBIENTE E OS CUSTOS DE DOENÇA.....	45
2.1 Externalidades Negativas.....	47
2.2. O Equilíbrio entre os Custos e os Benefícios Gerados pela Poluição.....	49
<i>2.2.1. O Optimum de Poluição</i>	<i>49</i>
<i>2.2.2. O Ganho ou Benefício Social G</i>	<i>51</i>
2.3. O Conceito de Demanda em Saúde.....	53
2.4. Os Fatores de Demanda em Saúde.....	57
2.5. A Concepção Econômica de Custos em Saúde.....	58
2.6. Análise da Estrutura de Custos de um Sistema Produtivo.....	60

3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	62
3.1. Custos das Famílias no Tratamento de Doenças Respiratórias	66
3.2. Custos do Setor Público: Custos Hospitalares Provocados por Doenças Respiratórias	71
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.1 Custos das Famílias	73
4.2. Custos Sociais	80
CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
Recomendações	86
REFERÊNCIAS	88
ANEXO	98

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve como objetivo principal medir os custos econômicos a que estão sujeitos famílias e setor público do DF em decorrência de doenças respiratórias, causadas dentre outros fatores pela deterioração da qualidade do ar. Serviu de base para pesquisa o Hospital Regional do Gama – HRG -, considerado centro de excelência para tratamento de doenças respiratórias, o Hospital de Base de Brasília – HBB -, e o Hospital Regional da Asa Norte - HRAN. Os resultados que se busca encontrar são parâmetros de custos que possam ser utilizados pelo setor público, como indicadores na implantação de políticas públicas voltadas à vigilância da qualidade do ar no Distrito Federal. O célere processo de urbanização e industrialização do Brasil, nas últimas décadas, associado à falta de medidas integradas de uso e ocupação do solo, tem contribuído, de maneira contínua, para a rápida degradação da qualidade do ar nos principais centros urbanos brasileiros (MOTA, 2004).

Os efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana têm sido monitorados em vários países do mundo e no Brasil, em especial nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, detentores dos parques industriais mais desenvolvidos e da maior frota de veículos automotores do País. Comparado a esses estados, o Distrito Federal não conta com um grande parque industrial, porém, as relações entre número de veículos e habitantes têm aqui um coeficiente maior que os de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A poluição do ar gerada por veículos automotores é um forte agente degradante da qualidade do ar, o que pode estar associado a doenças do aparelho respiratório.

As consequências provavelmente não são apenas custos econômicos, mas também perda de qualidade de vida e bem-estar do morador do Gama. Este foi um dos principais motivos que levou a realizar um estudo empírico que ao menos pudesse quantificar a ‘deseconomia’ gerada pela poluição do ar e que impacta negativamente a economia da cidade face ao absenteísmo e a morbidade que afeta as famílias dos doentes respiratórios.

O veículo particular para o morador do DF não é apenas uma condição de conforto; ele também representa a necessidade de se vencer as ineficiências de um sistema de transporte de massa caro e mal gerenciado. Os prejuízos se materializam na pelas horas perdidas no trânsito, os acidentes constantes com elevado número de vítimas e as doenças respiratórias, com custos que determinam impactos sobre o equilíbrio econômico e financeiro das famílias. Há também os custos intangíveis, ou incomensuráveis que são aqueles ligados à dor e ao sofrimento dos que se acham doentes e obrigados a abdicar do convívio social.

No ano de 2007, a Secretaria de Saúde do Distrito Federal (SES 2007), realizou levantamento estatístico de causa de óbitos entre crianças de 0 a 2 anos, no Hospital da Asa Sul no período de março de 2006 a março de 2007. De acordo com as regras da Classificação Internacional de Doenças (CID 10) o grupo com maior percentual de mortalidade foi o de doenças respiratórias, com uma porcentagem de 34,1% (ITACARAMBY, 2007). Segundo a Organização Mundial de Saúde a poluição do ar é o maior risco ambiental a saúde e estima-se que ela cause aproximadamente 2,5 milhões de mortes prematuras por ano, em todo o mundo (WHO, 2008).

O Brasil ocupa a 8ª posição mundial em prevalência de asma, com uma taxa de internação variando entre 10% a 20% do total de internações na rede pública de saúde dependendo da região e da faixa etária consideradas. Em 2007 a asma, foi responsável por cerca de 273 mil internações e 2.500 óbitos. Acarretando um custo estimado de R\$ 98,6 milhões para o Sistema Único de Saúde – SUS (DATASUS, 2008).

No Brasil, estimam-se prevalências de 7,5 milhões de portadores de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica - DPOC. As internações por esta doença representaram um número da ordem de 180 mil internações no ano de 2007 (DATASUS, 2008).

A DPOC é responsável por um enorme custo financeiro, promovendo gastos da ordem de U\$ 1.522,00 por paciente por ano, quase três vezes o custo per capita da asma (CAMPOS, 2002).

É nos países mais pobres que ocorrem 93% dessas mortes, denunciando uma situação resultante da interação entre desigualdades socioeconômicas, culturais e ambientais (OPAS, 2007). Na América Latina, as doenças respiratórias matam mais de 80 mil crianças por ano, e quase metade dessas mortes ocorrem no Brasil (PRIETSCH, 2005).

Segundo relatório anual da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2009), os principais fatores de riscos ambientais para o desenvolvimento de doenças respiratórias são as exposições a agentes poluidores domésticos, entre eles o tabagismo passivo, a utilização de biomassa como fonte de calor para preparação de alimentos, agentes poluidores atmosféricos variações climáticas e a aglomeração de pessoas.

Os impactos causados pelas diversas formas de poluição, além de afetar a saúde das pessoas também causam perdas econômicas e financeiras para o conjunto da sociedade desde o início da era industrial (COTRIM, 2006).

A relação entre economia e saúde vem sendo discutida nos últimos sessenta anos, principalmente nos países desenvolvidos, onde pesquisadores utilizaram metodologias quantitativas, métodos computacionais e técnicas econométricas, embora sem inserir a dimensão dos impactos negativos que o sistema econômico causa sobre o meio ambiente, nem quantificaram os danos sobre a saúde, a produtividade e a renda do trabalhador. Também não contabilizaram os custos diretos e indiretos, por exemplo, que a poluição do ar gera para o sistema econômico das nações e à biodiversidade do planeta.

Essa pesquisa se constitui também uma maneira de se responder à seguinte questão: o crescente número de veículos que é incorporado diariamente à frota do DF representa maior conforto e comodidade com expressivo aumento da arrecadação de IPVA ou o custo das doenças causadas pelos gases poluentes emitidos pela crescente frota se constitui em maior dano financeiro para as famílias e para o setor público?

Em busca de responder a essa pergunta, desenvolveu-se esse Estudo de Caso, de natureza qualitativa e descritiva, com predominância de análises dissertativas, baseado na formatação de uma modelagem matemática para cálculo de custos, de abordagem descritiva, estruturado em quatro capítulos, a saber: no primeiro capítulo, apresenta-se a relação entre Economia e Saúde, na perspectiva dos economistas pioneiros que ousaram medir o custo

estatístico de uma vida. Nesse capítulo apresentam-se as principais causas da poluição do ar, o mecanismo de combustão da biomassa e dos combustíveis derivados do petróleo e seus agravos à saúde humana.

A Teoria Econômica das Externalidades e da Poluição é abordada no segundo capítulo, onde se comparam os lucros existentes em um processo econômico onde os danos ambientais não são incorporados aos custos de produção de indústria, ao mesmo tempo em que se discute a possibilidade de se encontrar um ponto *optimum* que equilibrem o volume de produção, evidenciando que poluir não é apenas um fator negativo, pois há um ponto de equilíbrio entre os danos que a poluição causa e os lucros ou (“benefícios”) que o sistema produtivo auferir denominado de ‘ponto *optimum*’ onde se discute os efeitos da poluição e as imperfeições de mercado que ela gera sobre a capacidade de escolha racional do consumidor.

No terceiro capítulo mostra-se o modo pelo qual está estruturada esta pesquisa na cidade satélite do Gama – DF. A fonte de coleta de dados e informações foram disponibilizadas no Hospital Regional da cidade onde se levantaram as informações, que permitiram calcular os custos das famílias das pessoas atingidas por doenças respiratórias e os custos econômicos e financeiros que essas doenças trazem para o sistema público de saúde, mediante o desenvolvimento de uma modelagem econômica capaz de quantificá-los.

No quarto capítulo foi realizada a análise e a descrição detalhadas dos dados obtidos, compilando-os em tabelas de custos, e utilizando o conceito da média simples dos custos sociais e privados, quantificou-se o custo total das famílias e do setor público, em virtude das doenças respiratórias na cidade satélite do Gama e utilizou-se esse valor como base para extrapolação dos custos econômicos das doenças respiratórias para todo o DF.

Ao final, apresentam-se as conclusões e sugestões acerca de algumas metas de políticas públicas que podem ser implantadas com vistas a minimizar o impacto econômico e social causados pelas doenças respiratórias no Distrito Federal.

1. POLUIÇÃO, SAÚDE HUMANA E ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE

1.1. Considerações Históricas

No ano de 1750, na Europa, a partir da Inglaterra, teve início um grande processo de transformações socioeconômicas que alteraram a vida no campo e nas cidades daquele continente. Nessa época, o país possuía a mais importante zona de livre comércio da Europa, além de contar com um aprimorado sistema de créditos financeiros, sustentado pelo Banco da Inglaterra, cuja fundação ocorreu em 1694. Graças a isso, a burguesia inglesa pôde promover um grande acúmulo de capitais, pela expansão do comércio mundial, o que lhe permitiu realizar, também, grandes investimentos na área rural, possibilitando aos capitalistas o controle do campo, que se desenvolveu por meio de um processo de concentração da propriedade agrícola e ampliou as grandes propriedades rurais. Com o advento da técnica, sobreveio à introdução do sistema de racionalização dos métodos agrícolas nas fazendas, o que possibilitou o aumento da produtividade rural, liberando um grande contingente de camponeses (COTRIM, 2006).

Pressionados pela necessidade de trabalho, os camponeses migraram para as cidades, onde foram aproveitados como mão-de-obra nas indústrias nascentes. Nas cidades, as condições de vida eram péssimas: não havia acesso a sistemas de saúde, nem havia saneamento básico; os trabalhadores viviam em locais insalubres, sofrendo a ação permanente da sujeira e do desequilíbrio ambiental, que os expunha as enfermidades incuráveis. Epidemias como cólera, tifo, peste negra, sarampo, se alastravam, trazendo mortes em grandes escala para essa população pobre. Os governantes perceberam que as doenças e as mortes desses trabalhadores representavam prejuízos econômicos. Dentro deste cenário, alguns estudos foram realizados na busca de solução para as principais causas do problema (COTRIM, 2006).

Em 1660, Sir William Petty foi o pioneiro na procura de soluções para o problema da migração para áreas urbanas na Inglaterra. Em seus estudos, ele estabeleceu padrões sociais na tentativa de calcular o valor econômico de uma vida humana. A estimativa de Petty foi um marco histórico pela ousadia com que ele, baseando-se em dados relativos à

origem familiar, tipo de atividade de trabalho e grau de instrução, chegou a estabelecer que preços de vidas variassem entre \$69 e \$ 90 libras esterlinas. Em seu trabalho, Petty chama atenção para o prejuízo que a nação arcava pela perda de vidas produtivas, em virtude da guerra e das epidemias (COSTA, 1989).

Adam Smith na obra “A Riqueza das Nações”, voltou a abordar o problema 75 anos mais tarde, porém sem estimar valores pecuniários para vidas perdidas (FEIN, 1967). Já em 1755, Chadwick escreveu um contundente relatório sobre a situação de saúde nas comunidades urbanas da Inglaterra, onde apresentou estimativas de valor econômico da vida humana, baseadas no custo de criar e educar uma criança durante suas várias faixas etárias, até que a mesma atingisse o período de produtividade econômica, isto sem deixar de levar em conta o risco da mortalidade precoce (FEIN, 1962).

A primeira abordagem científica sobre o problema do custo estatístico de uma vida humana foi desenvolvida pelo economista inglês Willian Farr, em 1853, motivado pelo problema do cálculo de impostos para a coroa britânica. O Método de Farr consistia em calcular o valor presente líquido dos ganhos futuros estimados de cada indivíduo, conforme sua faixa etária e com as esperanças de vida prevalentes (FABER, 1995).

Dentre os clássicos sobre a relação entre economia e saúde, destaca-se a monografia de Dublin e Lotka (1946), ainda considerada como a publicação fundamental sobre o problema, apesar de decorridos mais de 70 anos de sua publicação. Após a Segunda Guerra Mundial, os estudos envolvendo saúde, meio ambiente e economia tornaram-se mais freqüentes e passaram a demonstrar o crescente interesse acadêmico com as relações entre saúde e desenvolvimento econômico. Winslow, em 1951, realizou estudos sob o patrocínio da Organização Mundial da Saúde, baseando-se na ‘análise custo-benefício’ e incorporando o custo da saúde como uma das dimensões dos dados colhidos a partir de diversos autores (HORWITZ, 1959).

Em seu trabalho, Winslow (1951) argumentou que os programas de expansão dos serviços de saúde e saneamento básicos, em países do terceiro mundo, resultaram em melhoria da qualidade de vida das comunidades. Tais resultados, se traduzidos em incrementos de produtividade econômica, permitem dizer que investimentos em saúde apresentam rentabilidade econômica positiva.

Myrdal (1952), em termos gerais, analisou as relações entre nível de saúde e desenvolvimento sócio-econômico, chamando a atenção para o “círculo vicioso” da pobreza. Fundamentado na sua “Teoria dos Efeitos Cumulativos”, ele citou, como exemplo, os resultados dos programas de saúde, que podem funcionar como indutores do crescimento demográfico e da expansão da força de trabalho, desde que acompanhados de incrementos simultâneos dos programas de educação, habitação e segurança. Em caso contrário, tais resultados poderão contribuir de forma cumulativa para um agravamento, ainda que temporário, da situação econômica de um país.

Por solicitação do Ministério da Saúde de Londres, Logan realizou um estudo epidemiológico para explicar o aumento das causas das mortes de crianças e de idosos no mês de dezembro de 1952, quando ocorreu um episódio de inversão térmica com alta concentração de fumaça sobre a cidade de Londres. Logan estabeleceu que as altas concentrações de particulados e de dióxido de enxofre foram os responsáveis pelo aumento de 25% no número de internações e de 18% no número de óbitos acima do previsto para aquele período (SALDIVA *et al.*, 2005).

Em 1958, Fein desenvolveu estudos sobre os impactos econômicos das doenças mentais, que se constituíram um marco na literatura sobre o custo econômico das doenças para a sociedade. Em sua abordagem, ele não só apresentou o resultado de sua pesquisa sobre os custos diretos e indiretos das doenças mentais nos Estados Unidos, como estabeleceu metodologias para o cálculo das atividades relacionadas à prevenção e à cura dessas doenças. Em sua opinião, é possível demonstrar que, em alguns casos, o aumento no custo direto (programas de prevenção e tratamento) das enfermidades pode provocar uma queda nos seus custos indiretos (absenteísmo, baixa produtividade), resultando, assim, numa diminuição do custo total do tratamento.

Em sua análise, Fein (1958) abordou a condição de bem-estar daquele indivíduo, que, engajado ou não em uma atividade produtiva, continua a depender da situação da economia e do nível de emprego de seu país. Para ele, é injustificável o raciocínio de que, em certas conjunturas econômicas e sociais, os custos das doenças não têm impacto sobre o produto interno servindo somente para a redução da taxa de desemprego.

Em 1959, Horwitz discutiu o problema do valor econômico do homem como fator de produção, considerando as reservas humanas mais necessárias e importantes que as reservas de capital. No mesmo ano, Mushikin (1962, p.135) apresentou um sistema de custos econômicos da doença, classificando-os em:

- a) Custos dos recursos financeiros para a prevenção ou tratamento das doenças;
- b) Custos das transferências de recursos de instituições públicas e privadas, para pagamentos de benefícios e indenizações;
- c) Custos referentes a perdas de rendas das famílias: diminuição de produção devida à morbidade, debilidade e mortalidade, com reflexo sobre a renda e a produtividade do trabalhador.

Whitemore e Korn (1980) desenvolveram um trabalho sobre a quantificação dos custos das doenças e dos benefícios gerados pelos programas de prevenção, em termos monetários. A metodologia que eles utilizaram para abordar, sob o mesmo prisma econômico, os problemas da poliomielite, da tuberculose e de diversos tipos de câncer, serviu de ponto de partida para estudos posteriores sobre o custo de outras doenças, inclusive as de ordem ocupacional. Já a análise desenvolvida por Rice, em 1966, tomou como base a relação entre morbidade e mortalidade, *vis-à-vis*, os níveis de salário, idade, sexo, a expectativa de vida e os gastos particulares com saúde.

Taylor e Hall (1967, p.664), estudando as relações entre saúde, população e desenvolvimento econômico, analisaram o problema do custo econômico da saúde sob três ângulos:

- a) A influência da saúde e do desenvolvimento econômico sobre o crescimento da população;
- b) A influência da saúde sobre o desenvolvimento econômico;

- c) A influência do crescimento populacional sobre o desenvolvimento econômico.

O reconhecimento da importância dos aspectos econômicos das doenças levou Ipsen, em 1971, a incorporar o fator custo como uma das dimensões epidemiológicas do fenômeno doença. O autor considerou o gradiente biológico da morbidade, o fator tempo e o fator custo como inerentes à capacidade de crescimento de uma sociedade. Na sua abordagem, o custo deve passar a ser parte da história epidemiológica das doenças como o terceiro fator multiplicador do produto saúde.

Os modelos matemáticos que analisam os custos econômicos das doenças esbarram em um princípio ético que tem grande impacto para os profissionais da área de saúde, que é o da valoração da vida humana. As análises de risco e saúde, baseadas em tabelas biométricas, mostram que a sociedade moderna e suas instituições públicas de seguro de vida e previdência trabalham normalmente com o custo estatístico da vida e o fazem por questões de escassez econômica dos recursos utilizados como cobertura de risco, aceitando a idéia de que a perda de uma vida ou seu afastamento do convívio social significa custos ou perda de renda tanto para a família quanto para o sistema econômico.

Em 1972, Pearlman apresentou trabalho com abordagem empírica sobre o mesmo tema que Fein (1964) havia pesquisado teoricamente, baseando-se em estudos de casos sobre programas de saúde executadas no Brasil, no período da 2ª Guerra Mundial. Ele focalizou programas de saúde iniciados na região amazônica, com subsídios estrangeiros, visando ao aumento da produção da borracha natural como parte da ajuda brasileira ao esforço de guerra. Em seguida, ele realizou estudos sobre os programas de saneamento e de assistência médica ligada ao ciclo da cultura da pimenta do reino no município de Tomé-Açu, no Pará, e à mineração de manganês, no Amapá, ambos resultantes de empreendimentos da iniciativa privada.

1.2. Poluição do Ar e Saúde Humana – Estudos Contemporâneos

No Brasil, a degradação ambiental atinge não apenas as regiões distantes, como é o caso do desmatamento na região Norte. A questão da contaminação do ar atinge também, a China e o México, como ocorre na maioria dos países em desenvolvimento. Esta degradação se relaciona aos índices de urbanização que cresceram de 55,92% na década de 70, e atingiram 75,59% em 1991, sendo que o Sudeste, região mais desenvolvida do país esse índice chegava a 88,02% de acordo com o IBGE. Segundo dados do Censo 2005, 84% da população brasileira se enquadrava na categoria de urbana. Estudos do Ministério da Ciência e Tecnologia, afirmam que o índice atingiu 85,4% de moradores de áreas consideradas urbanas (MCT, 2006).

Os cinco municípios mais populosos do Brasil – São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Belo Horizonte e Fortaleza – concentram 14,60% da população do país. Em São Paulo esse índice é de 8,17%. A falta de infra-estrutura urbana somada a condições climáticas adversas têm tornado mais agudo os problemas da poluição atmosférica nestas cidades (IBGE, 2005).

Cerca de 80% da queima da biomassa ocorrem nos trópicos. Sendo a maior fonte de produção de gases tóxicos, material particulado e gases do efeito estufa no planeta, ela influencia a química e a física atmosféricas, produz espécies químicas que mudam significativamente o pH da água da chuva, e afeta o balanço térmico da atmosfera pela interferência na quantidade de radiação solar refletida para o espaço (Botkin, 1995).

Dentre essas substâncias, o material particulado (TSP) decorrente da combustão de biomassa, em ambientes internos, ou em ambientes abertos, é um poluente importante. Ele é constituído, em seu maior percentual (94%), por partículas finas e ultrafinas com diâmetros menores que $10\mu\text{m}^1$. São essas partículas que transpõem a barreira epitelial, atingem o interstício pulmonar e são responsáveis pelo desencadeamento de processo inflamatório (SEATON *et al*, 1996).

¹ Um micrômetro ($1\mu\text{m}$) = 10^{-6}m .

Shi, Godleski e Paulauski (1997) sugerem que os efeitos adversos do material particulado à saúde podem ser atribuídos à produção de agentes oxidantes intracelulares, que seriam a resposta inicial e agiriam como um fator estimulante da inflamação.

1.3. Queima de Biomassa em Ambientes Internos: Riscos à Saúde

A poluição do ar em ambientes internos existe desde os tempos pré-históricos, quando os humanos iniciaram sua movimentação para regiões com clima temperado, há, aproximadamente, 200 mil anos atrás. O clima mais frio provocou a necessidade de uso de abrigos e cavernas e da utilização de fogo para aquecimento, para preparo de alimentos e para iluminação. Ironicamente, o fogo, que possibilitou a sobrevivência em abrigos, provocava uma exposição a altos níveis de poluição, como ficou evidenciado pelos restos de carvão encontrado em cavernas pré-históricas (WHO, 2000).

Os efeitos sobre a saúde, decorrentes da exposição à fumaça produzida pela queima de biomassa em ambientes fechados, têm sido associados a infecções respiratórias agudas em crianças, a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), catarata e cegueira, asma e tuberculose pulmonar. Esses efeitos foram bem documentados em países em desenvolvimento, onde mulheres, acompanhadas de seus filhos, permanecem várias horas cozinhando em fogões de lenha, em locais sem abertura para eliminar a fumaça para o exterior. Enquanto nos países desenvolvidos a DPOC está relacionada, principalmente, ao tabagismo, nas regiões menos desenvolvidas, onde o abuso do tabaco pelo sexo feminino não é freqüente, estudos epidemiológicos transversais indicam que a exposição à fumaça, proveniente da queima de biomassa, é o principal fator de risco para DPOC (WHO, 2002).

Padmavati *et al.* (1964), na Índia, mostraram uma relação entre exposição aos poluentes, em ambientes internos, e DPOC. Em 18 necropsias realizadas em mulheres que nunca fumaram, mas estiveram expostas à combustão de biomassa na Guatemala, todas apresentaram enfisema pulmonar, 11 delas bronquiectasia, cinco bronquite crônica, e duas tuberculose (BEHERA & MALHOTA, 1994). Master (2001) avaliou habitantes de vilas

localizadas nas regiões montanhosas da Nova Guiné, as quais utilizavam a queima de biomassa para aquecimento na maioria das noites do ano. Dos indivíduos entrevistados, com idades maiores de 40 anos, 78% apresentavam tosse, asma e distúrbio respiratório obstrutivo.

No Nepal, a superioridade da bronquite crônica é similar entre homens e mulheres (18,9%), apesar de o tabagismo ser substancialmente mais comum entre os homens (PANDLEY, 1984). Na Índia, a população que utilizava biomassa como fonte de energia apresentava danos à capacidade respiratória maior em relação àquela que utilizava gás liquefeito de petróleo ou querosene (BEHERA, 1994). Menezes *et al.* (1994), em estudo transversal realizado em área urbana no sul do Brasil para determinar a supremacia de bronquite crônica e a sua relação com fatores de risco, entrevistaram 1053 indivíduos com idade acima de 40 anos e constataram uma associação significativa entre a doença e os altos níveis de poluição em ambientes internos.

Narboo (1991) demonstrou a relação entre o número de horas passadas na cozinha e o nível individual do monóxido de carbono exalado. Essas e outras evidências incluíram a poluição em ambientes internos, por combustão da biomassa, na relação de fatores de risco para o desenvolvimento da DPOC apresentada na *Global Strategy for The Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstrutive Lung Disease* (GOLD, 2003).

Os médicos Ezzatti e Kammen (2001) acompanharam 345 crianças na região rural do Quênia (93 com idade inferior a cinco anos de vida), em 55 residências localizadas em ranchos de gado que utilizavam biomassa como fonte de energia em fogões sem chaminés. Os autores avaliaram a exposição individual de adultos e crianças e combinaram-na com uma avaliação de sintomas pesquisados semanalmente, utilizando os critérios da OMS para Infecção Respiratória Aguda de Vias Inferiores. Determinaram que os riscos de contrair a doença estavam relacionados a altos níveis de exposição e à poluição da queima da biomassa.

A Índia tem o maior número de indivíduos cegos em relação a qualquer outro país do mundo. Além disso, um em cada três episódios de catarata do planeta ocorre naquele país. Ali, a catarata é responsável por 80% dos casos de cegueira. Irritação ocular, hiperemia conjuntiva e lacrimejamento são sinais e sintomas universalmente relatados em conseqüências de exposição à fumaça, os quais podem ser alterações preliminares capazes de, no futuro, conduzir à cegueira (ELLEGARD, 1997).

Até o presente, os dados coletados não indicam associação entre o risco de câncer e os altos níveis de exposição à fumaça oriunda da queima de biomassa. Apesar da fumaça proveniente desse processo ser potencialmente carcinogênica, ainda assim seu poder carcinogênico é menor do que a fumaça proveniente da queima dos combustíveis de veículos automotivos (WHO, 2005).

1.4. Queima de Biomassa em Ambientes Abertos: Riscos à Saúde

Se os estudos avaliando poluição em ambientes fechados por queima de biomassa são pródigos em demonstrar efeitos adversos, o mesmo não acontece em relação à poluição em ambientes abertos.

A própria OMS reconhece que a intensidade e a gravidade desses efeitos adversos dependem de uma série de fatores. Entre eles destacam-se as características dos poluentes, da população exposta, o nível de exposição individual e a suscetibilidade do indivíduo exposto (WHO, 2000). A fumaça decorrente da queima de biomassa em ambientes abertos produz efeitos adversos indiretos sobre a saúde, como a redução da fotossíntese, o que provoca diminuição das culturas agrícolas, ou o bloqueio dos raios ultravioletas A e B, permitindo um aumento de microorganismos patogênicos no ar e na água, além do aumento de larvas de mosquitos transmissores de doenças como a dengue, a febre amarela e a malária (MIMS, 1997).

Em 1997, em decorrência do fenômeno *El Niño*, os estados de Kalimantan (Bornéu) e Sumatra (Indonésia) foram afetados por incontáveis incêndios florestais, que tiveram duração aproximada de dois meses (entre julho e setembro) e resultaram em um episódio de extensa poluição do ar, com impactos sobre a população de uma ampla região do sudoeste asiático, como Indonésia, Malásia, Cingapura, sul da Tailândia, Brunei e sul das Filipinas. Aproximadamente 1.500 focos de incêndio provocaram a queima de 550 mil hectares de florestas em uma área total de 4,5 milhões de hectares. A névoa decorrente desse

processo cobriu 3 milhões de hectares, afetando uma população de 300 milhões de pessoas e provocando um gasto governamental com saúde da ordem de U\$ 4,5 bilhões (WHO, 2001).

Segundo a Secretaria Central de Estatística da Indonésia, entre setembro e outubro de 1997, em oito províncias do país, num total de aproximadamente 12,5 milhões de habitantes, houve aumento nos atendimentos por asma brônquica, bronquite crônica, inflamação ocular e infecção respiratória aguda, atingindo 1.902.340 casos registrados. As patologias respiratórias motivaram 326.462 visitas ao pronto socorro, 15.822 internações, e 2.446.352 dias de trabalho perdidos. Em várias províncias, o Total de Partículas em Suspensão (TSP) excedeu o limite de $260\mu\text{g}/\text{m}^3$, considerado como aceitável (DAWUD, 1999).

O Ministério da Saúde de Cingapura monitorou a qualidade do ar em quinze estações durante o episódio da névoa em 1997. O Nível de Partículas em Suspensão com diâmetro $\leq 10\mu\text{m}$ ficou acima de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$. Foram encontradas 94% de partículas com diâmetros inferiores a $2,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ na névoa. Na última semana de setembro, quando os níveis de material particulado atingiram o pico, a vigilância sanitária de Cingapura relatou um aumento de 30% de casos de atendimentos ambulatoriais relacionados a patologias respiratórias. Um aumento nos níveis do PM_{10} , de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ para $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ foi significativamente associado a um aumento de 13% de infecção respiratória aguda, 19% de asma e 26% de rinite (BRAUER, 1998).

Na região central de Kalimantan, Bornéu, uma das áreas mais afetadas pela névoa de poluição em um período consecutivo de seis meses, a partir de setembro, o número de pacientes internados com pneumonia foi 33 vezes maior que nos doze meses anteriores. Relatórios do Hospital Distrital de Jambi (Sumatra) mostraram que no mês de setembro ocorreu aumento nas internações por bronquite, laringite aguda e bronquiectasia, de 400 % e 290 %, respectivamente, em relação à média histórica (KUNJI, 1997).

Arbex (2004) sugere que a poluição atmosférica causada pela queima de biomassa está associada a um aumento na contagem de glóbulos brancos no sangue periférico, em virtude de um aumento na liberação dos precursores dos polimorfonucleares pela medula óssea, e que essa resposta pode contribuir para o aparecimento da morbidade cárdio-respiratória associada a episódios agudos de poluição do ar

1.5. Queima da Palha de Cana-de-Açúcar: Riscos à Saúde no Brasil

Todos os estudos relacionados à queima de vegetação a céu aberto dizem respeito a episódios fortuitos. Existe, porém uma região do planeta em que a queima da biomassa se faz de maneira programada. Durante a crise do petróleo, nos anos 70, o governo brasileiro implantou o programa Proálcool, com o objetivo de produzir um combustível alternativo, renovável, e menos poluente: o etanol, derivado da cana-de-açúcar.

Esse programa culminou com uma grande produção de veículos movidos a álcool, a partir da década de 80. Em 1996, apenas cinco dos estados brasileiros não produziam cana-de-açúcar (Acre, Amapá, Pará, Amazonas e Rondônia). São Paulo era o maior produtor, com aproximadamente 65% do total da produção nacional. Com a crescente utilização do álcool como combustível em veículos automotores, verificou-se uma melhoria na qualidade do ar nos grandes centros urbanos.

O programa, porém, apresentava um ponto vulnerável: por questões de produtividade e de segurança, o plantio da cana só é realizado após a queima dos canaviais, e isto gera um grande volume de material particulado negro denominado “fuligem da cana”. Esse material particulado modifica as características do ambiente nas regiões onde a cana-de-açúcar é cultivada, colhida e industrializada. Essas regiões são laboratórios naturais onde a população fica exposta, por aproximadamente seis meses do ano, aos poluentes provenientes da queima da biomassa (ARBEX, 2002).

Não são apenas indivíduos portadores de doenças respiratórias que se sentem atingidos; muitos outros indivíduos procuram serviços médicos queixando-se de irritação nas vias aéreas superiores, ardor no nariz e na garganta, e dificuldade de respiração, principalmente nos dias mais secos ou quando ocorrem queimadas. A presença de resíduos grosseiros na atmosfera, resultantes da combustão da cana-de-açúcar, surge para a população em geral como uma evidência de que os sintomas respiratórios são conseqüentes da poluição do ar, agravados pela poluição ambiental gerada pelas queimadas (ARBEX, 2004).

O problema não é tão simples quanto parece. Não se pode, por exemplo, descartar a possibilidade de que alterações climáticas sejam responsáveis pelo agravamento dos sintomas respiratórios em uma parcela de indivíduos dessa população.

Franco (1992) formulou algumas considerações a respeito da relação entre a queima da cana-de-açúcar e os agravos à saúde ressaltando que durante a época das queimadas dos canaviais há uma piora na qualidade do ar na região. O autor lembra que a queimada dos canaviais não é o único fator de agravamento da qualidade do ar, mas em consequência da extensão da área plantada e da duração das queimadas, no final de abril e início de novembro, as descargas de gases de outros poluentes na atmosfera da região ganham um significado importante e não podem ser menosprezadas.

Dessa forma, a população de risco que tem sua qualidade de vida e de saúde prejudicada, por causa das condições atmosféricas adversas, é bastante significativa. Por fim, o autor aponta que a maioria das pessoas que compõem a população de risco demanda um número muito maior de consultas, atendimentos ambulatoriais, medicação e internações. Isto onera, sobremaneira, não só os serviços médicos da rede pública como também a economia das famílias.

1.6 O Efeito da Emissão de Poluentes Provenientes da Queima de Combustíveis Fósseis: Riscos à Saúde

O crescimento da frota de veículos urbanos, leves e pesados, nos grandes centros brasileiros, também tem contribuído significativamente para a maior concentração de poluentes químicos na atmosfera (SALDIVA *et al.*,1992). Segundo dados do Boletim Denatram, em dezembro de 2006, o Distrito Federal possuía uma frota de veículos composta por 886.743 automóveis leves, 139.563 utilitários médios e 20.743 veículos pesados (ônibus, caminhão e tratores), num total de 1.047.049 veículos, para uma população de 2.051.146 habitantes, perfazendo uma média de um veículo para cada dois habitantes. Em comparação com São Paulo, cuja média é de um veículo para cada três habitantes, os números do DF se mostram superiores. Essa proporção indica que a emissão de gases provenientes da queima de

veículos da frota do DF representa, proporcionalmente, um fator 50 % maior que o do estado mais rico da União.

Os dados estatísticos elaborados pela Associação Nacional de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2006) mostram que, no Brasil, os veículos urbanos rodam, em média, 12 mil quilômetros por ano, com um consumo médio de 12 Km por litro de combustível (REVISTA ECONOMIA e ENERGIA, 2004), o que perfaz um consumo de mil litros/ano por veículo. Pode-se estimar a quilometragem anual da frota de veículos de qualquer estado brasileiro, utilizando a equação (1):

$$\Delta X = 1,2 \cdot 10^3 \text{ Km} \times N_v \quad (1)$$

onde ΔX é a quilometragem média anual e N_v é o número de veículos da frota.

A Tabela 1.1 faz o comparativo de quilômetros percorridos por ano e o consumo anual de combustível no Distrito Federal, em São Paulo e no Rio de Janeiro.

Tabela 1.1. Quilômetros percorridos por ano e o consumo anual de combustível, no Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo.

Estados	Frota (1)	Distância percorrida por ano (2)	Consumo médio de combustível (litros por ano) (3)
Distrito Federal	947.049	$1,13 \cdot 10^{10}$	$1,13 \cdot 10^{13}$
Rio de Janeiro	3.375.000	$4,05 \cdot 10^{10}$	$4,05 \cdot 10^{13}$
São Paulo	6.478.000	$7,78 \cdot 10^{10}$	$7,78 \cdot 10^{13}$

Fonte: elaborado pelo autor;

Legenda: (1), (2) e (3): Anfavea (2006).

A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2002) realizou pesquisas no sentido de verificar os índices de emissão de Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x) por veículos leves, com menos de dez anos de uso, para a mistura Gasool (gasolina com 22% de álcool anidro, em volume) e deslocamento a uma velocidade média de 80Km/h, obtendo os seguintes índices: CO = 20,93

g/Km²; HC = 1,800 g/Km e NO_x= 1,100 g/Km. Multiplicando-se esses índices pela quilometragem anual do DF, RJ e SP, tem-se as seguintes estimativas de emissão de CO, HC e NO_x, conforme Tabela 1.2.

Tabela 1.2. Estimativa de emissão anual de CO, HC e NO_x para veículos que utilizam a mistura Gasool em estados brasileiros

Estados	CO (t)	HC (t)	NO _x (t)
Distrito Federal	216.093	18.584	11.357
Rio de Janeiro	501.335	43.115	26.384
São Paulo	1.004.235	86.335	52.778

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados encontrados em ANTT (2002).

Além dessas estimativas, a Tabela 1.3, apresenta a emissão de Particulados (TSP), que são partículas com diâmetro menor ou igual a 10µm, consoante os índices de emissão divulgados pela fábrica de veículos pesados da Mercedes Benz do Brasil, em seu endereço na Internet (MERCEDEZ BENS DO BRASIL, 2006).

Tabela 1.3. Estimativa de emissão de particulados em veículo a diesel (2004)

Estados	Massa de TSP em toneladas
Distrito Federal	573
Rio de Janeiro	1.051
São Paulo	39.856

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados obtidos no site da Mercedes Benz do Brasil (2006).

O Monóxido de Carbono (CO), os Óxidos de Nitrogênio (NO_x), o Óxido de Enxofre (SO₂), os Hidrocarbonetos (HC), o Ozônio (O₃), os particulados (TSP) e outros compostos orgânicos, resultantes da combustão completa ou não de derivados de petróleo, são os produtos químicos mais encontrados no ar atmosférico das cidades (HEI, 1998).

² A unidade g/Km significa gramas por quilômetro rodados, isto é, unidade de massa por unidade de distância.

1.7. Consequências dos Principais Gases

1.7.1. Óxidos de Nitrogênio (NO)

No universo das substâncias químicas que formam a atmosfera, o nitrogênio é o componente que aparece em maior proporção e que revela uma alta taxa de combinação com outras substâncias, dentre as quais se pode citar o oxigênio (O₂), formando um composto chamado de dióxido de nitrogênio (NO₂). O NO₂ é um gás irritante facilmente absorvido pela mucosa do aparelho respiratório (HEI, 1998).

Em alguns tipos de atividades ao ar livre, pessoas são freqüentemente expostas ao NO e NO₂. O espectro dos efeitos patológicos sobre o pulmão, resultantes de exposição ocupacional dos óxidos de nitrogênio, vai desde uma irritação da mucosa da árvore tráqueo-bronquial, em baixas concentrações, até bronquites, pneumonias e edemas pulmonares.

Speizer (1991) registrou o efeito de exposição ao NO₂, devido à utilização de gás de cozinha e à relação com o aumento de casos de infecções pulmonares em crianças na faixa de idade de até dois anos, quando sujeitas aos diversos níveis de exposição desse gás. Uma exposição de 28,6 µg/ m³ (0,015 ppm) está associada ao aumento de incidência cumulativa de infecções respiratórias domésticas (SPEIZER, 1991). A Tabela 1.4. apresentam-se os principais efeitos do NO₂ sobre a saúde humana.

Tabela 1.4.. Efeitos potenciais do NO₂ sobre a saúde humana

Efeito Sobre a Saúde	Mecanismo
Aumento da incidência de infecções respiratórias	Redução do efeito das defesas pulmonares
Aumento de infecções respiratórias crônicas	Redução da eficiência das defesas pulmonares
Sistemas respiratórios	Obstrução das vias aéreas
Redução da função pulmonar	Dificuldade de respirar
Piora das condições clínicas de pessoas com asma	Risco de parada respiratória

Fonte: Samet & Utel, 1990.

1.7.2. O Ozônio e outros Oxidantes Fotoquímicos

O ozônio (O_3), uma das variedades alotrópicas do oxigênio, se apresenta sob a forma de um gás azul pálido, de odor picante característico. Agente muito ativo e tóxico é considerado como poluente na atmosfera inferior em concentrações superiores a $120\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na alta atmosfera, onde se forma a partir das radiações solares ultravioletas de ondas curtas. Ele também é formado a partir de descargas elétricas e de reações fotoquímicas em que entram os hidrocarbonetos e os dióxidos de nitrogênio emitidos pelos canos de descarga dos automóveis com motores de combustão interna. (WHO, 1987, p.96).

O órgão humano mais suscetível a ação química do O_3 é o pulmão. Ao entrar em contato com o O_3 as células do tecido pulmonar sofrem diminuição da sua capacidade de expansão do volume pulmonar. As células ciliadas do Tipo 1 são responsáveis pela elasticidade do tecido pulmonar e são as mais sensíveis à exposição ao ozônio. A proliferação de células ciliadas do Tipo 2 e células alveolares ocorrem como resultado do dano e da morte das células ciliadas do Tipo 1, pela ação do Ozônio. Avol (1987) estudou a ocorrência de deficiências pulmonares em pessoas expostas ao O_3 , em níveis variando de 0 até $6\mu\text{g}/\text{m}^3$. Os principais sintomas são: congestão nasal, irritação da garganta e irritação das vias respiratórias inferiores.

1.8. O Dióxido de Enxofre (SO_2) e Partículas de Matérias (TSP)

As pesquisas realizadas pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2000), indicam que o dióxido sulfúrico (SO_2) e as partículas materiais (TSP) produzidas pelo desgastes de partes móveis dos veículos de combustão interna, as partículas de freios, as partículas de borrachas de pneus e os restos de combustíveis não queimados, também são lançados em grandes quantidades no meio ambiente, e embora sejam poluentes de pouca reatividade, em conjunto apresentam alto efeito sinérgico com outros poluentes presentes na atmosfera. Do trato respiratório, o dióxido sulfúrico é absorvido pelas células epiteliais da

mucosa e penetra na corrente sanguínea, onde atinge o fígado em pouco tempo e é filtrado e transformado junto com outros rejeitos orgânicos líquidos, para então ser enviado para os rins, onde é eliminado na forma de urina (OSTRO, 1994).

Um episódio importante de alta concentração de SO₂ ocorrera em 1954, em Londres, na forma de um nevoeiro diferente dos que frequentemente ocorrem naquela cidade. A concentração de SO₂ ultrapassara os 500 µg/m³ e estava associada à presença de uma fumaça rosa, irritante, que provocava ataques involuntários de tosse, lacrimejamentos e ardência na garganta. O fenômeno foi denominado pelos nativos de *rose smoke*. Por meio das estatísticas levantadas pelo governo inglês, percebeu-se que o perfil da população fortemente afetada compunha-se de pessoas com algum histórico de doenças pulmonares e cardíacas, com destaque para o elevado número de idosos, crianças e mendigos (WHO, 2005).

Após esses episódios em Londres, os estudos se voltaram para os níveis de concentração diários de SO₂, CO e TSP, buscando verificarem-se as prováveis correlações entre os níveis desses poluentes e o crescimento das taxas de mortalidade e morbidade. A conclusão oferecida pelos órgãos que realizaram a pesquisa mostrou que, quando os níveis de concentração de SO₂ e TSP ultrapassam os 500 µg/m³ diários, ocorre um acréscimo de 25% no número de internações hospitalares para tratamento de problemas pulmonares, e um acréscimo de 15% no número de mortes de pessoas portadoras de cardiopatias ou deficiências pulmonares (HACKERY, 1992).

1.9. Aerossóis Ácidos

Por causa de seu pequeno tamanho (partículas finas < 2,5µm), os aerossóis em ambientes ácidos tendem a se depositar no revestimento interno do pulmão e nas vias áreas inferior. Alguma neutralização da substância ácida pode ocorrer antes da deposição, por causa da excreção normal de amônia endógena no interior do tecido externo das vias respiratórias. A deposição do H⁺ livres se combina com os componentes do muco respiratório, modificando

sua viscosidade e facilitando a entrada de microorganismos no tecido pulmonar (BATES, 1983).

Estudos controlados com seres humanos e animais têm demonstrado que esses aerossóis apresentam um efeito deletério sobre o sistema respiratório e circulatório. Falinsbee, em 1998, reviu o estado de conhecimento sobre esses efeitos e concluiu que as alterações das funções pulmonares ocorrem após uma exposição aguda, que provoca aumento de secreção pulmonar e a perda de elasticidade dos tecidos, sobretudo quando a exposição se dá sob maior concentração de ácido sulfúrico (H_2SO_4), cuja capacidade de irritação das vias aéreas é muito mais potente do que qualquer sulfatado (FALINSBEE, 1998).

Aerossóis ácidos parecem agir sinergeticamente com o Ozônio. Para Stern (1997), a presença de aerossóis ácidos em presença de O_3 e sulfatos de O_3 acrescentam maior possibilidade de absorção destas misturas pelo trato respiratório, além de contribuir com efeitos potenciais sobre as funções pulmonares que apresentaram maior tempo de recuperação, conforme estudos realizados por ele em comunidades rurais do Canadá, no período de 1993 a 1995 (STERN, 1997).

1.10. Monóxido de Carbono (CO)

O Monóxido de Carbono é uma substância que tem rápida absorção pelos pulmões, que em seguida o transporta para o sangue, onde se une à molécula de Hemoglobina (HB), formando um composto denominado Carboxihemoglobina (COHB), que debilita rapidamente a capacidade do sangue de transportar oxigênio. A dissociação do COHB é prejudicada pela própria presença do COHB, que dificulta o suprimento de Oxigênio para os outros tecidos, em virtude da afinidade da hemoglobina pelo CO ser 240 vezes maior do que pelo O_2 . Os fatores que condicionam o aumento de CO no sangue são: a concentração no ar inalado, a produção endógena de CO, a intensidade do esforço físico no momento da inalação, a massa corporal, as condições físicas pulmonares e a pressão atmosférica. A Tabela 2.4, apresenta os níveis estimados de COHB após a exposição ao monóxido de carbono (CO) em concentrações que variam entre 11,5 e 115 mg/m^3 durante a realização de diversos tipos de atividades físicas ao ar livre. Na ausência à exposição de CO, as concentrações de COHB são

aproximadamente de 0,5% e o consumo de uma carteira de cigarros comuns, por dia deve levar o fumante a atingir níveis de saturação de COHB de 4 a 7%, conforme dados da WHO (2005).

Estudos realizados em 1989 demonstram os efeitos do CO na isquemia do coração, ocorridos durante exercícios, em 63 homens com doenças documentadas na artéria coronariana. Os resultados indicam um decréscimo na relação dose-resposta entre a duração de angina e os níveis de COHB. Os resultados comprovam que níveis baixos de COHB, da ordem de 2%, podem aumentar a isquemia cardíaca durante exercícios leves, em pessoas com doenças coronarianas (ARONOW, 1989). Os sintomas clássicos de envenenamento por inalação de CO são: náuseas, dores de cabeça e vômitos. Para níveis de inalação entre 10 e 30%, os sintomas são: dor de cabeça aguda, alterações cardiovasculares e mal estar. Acima de 40%, há risco considerável de coma e morte, por parada respiratória.

Tabela 1.5. Efeitos sobre a saúde humana associada com baixos níveis de exposição ao Monóxido de Carbono

Concentração de Carboxihemoglobina	Efeitos
2,30 – 4,30	Decréscimo estatisticamente significativo (3 – 7%) na relação entre tempo de trabalho e exaustão em homem jovem saudável em exercício.
2,90 – 4,50	Decréscimo estatisticamente significativo na capacidade de exercício em pacientes com angina pectoris e aumento na duração do ataque de angina.
5,00 – 5,50	Decréscimo estatisticamente significativo no consumo máximo de oxigênio e duração de exercícios em homens jovens e saudáveis durante exercícios extenuantes.
< 5,50	Nenhum decréscimo estatisticamente significativo após exposição ao monóxido de carbono.
5,50 – 7,60	Diminuição estatisticamente significativa da vigilância de atividades em indivíduos participante de pesquisa controlada.
7,60 – 17,0	Diminuição estatisticamente significativa da percepção visual, destreza manual, habilidade de aprendizagem, ou performance em tarefas sensório-motores. (ex: dirigir)
17,0 – 20,0	Diminuição estatisticamente decrescente no consumo máximo de oxigênio durante a realização de exercícios extenuantes.

Fonte: WHO, 2007.

1.11. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAH)

Hidrocarbonetos policíclicos são substâncias químicas formadas pela combustão incompleta da madeira e dos combustíveis fósseis. As fumaças de exaustão dos motores a diesel contêm as mais altas concentrações de partículas orgânicas, incluindo os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (STROUP, 1984).

Outras fontes importantes de PAH são: a produção de carvão ou a sua queima para geração de calor e aquecimento em residências e indústrias, e também a fumaça do cigarro. Existem mais de uma centena de formas de PAH. A mais conhecida é a do benzo [a] pyreno (BAP). Os policíclicos aromáticos são absorvidos pelo pulmão e pelo intestino.

Evidências de estudos experimentais mostram que muitos desses PAH são mutagênicos e carcinogênicos. Um estudo realizado por Stroup (1984) mostra que os trabalhadores de minas de carvão apresentam maior predisposição ao câncer de pulmão do que a média da população.

1.12. Benzeno

O benzeno é um conhecido carcinogênico humano classificado como grupo 1.5^A (carcinogênico definitivo), de acordo com as normas da *International Agency for Cancer Research* (IARC, 1992).

Os efeitos carcinogênicos têm sido registrados em trabalhadores sujeitos ao contato com o Benzeno e que apresentaram, mais que a média da população, maior predisposição de desenvolver leucemia aguda. As taxas de risco de exposição ao Benzeno têm sido revistas mediante a utilização de métodos matemáticos de extrapolação da alta para baixa exposição. Utilizando-se dados epidemiológicos e diferentes modelos matemáticos, obteve-se uma taxa de risco de mortalidade por leucemia, resultante do tempo de exposição ocupacional

de 30 anos e níveis de 1 ppm³ de Benzeno, variando de 3 a 4 pessoas por grupo de mil (YIN, 1999).

Em estudos realizados entre empregados de postos de gasolina, nos Estados Unidos, por Yin *et al.* (1999), durante a década de 90, do século anterior, foi registrado aumento de incidência de câncer de pulmão e de leucemia mielogênica, para indivíduos com mais de vinte anos lidando com gasolina e óleo diesel. Isto sugere que o Benzeno apresenta multiefeitos cancerígenos sobre o homem, como tem sido confirmado em estudos controlados, realizados em animais.

1.13. Aldeídos

Efeito irritante de aldeídos sobre voluntários humanos tem sido documentado. Esses efeitos incluem: irritação do olfato e dos olhos, irritação da mucosa que reveste o aparelho respiratório, tosse, náuseas e dispnéia. Além do mais, risco de contrair câncer nasal e nasofaríngeal tem sido observado em trabalhadores, cuja exposição diária atinge 906 µg/m³ com duração de duas horas de exposição (WILES, 1996).

1.14. Particulados (TSP)

Estudos realizados nos Estados Unidos, entre pessoas residentes perto de auto-estradas ou que nelas trabalharam por mais de 20 anos, indicaram ser significativo o aumento de risco de essas pessoas, mais do que aquelas que não trabalharam igual tempo nem residiram próximo a auto-estradas, desenvolverem câncer de pulmão (GARSHICK *et al.*, 1997). Read confrontou dados sobre populações expostas à fumaça de motor diesel e dados

³ 1ppm : uma parte por bilhão

sobre pessoas fumantes ativas ou passivas, nos Estados Unidos e Canadá, e verificou não ter sido possível distinguir a diferença dos efeitos nocivos à saúde humana provocados pela queima dos combustíveis fósseis, da queima de biomassa ou do consumo de cigarros (READ, 1999).

1.15. Algumas Considerações Finais

Estudos epidemiológicos têm sido largamente utilizados a fim de descrever os efeitos da poluição do ar produzidos por veículos automotores, sobre a saúde da população em geral. No intuito de se estabelecer os riscos sobre a saúde e os danos econômicos inerentes a diversas formas de combate às doenças causadas pela poluição em geral, e em particular pela poluição do ar, alguns fatores têm sido considerados: exposição dos efeitos biológicos, dos efeitos físicos, da relação dose-resposta e da proporção da população submetida à poluição. Os resultados de muitos estudos são de difícil interpretação, em razão de grande gama de limitações, principalmente as relacionadas às doses das exposições e da correlação destas e de outros co-fatores relevantes, quando aplicados a diversos ambientes com diferentes níveis de poluentes. A Tabela 1.6 informa sobre os padrões de poluentes toleráveis em ambientes abertos segundo a Organização Mundial de Saúde.

Tabela 1.6. Padrões de Qualidade do Ar - Organização Mundial de Saúde (2000)

Poluente	Padrão OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais – TSP ($\text{PM} \geq 10\mu\text{m}$)	60 - 90 – MGA
Partículas inaláveis ($2,5\mu\text{m} < \text{PM} < 10\mu\text{m}$)	NE
Fumaça	40 - 60 – MGA
SO ₂	100 – 150 (24h)
CO	NE
CO ₂	NE
O ₃	100 – 200 (1 h)
NO ₂	190 – 320 (1 h)

Fonte: Cetesb (2001)

Notas: MGA - Média geométrica anual

NE: - Não estabelecido

A Organização Mundial de Saúde também considera Episódio Crítico de Poluição do Ar a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera, em curto período resultante da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis - altas temperaturas com baixos níveis de umidade ou baixas temperaturas. No Distrito Federal, o controle dos Índices de Qualidade do Ar (IQAR) é feito pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), que divulga, anualmente, as Médias Geométricas (MGA) desses índices para os locais pesquisados.

Em 2003, moradores da cidade satélite do Gama fizeram uma manifestação pública contra a fábrica de cerveja SKOL, instalada no setor leste da cidade, por considerarem que esta unidade industrial apresentava alguma irregularidade em seu processo de produção de cerveja. A razão para essa hipótese era que durante os meses de fevereiro e março, o volume de fuligem e fumaça escura, emitido por suas chaminés era muito intenso e causava tosse e irritação ocular nas pessoas, além de deixar as ruas, as casas e as árvores, cobertas por uma camada de cinzas. Os técnicos da SEMARH, responsáveis pela inspeção da fábrica, não encontraram quaisquer irregularidades, recomendando apenas a limpeza da torre da chaminé principal, conforme divulgado em reportagem do jornal Correio Braziliense, de 12.3.2004 e no relatório trimestral da SEMARH (RELATÓRIO SEMARH, 2004).

Por solicitação do governo do Distrito Federal, a Secretaria de Meio Ambiente realizou o monitoramento do índice de qualidade do ar durante todo o restante daquele ano, utilizando-se de uma estação móvel de controle ambiental. Após oito meses de levantamentos de dados, foram divulgados os dados sobre a qualidade do ar na cidade do Gama, conforme consta da Tabela 1.7.

Tabela 1.7. Índices de Qualidade do Ar na Cidade Satélite do Gama-DF/Janeiro a Junho/2004

Poluente	Concentração/ MGA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P.P. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P.S. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ÍQAR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Qualidade do Ar
SO ₂	6,3546	80	40	3,9716	Boa
Fumaça	117, 4548	60	40	87,4374	Regular
TSP	447, 1310	80	60	298,8524	Ruim

Fonte: Semarh – Dezembro/2004

MGA: Média Geométrica Anual

PP: Padrão Primário

PS: Padrão Secundário

A observação dos dados da Tabela 1.7 permite afirmar que a qualidade do ar, durante o ano de 2004, não esteve de acordo com os padrões estabelecidos pelo CONAMA, em consequência da grande concentração de fumaça e de particulados em suspensão. Segundo os técnicos da SEMARH, a alta concentração de fumaça deve-se ao fluxo significativo de caminhões que afluem à fábrica de cerveja para distribuição do produto. Nada obstante, os índices de poluição medidos se mostraram de acordo com os índices internacionais, estabelecidos a partir da promulgação da *Clean Air Act*, de 1990 nos Estados Unidos e que foram adotados no Brasil pela Resolução CONAMA 003, de 28.6.1990:

I - Partículas Totais em Suspensão (TSP)

a) Padrão Primário

- Concentração média geométrica anual de 80 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 240 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

- Concentração média geométrica anual de 60 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 150 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

II – Fumaça

a) Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 60 microgramas por metro cúbico de ar;

- Concentração média de 24 horas de 150 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

- Concentração média aritmética anual de 40 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 100 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

III - Partículas Inaláveis (PI)

a) Padrão Primário e Secundário

- Concentração média aritmética anual de 50 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 150 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

IV - Dióxido de Enxofre (SO₂)

a) Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 80 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 365 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida, mas de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

- Concentração média aritmética anual de 40 microgramas por metro cúbico de ar;
- Concentração média de 24 horas de 100 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida, mas de uma vez por ano.

V- Monóxido de Carbono (CO)**a) Padrão Primário e Secundário**

- Concentração média de oito horas de 10.000 mil microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.
- Concentração média de uma hora de 40.000 mil microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VI - Ozônio (O₃)**a) Padrão Primário e Secundário**

- Concentração média de uma hora de 160 microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VII - Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

a) Padrão Primário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico de ar.
- Concentração média de uma hora de 320 microgramas por metro cúbico de ar.

b) Padrão Secundário

- Concentração média aritmética anual de 100 microgramas por metro cúbico de ar.

Desde 1990, passou-se a diferenciar no Brasil os padrões primários de qualidade do ar, os quais, se ultrapassados, poderão afetar a saúde da população. Já os padrões secundários são definidos como as concentrações de poluentes, em que abaixo deles se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral (CONAMA, 1990).

Os padrões secundários são de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para, respectivamente, a concentração média geométrica anual e para a concentração máxima diária. O CONAMA formalizou os limites de poluição do ar no Brasil, empregando metodologia adotada pelo *Pollutant Standard Index* (PSI), dos Estados Unidos, conforme apresentados na Tabela 1.8.

Tabela1.8. Índice de Qualidade do AR – IQAR

ÍNDICE	QUALIDADE DO AR
0 – 50	Boa
51 – 100	Regular
101 – 199	Inadequada
200 – 299	Ruim
300 – 399	Péssima
> 400	Crítica

Fonte: Semarh: Junho/2004.

Um levantamento realizado recentemente por médicos pneumologistas do Hospital Regional da Asa Norte (HRAN), em Brasília, constatou no inverno de 2004 um aumento de 10% no número de casos de internação por pneumonia, em pessoas não fumantes, quando ocorreu um aumento de concentração de 2% de PM₁₀, 10% para o SO₂ e 3% para o CO (LEON & MENDONÇA, 2004). Pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) constataram que a mortalidade por doenças respiratórias em crianças, de maneira geral, apresenta baixa associação com os aumentos dos níveis de poluentes. O SO₂ foi o poluente que mostrou maior efeito sobre a mortalidade infantil por doenças respiratórias de 16% de aumento nos óbitos por pneumonia 13% para asma em menores de cinco anos (DAUMA *et al.*, 2005).

Conforme pesquisa realizada em 2005, pela por pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro, demonstrou-se que as doenças isquêmicas do coração, entre as quais se destaca o infarto do miocárdio, apresentaram aumentos de até 7% nas internações associadas a incrementos de 2% nos níveis de PM₁₀. Por outro lado, a mortalidade por acidente vascular cerebral ou transtornos da condução e arritmias em idosos não apresentou associações consistentes com os mesmos níveis de particulados PM₁₀ (CORREIA *et al.*, 2005).

2. MEIO AMBIENTE E OS CUSTOS DE DOENÇA

A poluição do ar é um dos efeitos da atividade econômica de sociedade capitalista, apoiada na acumulação de riquezas, fazendo com que os indivíduos, na busca do seu bem-estar, consumam bens e serviços, e para tal, retirem intensivamente da natureza matéria e energia de baixa entropia e devolvem ao meio ambiente, detritos e energia da alta entropia que em última análise forma a massa de poluição ambiental (MUELLER, 2005).

As atividades de produção e consumo requerem a alocação de insumos ou recursos naturais, dentro de um sistema econômico de produção e consumo denominado de “mercado”. Sob determinadas condições, mercados privados não asseguram uma alocação de recursos eficiente no sentido de Pareto⁴. Em particular, em presença de externalidades – negativas e positivas –, e de bens públicos, como é o caso do ar que se respira, ocorrem alterações artificiais nos preços dos bens e serviços que se consome. Externalidades são efeitos de um produtor ou de um consumidor em outros produtores ou consumidores não contabilizado no preço de mercado.

Quando uma fábrica de cimento lança partículas de poeira e fumaça no ar, isto gera desequilíbrios ambientais, que se refletem na queda da qualidade de vida das pessoas que residem próximo. O prejuízo direto deve-se à concentração de poeira que suja o ar atmosférico e traz diversos problemas de saúde aos moradores. O dano ambiental também afeta o sistema econômico que não inclui o custo da poluição no preço dos bens ou serviços oferecidos por um produtor poluidor. Se próximo da fábrica houver uma grande área de plantio de milho do qual a comunidade sobrevive economicamente, a poeira fina que cai sobre a plantação diminui sua produtividade. Os danos que a poeira da indústria causa aos moradores e à sua atividade agrícola não são considerados no cálculo dos custos industriais de produção de um pacote x de cimento, portanto os custos internos são inferiores aos custos externos, logo há um desequilíbrio entre oferta e demanda caracterizando uma externalidade negativa.

⁴ O conceito de eficiência no sentido de Pareto, criado pelo economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), refere-se a situações em que não é possível melhorar a situação de um agente econômico sem piorar a situação de pelo menos um dos demais agentes. Alterações que envolvam melhorias na situação de pelo menos um agente econômico sem piorar a dos demais agentes representam Melhorias de Pareto.

Outra forma de externalidades é a positiva. Por exemplo, a vacinação de crianças contra a poliomielite. A vacinação introduz diversos benefícios à sociedade, que não são contabilizados pelo mercado. A vacinação diminui sobremaneira os riscos de as crianças contraírem o vírus da poliomielite, prevenindo gastos futuros com tratamentos médicos, tanto quanto possíveis sequelas psicológicas que a paralisia infantil poderia trazer para a vida dela. Esses benefícios da vacinação, não são incorporados ao produto interno de um país, por isso são denominados de externalidades positivas.

Note-se ainda que, no caso da indústria de cimento, a poluição que ela gera aumenta a incidência de doenças respiratórias, afetando as famílias com perdas de renda e a sociedade com a perda de produtividade devido ao absenteísmo. Por outro lado, não são apenas as indústrias que poluem o meio ambiente. Os veículos de combustão interna participam da degradação ambiental, pois eles lançam um grande volume de produtos químicos tóxicos na atmosfera, congestionam o tráfego e contribuem para o aumento do número de acidentes além de reduzir a velocidade do transporte de bens e serviços.

Os meios de transportes deslocam as riquezas de um país, ajudando no crescimento da economia, e representam uma fonte de recursos para o Estado, pois além de alocar um grande volume de mão de obra é uma grande fonte de impostos. Deve-se então, considerar os custos e os benefícios que o transporte agrega a economia e verificar de que modo eles afetam a vida das pessoas.

Nesse contexto, as externalidades representam ‘falhas de mercado’, isto porque, no caso das externalidades negativas, os custos privados subestimam os custos sociais, conduzindo, assim, a uma produção maior do que aquela que seria socialmente desejável. No caso das externalidades positivas, como os benefícios privados são inferiores aos benefícios sociais, o nível de produção correspondente à alocação dos mercados privados ficará aquém daquele que seria ótimo, do ponto de vista da sociedade.

Para se analisar as chamadas ‘falhas de mercado’, utilizam-se as curvas de oferta e de demanda. Considera-se que o preço de um bem reflete a disposição a pagar por ele e, portanto, pode ser visto como o benefício decorrente do consumo de uma unidade adicional do bem ou serviço, ou o benefício marginal privado. Pode-se, então, renomear a curva de demanda de mercado como a curva de benefício marginal privado. A curva de oferta envolve

os insumos e os fatores exigidos para a produção dos bens e serviços e pode ser interpretada como a curva de custo privado por unidade produzida ou custo marginal⁵. A condição de equilíbrio de mercado exige que a demanda seja igual à oferta e, desse modo, que os custos privados sejam iguais aos benefícios privados. Na Figura 2.1, isso implica que a quantidade Q_0 é produzida ao Preço P_0 , e o ponto E_0 representa o ponto de equilíbrio entre oferta e demanda em um mercado de concorrência perfeita.

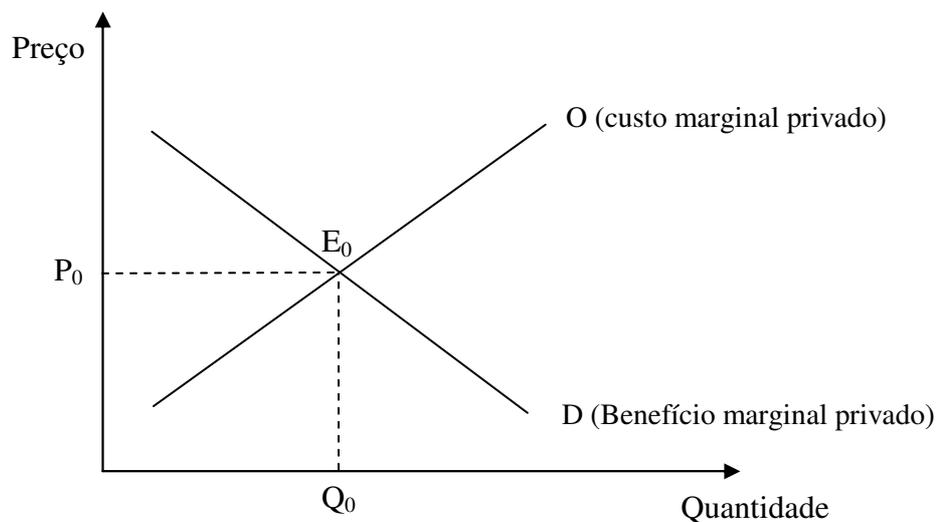


Figura 2.1. Equilíbrio dos Mercados Privados

2.1 Externalidades Negativas

São os custos dos malefícios que a produção de um bem ou serviço impõem à sociedade e que não são contabilizados como custo operacional da empresa. O custo total da empresa para a sociedade inclui tanto os custos privados da produção como os danos causados pela poluição advinda da produção (custos externos) aos produtores e aos cidadãos. A Figura 2.2 ilustra esse ponto. Nele, para cada nível de quantidade, o custo externo (custo associado à externalidade) é acrescentado ao custo privado (CMP) para formar o Custo Marginal Social

⁵ O custo marginal de um determinado bem corresponde à variação nos custos totais decorrentes da decisão de produzir uma unidade adicional desse bem.

(CMS). Assim, a diferença vertical entre as duas curvas representa os custos externos (CE), por unidade produzida.

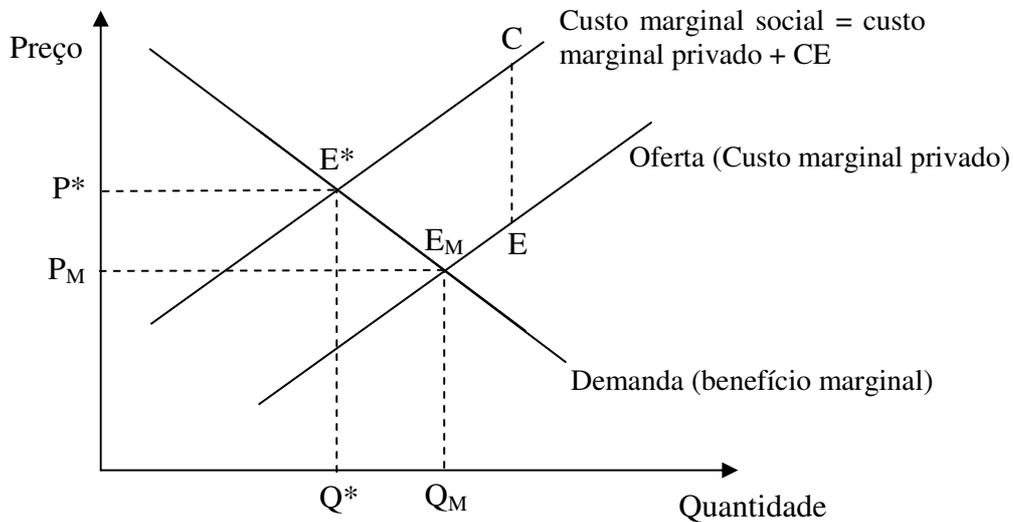


Figura 2.2. Externalidades negativas (Custos Externos) em Mercados Competitivos

As curvas de oferta e demanda considera apenas os custos e benefícios privados excluindo aqueles associados a terceiros. Nesse caso, no equilíbrio de mercado, a combinação preço-quantidade é P_M e Q_M . Esse equilíbrio não reflete a totalidade dos custos para a sociedade, porque não contabiliza os custos externos. Quando se contabiliza o custo adicional imposto a terceiros, o preço e a quantidade transacionada deveriam ser respectivamente, P^* e Q^* . A falha de mercado fica evidenciada pelo fato de o mercado gerar uma superprodução do produto ou serviço e avaliá-la a preços menores que aos seus custos totais de oportunidade.

2.2. O Equilíbrio entre os Custos e os Benefícios Gerados pela Poluição

2.2.1. O *Optimum de Poluição*

Na ótica de Dales (1968), a internalização da externalidade encontra sua origem na falência dos direitos de propriedade. A falência desses direitos permite a interação de preços de mercado sem a incorporação dos danos ambientais nos custos de produção dos produtos cujo resultado é as fixações de um preço de equilíbrio que tem todas as características de um *optimum paretiano*, que provoca uma reintegração do preço da externalidade ao cálculo econômico dos agentes ativos e passivos do processo de poluição enquanto agentes do mercado (FAUCHEUX, 1998).

Esta análise de Dale tem em comum a de Pigou, o fato de que ambas dependem da teoria microeconômica neoclássica e têm como resultado a determinação de um nível *optimum* de poluição. Mas precisamente, este *optimum* surge como uma condição do modelo econômico matemático adotado pela análise neoclássica.

Este ponto, que pode ser atingido pela redução da produção do agente poluidor manifesta o retorno da discussão à esfera econômica mercantil de fenômenos ambientais, até então fora do conceito de mercado na ótica da teoria neoclássica. O fato do *optimum* de poluição se situar entre o nível máximo de poluição e o nível zero de poluição significam a existência de um compromisso entre as exigências da economia (a produção de bens mercantis) e da ecologia (favorável à poluição zero), como condição máxima de bem estar social.

Em caso de ‘deseconomia’ externa, a quantidade de bens produzidos por uma empresa poluente será superior à quantidade ótima cada vez que uma parte dos custos criados pela sua atividade não são incorporados nos custos operacionais da empresa. Admite-se por hipótese que a fábrica de cimento (A) transforma matéria a partir da trituração de minerais brutos que necessitam da queima dos componentes para produzir cimento dentro de um nível ideal de umidade. Com isso ela emite na atmosfera centenas de toneladas de fumaça, materiais particulados e gases tóxicos. De outro lado tem-se a comunidade (B) que sobrevive da produção de milho e que a poluição emitida pela fábrica prejudica tanto a plantação de

milho, quanto à saúde das pessoas (HANLEY & SPASH, 1993). A poluição produzida por (A) é proporcional a produção x de cimento por período:

$$\Psi = K.x \quad (2)$$

O gráfico que vai servir de base para encontrar o ponto *optimum* de poluição é o gráfico de Turvey, (TURVEY, 1963) da Figura 2.3.

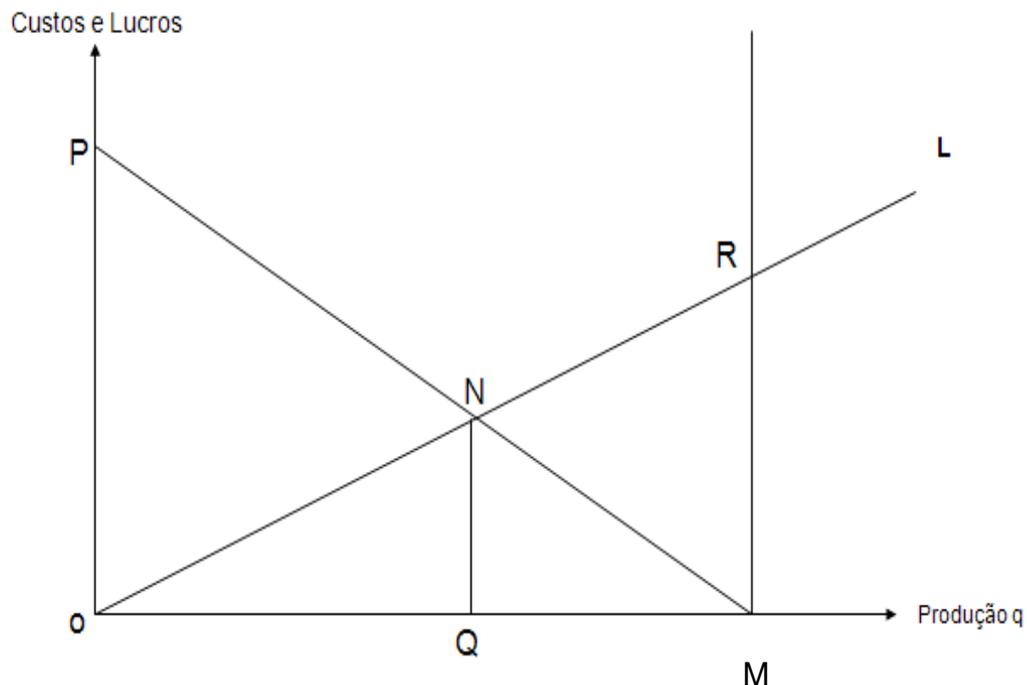


Figura 2.3. O gráfico de Turvey sem a internalização da poluição

Neste gráfico, a reta PM representa o lucro marginal π da empresa (A). Presume-se que o mercado em que ela produz seja concorrencial no qual a receita marginal é igual ao preço de mercado. Supõe-se que a empresa produz a rendimentos decrescentes com, por conseguinte, custos de produção crescentes, particularmente o seu custo marginal. A diferença receita-custo marginal, ou seja, o lucro marginal π , é, portanto decrescente com a produção, como na figura 2.2. A fábrica de cimento (A) maximiza seu lucro Π quando a receita = custo marginal, quer dizer, quando o lucro marginal π se torna nulo. A quantidade de cimento produzida é neste caso OM. O lucro é então:

$$\Pi = \int_0^M \pi(q) dq = \text{área OPM} \quad (3)$$

Onde Π é igual à área OPM que corresponde ao máximo benefício privado de (A).

A reta OL representa a perda marginal de (B), ou seja, a valoração marginal pela milho-cultura (B) da ‘deseconomia’ externa que ela suporta. Por hipótese, admite-se que os custos dos prejuízos gerados pela poluição são crescentes à medida que A aumenta a sua produção de cimento. Quando a produção de milho atingir o patamar OM, a perda total E suportada por (B) é igual a:

$$E = \int_0^M e(q).dq = \text{área ORM} \quad (4)$$

2.2.2. O Ganho ou Benefício Social G

O ganho social G para qualquer nível de produção por período x de cimento é:

$$G = \Pi - E = \int_0^X \pi(q) dq - \int_0^X e(q) dq \quad (5)$$

Este ganho social líquido é, na figura 2.3, igual à diferença entre as áreas OPM – ORM. O ganho social é máximo para a quantidade Q que anula a derivada de G, isto é:

$$(Q) = \pi(Q) - e(Q) = 0, \text{ ou seja: } \pi(Q) = e(Q) \quad (6)$$

A equação 6 significa que quando a quantidade de cimento produzida por (A) é tal que o lucro marginal de (A) é exatamente igual à perda marginal de (B), para essa quantidade, a diferença das áreas OPM – ORM é máxima, logo o ganho social líquido, também é máximo visto que é igual à área OPN. A perda sofrida por (B) para uma produção Q é então ONQ, que representa o nível ótimo da externalidade. Esta externalidade é “Pareto irrelevante”, no sentido em que não existe nenhuma necessidade de internalizar os custos nem nenhum incentivo a fazê-lo, já que Q é um *optimum*. Em contrapartida, os níveis de externalidades representados pela área QNRM são “Pareto relevantes”, na medida em que a sua supressão ocasiona um aumento do bem-estar social até o *optimum* Q. Além disso, verifica-se que no *optimum*, por um lado, o nível de ganho privado (área OPNQ) é maior que o nível de ganho social (área OPN), e, por outro lado, a diferença entre os dois representa o nível ótimo da externalidade. A internalização desta representa, portanto um meio de reencontra a igualdade dos dois ganhos: privado e social.

Pode-se evidentemente levantar as hipóteses de proporcionalidade da poluição emitida na produção ‘q’ qualquer que seja o nível de ‘q’. Tentar-se-á assim conforme a figura 2.4, uma reaproximação com a realidade, na qual existe uma capacidade natural de assimilação da poluição gerada por (A). Seja ‘A’ o nível desta capacidade Q_A e W_A respectivamente a produção e a quantidade de poluição correspondente a esta capacidade. Enquanto o nível de poluição emitido W for inferior a W_A , o meio ambiente natural pode degradar, sem problema, os poluentes emitidos, não havendo acumulação líquida de poluentes no meio. Se $W > W_A$, em contrapartida, a produção não é totalmente assimilada, há acumulação líquida no meio ambiente e pode supor-se que o próprio nível ‘A’ da capacidade de acumulação irá diminuir. Pode-se inserir esta hipótese no gráfico de Turvey, acrescentando-lhe um eixo representativo do nível de poluição W.

O gráfico não é fundamentalmente alterado, nem as hipóteses de equilíbrio dinâmico. A única diferença notável é que a poluição zero, ou seja, W_A , não corresponde mais a uma produção nula, mas sim a produção Q_A . Ela permanece não ótima, porém, já não corresponde a uma ausência absoluta de atividade produtiva.

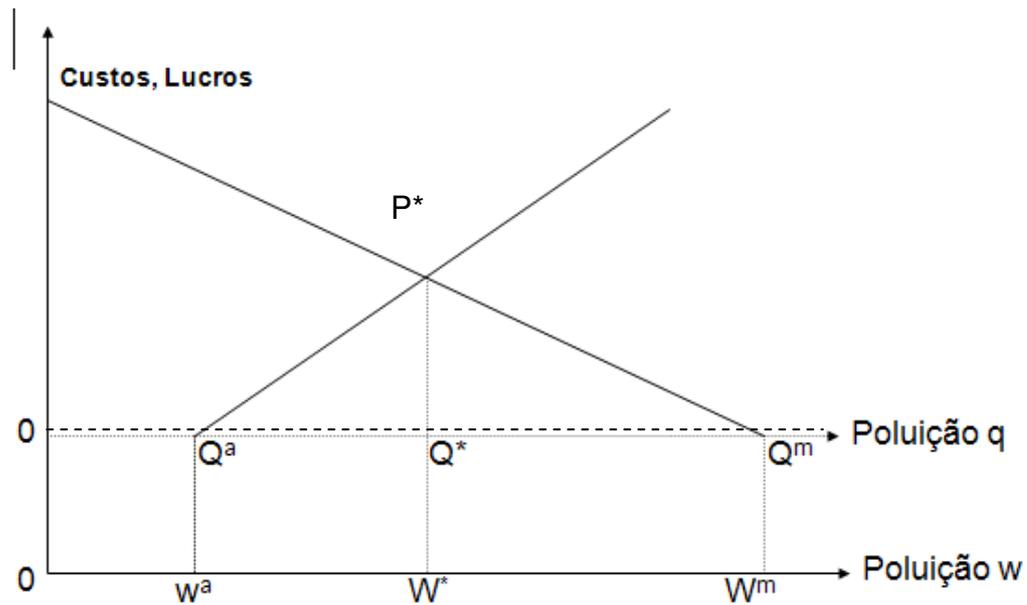


Figura 2.4. Gráfico de Turvey – Limiar de assimilação da poluição

A produção ótima é P^* , determinada, como anteriormente, pela interseção das duas retas de lucro marginal e de custo marginal. Do mesmo modo, o nível de poluição W^* é ótimo, correspondendo também a uma ultrapassagem da capacidade de assimilação do meio ($W^* > W_A$). O *optimum* de poluição não é, portanto um *optimum* ecológico, mas unicamente um *optimum* econômico.

2.3. O Conceito de Demanda em Saúde

Encontram-se no setor saúde diversas abordagens relativas ao papel representado pelo estado e pelo mercado em seu funcionamento. Nos Estados Unidos observa-se uma liberdade relativa de fixação de preços dos serviços de saúde, com predominância do seguro privado, privilegiando o assim chamado mecanismo pró-mercado. Na Europa, nota-se a existência de tabelas de preços regulamentados, além da influência exercida pelos sistemas de seguridade social, predominando na economia da saúde uma perspectiva de administração pública (ZUCCHI, 2000).

A pressão da demanda em saúde requer não só incrementos permanentes na oferta. A exigência social de maior cobertura conduz a uma atuação ampla do governo, criando e mantendo direta ou indiretamente serviços de saúde. No Brasil, como em muitos outros países, coexistem os dois setores: o público com atendimento universal e o privado mediante pagamento de mensalidades.

Ao pensar na alocação de recursos para o setor saúde, percebe-se que é uma atividade onde a determinação dos meios e a avaliação das conseqüências são complexas. Os médicos face ao tratamento de uma doença dispõem de vários tratamentos à sua disposição. Sua decisão é tomada a partir do que se tem disponível e nada garante que a mínima consideração da relação qualidade-preço seja determinante na decisão terapêutica final, ainda mais em uma atividade ligada à vida humana, onde as preocupações de ordem ética são contrapostas as possíveis análises econômicas consideradas de interesse público. Essas preocupações se desvanecem tendo em vista as considerações sobre custos, despesas, rendimentos, sempre presentes, tanto no nível individual quanto social. Por outro lado, os serviços de saúde devem estimular o aumento da produção e a eficiência, nunca esquecendo, porém do indivíduo e de seu bem-estar, seus objetivos últimos (MOATTIL, 2001).

Nessa tentativa de proporcionar uma assistência à saúde que não frustre a sociedade, os países em desenvolvimento atingem um rápido crescimento dos gastos em saúde. É normal que se procurem as causas que expliquem este aumento, entre elas o aumento da demanda por saúde assume um papel essencial. Os governos também influenciam a demanda por serviços de saúde quando por meio de suas políticas de educação e saneamento incentivam as pessoas a se precaver de certas moléstias endêmicas, que causam grandes prejuízos a sociedade.

Para Iunes (2002), a demanda por um bem ou serviço pode ser definida como a quantidade do bem ou serviço que os indivíduos desejam consumir em um determinado período de tempo, dadas as suas restrições orçamentárias (IUNES, 2002, p. 228). Dois pontos presentes nesta definição precisam ser destacados. O primeiro está diretamente relacionado à noção de desejo: o conceito de demanda está baseado em uma estrutura de preferências. Dadas às diversas opções de consumo existentes, cada pessoa define uma “lista“ de bens e serviços, segundo seus gostos e preferências, que trás a máxima satisfação. A esta noção de

satisfação os economistas denominaram ‘utilidade’.⁶ Assim, um dos pressupostos básicos da teoria do consumidor é a de as pessoas procurarem maximizar sua utilidade⁷. Assume-se também que os consumidores se comportam de maneira racional e cuidar da saúde é um comportamento racional.

O segundo ponto a ser destacado na definição de demanda refere-se à presença de uma restrição orçamentária. As pessoas possuem recursos limitados e procuram distribuí-los entre produtos, serviços, lazer, poupança, tratamento médico. Assim, a combinação de bens e serviços que se deseja consumir é determinada não apenas por estruturas de preferências, mas também pelo montante de recursos que possuímos.

Na área de saúde, certos procedimentos podem ser realizados em regime ambulatorial ou de internação hospitalar. Elevações nos preços de internações hospitalares estimulariam a demanda por serviços ambulatoriais.⁸ Por outro lado, se os bens forem complementares, uma elevação no preço de um reduzirá o consumo de outro ou vice-versa. Assim, uma elevação no custo da diária hospitalar, por exemplo, influenciaria negativamente na utilização de exames complementares.

Estudos realizados nos Estados Unidos procuraram estimar as elasticidades de demanda e renda (FELDMAN & DOWD, 1991; VAN DORSLAER, 1992). Estes resultados variam muito em função das diferentes metodologias utilizadas para as análises empíricas. De maneira geral, quando as estimativas se referem aos custos invés de consultas médicas ou internações hospitalares, as elasticidades de demanda e renda tendem a serem maiores. Isto porque o variável custo está relacionado com qualidade e a elasticidade estaria captando não apenas variações de quantidade, mas, principalmente, de qualidade.

Duas causas distintas, segundo esses autores são fatores relevantes na demanda por saúde. A primeira delas é o refinamento das técnicas de diagnósticos, onde o uso cada vez mais freqüente de exames radiológicos de alta definição, análises laboratoriais computadorizadas com diagnósticos dado de acordo com o perfil biológico do paciente são

⁶ O conceito de utilidade surge a partir dos trabalhos em teoria política de Jeremy Bentham, no século XX.

⁷ O nível de satisfação ou utilidade de uma pessoa não se dá apenas por fatores materiais. Variáveis psicológicas, culturais e pessoais também afetam o nível de utilidade.

⁸ Considerando-se não apenas que o “consumidor” esteja informado sobre as alternativas de tratamentos e seus preços, como também que estes últimos sejam relevantes. Estes problemas serão discutidos posteriormente, quando analisarmos de que maneira algumas das características especiais do setor saúde afetam a demanda por esses serviços.

fatores relacionados com o crescimento dos custos dos tratamentos de saúde. Além do mais, a adoção de tratamentos experimentais que utilizam técnicas caras e procedimentos ainda não difundidos onera os custos médicos hospitalares introduzindo um diferencial da qualidade.

As estimativas obtidas por Feldman & Dowd (1991), para a demanda por serviços hospitalares e consultas médicas indicam, de maneira geral, demandas inelásticas ao preço. As estimativas de elasticidade para internações hospitalares variam de $-0,003$ a $-0,5$; para as consultas médicas, as estimativas de Van Doorslaer et al. (1992), variam de $-0,1$ a $-0,2$. A estimativa da elasticidade-renda para gastos médicos é aproximadamente igual a 1. É interessante notar que o impacto da renda média parece ter diminuído com o passar do tempo, à medida que a importância dos seguros-saúde e os planos de atendimento médico em grupo, como co-responsáveis pelo pagamento das despesas médicas, cresceu.

Em todo o mundo, os sistemas que ofertam cuidados de saúde operam com algum nível de intervenção governamental. Alguns países intervêm um pouco mais, outros menos, mas em geral, constata-se que, a despeito de uma análise mais aprofundada sobre outros setores, a tese dos mercados competitivos não apresenta a melhor maneira de alcançar níveis adequados de eficiência e resultados satisfatórios no campo dos cuidados em saúde (ZUCCHI, 2001).

Em termos concretos, verifica-se que o mercado, operando livremente, não é capaz de propiciar um adequado nível de eficiência, equidade no acesso, resolutividade e satisfação dos diversos atores que ofertam e demandam bens e serviços de saúde. Isso ocorre em função de algumas peculiaridades desse setor que o diferenciam de outras áreas e impõem falhas ao perfeito funcionamento da economia de mercado, no tocante às transações realizadas. Alguns pressupostos teóricos, ainda que verdadeiros, acabam tendo sua efetiva aplicação limitada ou inviabilizada quando se refere à escolha entre as alternativas disponíveis, assim como o acesso e consumo de bens e serviços de saúde.

2.4. Os Fatores de Demanda em Saúde

O prêmio Nobel de *Economia* Kenneth Arrow publicou, em 1963, um artigo, *Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care*, que se tornaria um marco na literatura de economia da saúde. Neste trabalho, Arrow mostra que o setor saúde apresenta diversas particularidades que o diferenciam de outras áreas da economia.⁹ Arrow vai mais além ao afirmar que a busca de mecanismos para remover tais peculiaridades acabaram aumentando as distorções do setor de saúde em relação aos outros setores da economia. Essas distorções têm de mais importantes os seguintes aspectos:

- a) Do ponto de vista do indivíduo, a demanda por serviços de saúde é irregular e imprevisível. Isto é, a maioria de nós não sabe quando e com que frequência vai necessitar de atenção médica;¹⁰
- b) A demanda por atenção à saúde ocorre em uma circunstância anormal, a doença, o que pode comprometer a escolha racional do consumidor;¹¹
- c) Não apenas o consumo de serviços de saúde envolve algum risco para o paciente, como também o mercado não pode ser utilizado como um processo de aprendizagem. No caso de um atendimento médico anterior bem sucedido, não há garantia de que o próximo atendimento será um sucesso, mesmo que se mantenha a mesma equipe médica;
- d) O elo de confiança entre o paciente e o médico é baseado na crença de que o conselho do médico está supostamente dissociado de seu interesse próprio. A ética médica dita que a conduta terapêutica deve ser determinada apenas pelas necessidades do paciente, independentemente, portanto, de sua capacidade econômica;

⁹ Arrow deixa claro que sua discussão é centrada sobre os aspectos econômicos relativos à prestação de serviços de saúde, ou à economia da atenção à saúde, e não à economia da saúde no sentido de esta incorporar os determinantes das condições de saúde.

¹⁰ Nota-se que esta característica se refere à demanda individual. A demanda agregada é facilmente previsível a partir de informações populacionais e epidemiológicas.

- e) A ética médica condena também a propaganda e a competição aberta entre médicos. Estas restrições limitam o volume de informações, inclusive de preços, para que o consumidor possa tomar suas decisões;
- f) A entrada de profissionais no mercado é limitada por diversos requisitos como especializações, residências, por fortes restrições jurídicas impostas às práticas de atendimentos médicos por profissionais não médicos;
- g) O mercado de atenção médica é também caracterizado pela discriminação de preços, isto é, pela cobrança diferenciada de preço para um mesmo tipo de serviço e, portanto, para um mesmo custo. Observa-se também a aplicação de valores desvinculada de custos.

Assim, percebe-se que a relação entre médico e paciente se estrutura também sobre o reconhecimento, por ambas as partes, da existência de uma importante diferença de conhecimento, por parte do médico, sobre as condições de saúde do paciente.

2.5. A Concepção Econômica de Custos em Saúde

Para um economista, o conceito de custo possui um significado particular, às vezes bastante diferente daquele apresentado nos registros contábeis. A concepção econômica dos custos é em essência a visão de que os recursos são limitados ou escassos. Nesta concepção, todo processo de produção passa também a ser um processo de escolha, já que os recursos utilizados em um determinado processo produtivo não estarão disponíveis em outro processo, pelo menos no mesmo nível inicial do anterior (DEL NERO, 2002).

¹¹ Como foi explicada na seção anterior, a racionalidade do consumidor é um dos elementos básicos da teoria da demanda.

O conceito de custo de oportunidade ou custo social reflete essa escassez de recursos. Suponha que existam duas ações X e Y que podem ser adotadas com o mesmo volume de recursos. O custo de oportunidade de executar X é dado pelos retornos que o programa Y traria se executado em vez de X, isto é pela oportunidade perdida de não se adotar Y. Assim, o custo de oportunidade (ou social) de X será maior (menor) que o valor dos recursos consumidos para sua implantação se o retorno social do investimento em Y for maior (menor) do em X.

Neste sentido, o conceito de custo de oportunidade está na essência de escolhas de alternativas de políticas como as análises custo-benefício e custo-efetividade. Estas técnicas têm sido utilizadas com bastante frequência pelos próprios profissionais da saúde para avaliar novas tecnologias, procedimentos ou formas de intervenção. O conceito de custo de oportunidade deixa clara a importância de evitar os desperdícios e a má alocação de recursos. Um dado apresentado por McGreevey (1987) mostra como o conceito de custo de oportunidade pode ser utilizado para avaliação e a tomada de decisões de políticas de saúde pública:

Em 1984, o montante de recursos gastos pelo Inamps com o tratamento de 137 pessoas no exterior foi equivalente a 15% do total de recursos transferidos das secretarias estaduais de saúde do Norte e Nordeste. Isto é, os recursos destinados à cobertura de mais de 60 milhões de pessoas. Assim o custo de oportunidade para tratar estas 137 pessoas no exterior não é igual ao volume de recursos monetários desembolsados pelo Inamps, mas, *grosso modo*, é equivalente ao retorno social trazido pelo acesso de mais nove milhões de pessoas às ações de saúde desenvolvida pelas secretarias destas regiões (IUNES, 2003).

O que a economia ensina é que as escolhas são inevitáveis. A compreensão do conceito de custo de oportunidade mostra que se os dilemas e conflitos não forem enfrentados explicitamente, as decisões serão tomadas implicitamente, pela escassez de recursos. Mas escolhas deverão ser feitas.

2.6. Análise da Estrutura de Custos de um Sistema Produtivo

A análise da estrutura de custos de um sistema produtivo qualquer seja ele de transportes ou de serviços médicos, permite avaliar, seu nível de eficiência, além de ser possível compreender como o mercado daquele bem ou serviço tende a se organizar. Na área de saúde, particularmente em relação ao setor hospitalar, e para certos serviços especializados, apenas grandes hospitais atingiriam escala suficiente para se tornarem eficientes. Certos níveis de tratamentos de saúde mais complexos ou especializados, definidos como terciários ou quaternários estão restritos a hospitais que serve a toda uma região ou até mesmo a todo país, enquanto intervenções menos complexas (atenção secundária) estariam dispersas em serviços locais (DEL NERO 2003).

A evidência empírica, fundamentalmente norte-americana, parece indicar a inexistência de grandes economias de escala no setor hospitalar. No entanto, a validade de transpor estas conclusões para outras economias é bastante limitada, pois uma economia do tamanho da americana apresenta sérias distorções de escalas em relação à maioria dos países do mundo (VITALINO, 1987).

Saindo da discussão desenvolvida até aqui, voltada para os conceitos de custos relativos à produção de serviços de saúde, passa-se a apresentar de maneira bastante breve, algumas definições apresentadas por Iunes (2002), sobre os componentes econômicos que determinam os custos de doenças que auxiliarão no cálculo dos custos de doenças respiratórias para as famílias e para o sistema público de saúde.

O aparecimento de alguma enfermidade impõe custos à sociedade, ainda que o paciente e seus familiares não desembolsem um único centavo em virtude do mesmo se utilizar do sistema público de saúde que é pago indiretamente por todos por meio de impostos. Em todo processo produtivo implica a utilização de recursos e, portanto, incorre em custos. Assim, ainda que não ocorram gastos, há custos. Estes custos podem ser divididos em dois grandes grupos: custos diretos e custos indiretos. Os custos diretos são aqueles diretamente relacionados com a doença e os seus desdobramentos. Os encargos de tais custos podem incidir sobre o paciente, seus familiares, amigos, sobre o sistema público de saúde sobre

seguradoras, ou planos de assistências médicas ou sobre uma combinação de todos aqueles envolvidos no problema (DEL NERO, 2003).

Os custos diretos dividem-se, ainda em médicos e não médicos. Custos médicos são aqueles imediatamente relacionados à prevenção diagnóstica, tratamento e reabilitação. Incluem-se aí, portanto exames patológicos em geral, medicamentos, raios x, procedimentos médicos e/ou cirúrgicos, próteses (muletas, óculos, aparelhos auditivos, de ventilação pulmonar, etc.). Por sua vez entre os custos não médicos incluem-se os custos de transporte (do paciente e do acompanhante), alimentação – do paciente e do acompanhante (necessidade de alteração de dietas), de lavanderia, de deslocamento.

Os custos indiretos referem-se à perda de renda e/ou produtividade trazida como conseqüência das enfermidades. Uma doença pode implicar em perda temporária ou permanente, de produtividade. Enquanto a pessoa estiver impossibilitada de trabalhar por causa da doença, há uma óbvia perda de produção para a sociedade e de qualidade de vida para a família. Note-se que esta perda de produção não se restringe exclusivamente ao paciente; os custos relativos à pessoa ou às pessoas que o acompanham deixando algum tipo de atividade econômica, também sofrem custos de perda de rendimentos.

Em alguns casos o regresso às atividades habituais pode não acontecer nos níveis anteriores de produtividade, o que pode levar ao absenteísmo freqüente. Esta perda na produtividade pode gerar custos e perdas adicionais permanentes, como o não recebimento de uma promoção.

Determinados problemas de saúde trazem consigo também importantes custos intangíveis, que são aqueles de difícil mensuração (ou até mesmo impossíveis de serem estimados). Destacam-se entre eles, os custos psicológicos impostos pelo agravo à saúde do paciente, com influências sobre todos os membros de sua família, principalmente quando ocorrem doenças de caráter terminal com forte preconceito social, como, por exemplo, a AIDS.

3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A pesquisa ora realizada, visa medir os custos das famílias e do setor público de saúde no Distrito Federal, em virtude de doenças respiratórias, tomou como base a modelagem econômica de Costa (2002) realizado em Salvador, Bahia, no período de 2000 - 2001. Os dados utilizados pelos autores constam de um levantamento epidemiológico que buscava obter as prováveis causas que levaram alguns indivíduos a contrair tuberculose. Os pacientes recrutados em número de 136 eram casos recém diagnosticados em dois centros de saúde em Salvador que atendiam 15% dos casos de tuberculose do Estado (COSTA, 2002).

As informações referentes aos custos das famílias dos doentes foram coletadas por questionário padronizado, desenvolvido pela Assessoria Econômica Epidemiológica da Universidade Federal da Bahia. Os dados secundários para estimar os custos do sistema público de saúde foram coletados para o ano de 2000, nas administrações centrais da Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (SESAB) e da Secretaria Municipal de Saúde de Salvador (SMS). Para esta coleta foram selecionados seis centros de saúde dentre os 12 centros onde as atividades de controle da tuberculose e doenças respiratórias são realizadas. A seleção foi feita com base na disponibilidade das informações necessárias para o cálculo dos custos dos atendimentos médico-hospitalar da rede pública (COSTA, 2002).

No nosso caso em questão, o cerne da nossa observação é da Cidade Satélite do Gama, onde está situado o Hospital Regional do Gama, importante centro de tratamento de doenças respiratórias no DF (SES, 2004). A cidade satélite do Gama foi um dos primeiros núcleos habitacionais construídos no Distrito Federal, em 1960, para abrigar parte do contingente de mão de obra que veio participar da construção da Nova Capital do Brasil. O Gama possui uma área geográfica de 280 Km², abrigando uma população estimada em mais de 200 mil habitantes, com uma renda média mensal de 2,7 Salários Mínimos de acordo com os boletins informativos da CODEPLAN (2004).

O sistema médico-hospitalar público da cidade satélite do Gama é composto de um hospital regional com 480 leitos, sete Centros de Saúde e quatro postos de saúde, onde são atendidos em média mil e oitocentos pacientes por dia.

A pesquisa foi dividida em duas partes: a primeira parte foi direcionada no sentido de se conhecer os principais tipos de doenças respiratórias que afetam os pacientes atendidos pelo sistema público de saúde da cidade do Gama, utilizando um questionário semelhante ao aplicado por Costa (2002), adaptado aos padrões de dados locais. A segunda parte objetivava determinar dados econômicos sobre a família dos doentes e sobre o sistema público de saúde a fim de construir um modelo econômico com os dados disponibilizados na pesquisa.

Para a análise econômica dos custos familiares, foram utilizados os levantamentos de valores referentes aos gastos das famílias durante o período de recuperação do familiar doente. Para as famílias, os custos imediatos são aqueles que provocam impactos diretos sobre a renda familiar. Cada custo é representado por uma letra C com um índice referente ao fator de custo (alimentação, transporte, remédios, exames, perda de rendimento por afastamento do trabalho), que é multiplicado pelo número de vezes em que cada fator incide sobre os rendimentos das famílias durante o período de tratamento do paciente.

Para o setor público de saúde, a metodologia utilizada foi a do cálculo dos custos, conforme o nível de produção de atendimentos médicos, de enfermagem, técnico e administrativo do HRG. Para o levantamento dos custos médicos hospitalares, calcula-se a unidade de mensuração de custo para cada setor envolvido no tratamento das doenças respiratórias a partir do número de atendimentos de todas as áreas do hospital, multiplicando-se o resultado pelo custo de produção do segmento analisado. Esta metodologia foi desenvolvida por Nogueira & Mattos em 1989, nos hospitais públicos de Santa Catarina (NOGUEIRA & MATTOS, 1989).

A metodologia da ‘média aritmética’, utilizada na pesquisa tem como base o seguinte cálculo:

- 1) Por meio da Planilha Consolidada de Custos do HRG, determina-se o custo hospitalar por segmento de atividade: Médico, Administrativo, Técnico, Medicamentos, Manutenção, Segurança e Vigilância, Alimentação, Serviços gerais e Transporte;

- 2) Com base na Planilha Consolidada de custos do HRG, determina-se o acumulado do custo total, pelo somatório de todos os custos fixos apurados no período de um ano;
- 3) Mediante levantamentos estatísticos nos boletins de internação do hospital, mensura-se o total de atendimentos do hospital em um ano (N_t) como também, o total de atendimentos do setor de doenças respiratórias (n_r), no mesmo período. A relação entre (n_r) e (N_t), determinam a média aritmética (M_A) do número de atendimentos do HRG;
- 4) Em seguida multiplica-se os custos de cada setor (CS), pela média aritmética do número de atendimentos (M_A). Em alguns casos, como o que ocorreu com a central de exames, quando não é possível se determinar o custo de cada exame, calculou - se a porcentagem do número de exames solicitados pela área de doenças respiratórias, em relação ao número total de exames realizados no hospital e converte-se essa relação em uma porcentagem, denominada de unidade percentual (U_p).

A pesquisa para levantamento de doenças respiratórias foi realizada nos meses de janeiro a abril de 2004 no banco de dados do Hospital Regional do Gama onde ficam as informações sobre as doenças tratadas na rede pública do DF.

Também, nesse mesmo período, foram feitos estudos prospectivos visando o levantamento dos custos hospitalares do HRG, junto à central de contabilidade da Secretaria de Saúde (SES-DF) e na Companhia de Desenvolvimento Planalto Central (CODEPLAN), onde os dados ficam armazenados.

Entre os meses de maio e setembro, os de maior número de ocorrências de doenças respiratórias, do mesmo ano de 2004, realizou-se junto à Secretaria de Assistência Social do HRG, levantamento de dados sócio-econômico sobre pessoas internadas com doenças respiratórias, buscando obter informações que permitissem conhecer sobre os custos recorrentes das doenças respiratórias. Após a escolha de prontuários de pessoas com doenças

respiratórias, acompanhamos os pacientes até eles receberem, e estivemos na residência dos 50 escolhidos, com a finalidade de concluir os questionários. A pesquisa foi desenvolvida, conforme o cronograma abaixo:

Janeiro a abril de 2004:

- Pesquisa Epidemiológica no HRG e levantamento de Custos Hospitalares na CODEPLAN e na central de contas da Secretaria de Estado de Saúde do DF;

Maior a Setembro de 2004:

- levantamento de 232 prontuários de pessoas internadas com doenças respiratórias dos quais, foram escolhidos 50 para aplicação do questionário sócio-econômico.

Nesses questionários, buscamos informações relacionadas aos custos econômicos e financeiros do paciente e suas famílias, de modo a se conhecer qual o montante da perda de renda ocorrida dentre as famílias que tiveram pessoas internadas por algum tipo de doença respiratória. Antes da aplicação dos questionários, os mesmos foram apresentados às assistentes sociais do HRG, que indicaram a melhor maneira de aplicá-los. Após esta etapa, os questionários foram aplicados por dois universitários previamente treinados e pelas assistentes sociais.

Cada um dos entrevistadores se revezou num turno de quatro horas, no período entre às oito horas da manhã e às 18 horas, sempre acompanhados por uma das assistentes social, que supervisionava as entrevistas. Foram realizadas 50 entrevistas dentro de um total de 232 internações por doenças respiratórias ocorridas no período, sendo que os pacientes escolhidos foram aqueles que já haviam sido internados mais de uma vez, pois segundo meu entendimento facilitaria o levantamento das informações por se tratar de pessoas cujas famílias já possuíam melhor percepção sobre as perdas decorrentes da doença. No ano de 2004, ocorreram 1267 internações no HRG, sendo que 232 pacientes (18,3%) apresentaram como causa primária da internação enfermidade respiratória e compuseram a população analisada. A faixa etária variou de 13 anos a 93 anos sendo 151 homens (64,3%) e 83 mulheres (33,7%), com uma média de 14 dias de internação.

A principal causa para a admissão hospitalar no HRG foi a DPOC¹² – 54 pacientes (23,3%), seguida de pneumonia – 34 pacientes (14,7%) e asma brônquica – 32 (13,8,2%) pacientes, seguidos de 28 pacientes (12,1%), com derrame pleural inflamatório e 25 pacientes com Tuberculose, perfazendo (10,8%). As ocorrências das demais causas de internação, representando 25,4% do total, são apresentadas na Tabela 3.1. Dentro do universo de 1267 internações no período, houve uma incidência de 135 óbitos, o que corresponde a 11,25% do total anual. Da amostra de 232 pacientes com agravo respiratório ocorreram 29 óbitos, correspondem a 12,5% da amostra. Desse total de 29 óbitos, 18 pessoas possuíam histórico relacionado ao tabagismo. Os dados epidemiológicos estão resumidos na tabela 3.1, por faixa etária.

Tabela 3.1. Número de pacientes com doenças respiratórias por faixa etária no HRG, entre maio e setembro de 2004

Faixa Etária →	13-29	30-49	50-69	70-99	Total (%)
Doença	--	--	--	--	--
DPOC	2	7	17	28	54 (23,3)
Pneumonia	8	3	11	12	34 (14,7)
Asma	4	8	10	10	32(13,8)
D.P.I.¹³	1	14	6	7	28(12,1)
Tuberculose	1	6	8	8	25(10,8)
Sinusite	1	6	6	4	17(7,32)
D.P.N.¹⁴		3	6	5	14(6,03)
C.B.¹⁵		7	3	1	11(4,74)
Bronquiectasia		2	3	5	10(4, 31)
Embolia		2	2	1	5(2,15)
A.A.¹⁶				2	2(0,86)
Total	17	58	74	83	232(100)

Fonte: Secretaria de Estado de Saúde do DF – Banco de Dados sobre doenças: HRAN-2004.

¹² DPOC: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

¹³ DPI: Derrame Pleural Inflamatório.

¹⁴ DPN: Derrame Pleural Neoplásico.

¹⁵ C.B.: Carcinoma Brônquico

¹⁶ A.A.: Abscesso de aspiração

3.1. Custos das Famílias no Tratamento de Doenças Respiratórias

As questões apresentadas no questionário para o levantamento de custos das famílias abordam os seguintes tópicos:

- 1) Custos com transportes: refere-se a todo gasto que o paciente e/ou acompanhante teve com transporte para ir até o centro de saúde para realizar consultas, exames e/ou pegar medicamentos, durante o período de tratamento;
- 2) Outros custos com deslocamento aos serviços de saúde – estes gastos referem-se aos gastos com alimentação (lanches), gastos com acompanhantes etc.;
- 3) Custos extras com alimentação associados com o tratamento da doença referem-se aos gastos extras com alimentação que o paciente teve no reforço alimentar doméstico após a alta do paciente;
- 4) Custos com medicamentos – referem-se aos gastos com medicamentos outros que não aqueles fornecidos pelo Programa Nacional de Medicamentos (PNM) adquiridos pelo paciente ou familiar por indicação médica ou não - porém associado aos tratamentos das doenças respiratórias;
- 5) Custos com exames complementares – são gastos com exames realizados com custo direto para o paciente ou sua família, mesmo que por opção do próprio paciente ou seu familiar;
- 6) Outros custos – referem-se aos gastos com reformas no domicílio, ou a compra de algum utensílio necessário ao tratamento domiciliar do paciente;
- 7) Custos de apoio terapêutico – referem-se aos gastos com profissionais de saúde em domicílio - fisioterapeuta ou enfermeiros;

- 8) Perda de renda – diz respeito à perda de renda (ainda que temporária) do paciente por dia de trabalho perdido durante o tratamento;
- 9) Perda de renda do acompanhante – refere-se à perda de renda do acompanhante ou qualquer pessoa da família que tenha estado diretamente envolvida, durante o período em que o paciente esteve afastado de suas atividades produtivas;
- 10) Perdas financeiras por atraso – referem-se às perdas financeiras decorrentes do pagamento em atraso de algum serviço (água, luz, telefone etc.) ou prestação de carnês os financiamentos.

Cada dado de custo familiar foi expresso por uma equação que mede o custo contábil, como se cada família fosse um centro de custos. Consideram-se apenas os custos diretos, ou seja, os custos incorridos em cuidados de saúde para o tratamento da doença. O custo parcial de cada componente corresponde ao somatório dos custos realizados por cada uma das j-ésimas famílias participantes da pesquisa. De forma esquemática:

$$CT = \sum n_j \cdot (C_i) \quad (7)$$

CT = Custo Total apurado após o somatório de todos os n_j custos ($n_j = 50$ - questionários), aplicados sobre os 'i' custos componentes, com 'i' variando de 1 a 10. Assim, os custos componentes são:

$$C_1 = \text{Custos com transportes} = \sum n_j \cdot C_{tr} \quad (8)$$

C_{tr} = Custo total com transportes para as famílias;

n_j = número de vezes em que o paciente e/ou familiar utilizou transporte para ir ao hospital ou suprir alguma necessidade do paciente; j varia de 1 a 50;

$$C_2 = \text{Outros custos alimentação/deslocamentos} = \sum n_j \cdot C_{outcust} \quad (9)$$

C_{outcust} = custos com deslocamentos e lanches dos acompanhantes;

n_j número de vezes em que houve gastos com alimentação e /ou deslocamentos com acompanhantes do paciente;

$$C_3 = \text{Custos com reforço de alimentação} = \sum n_j \cdot C_{\text{alim}} \quad (10)$$

C_{alim} = custos totais com reforço de alimentação do paciente;

n_j = número de vezes em que ocorreu gastos extras com alimentação do paciente;

$$C_4 = \text{Custo total com medicamentos} = \sum n_j \cdot C_{\text{medicam}} \quad (11)$$

C_{medicam} = Custo dos medicamentos comprados pela família ou pelo paciente, por conta própria ou por prescrição médica;

n_j = número de vezes que o paciente ou seus familiares compraram medicamentos;

$$C_5 = \text{Custo total com exames} = \sum n_j \cdot C_{\text{exam}} \quad (12)$$

C_{exam} = Custo total com exames realizados pelo paciente, ainda que por conta própria;

n_j = número de exames realizados pelo paciente a pedido médico ou por conta própria;

$$C_6 = \text{Custo com modificações utensílios do paciente-lar} = \sum n_j \cdot C_{\text{utilar}} \quad (13)$$

C_{utilar} = Custo total dos utensílios ou equipamentos comprados pelo paciente ou seus familiares para dar continuidade ao tratamento a domicílio;

n_j = número de vezes que o paciente ou seu familiar adquiriu utensílios ou fez reforma no domicílio para continuação do tratamento;

$$C_7 = \text{Custos totais com profissionais de apoio terapêutico} = \Sigma n_j \cdot C_{\text{apoter}} \quad (14)$$

C_{apoter} = Custo total de profissionais de apoio terapêutico (fisioterapeuta, enfermeiro, etc.);

n_j = número de vezes em que cada paciente recebeu tratamento terapêutico em casa;

$$C_8 = \text{Custo total devido a perda de renda temporária} = \Sigma (RM_p \cdot ND_{nt}) \quad (15)$$

RM_p = renda mensal do paciente dividida por trinta dias;

ND_{nt} = número de dias afastados do trabalho;

$$C_9 = \text{Custo total devido à perda de renda do acompanhante ainda que temporária} = \Sigma (R_{\text{macomp}} \cdot ND_{nt}) \quad (16)$$

R_{macomp} = renda mensal do acompanhante dividida por 30 dias;

ND_{nt} = número de dias em que o acompanhante este ausente do trabalho devido ao acompanhamento do paciente;

$$C_{10} = \text{Custo total com atrasos nos pagamentos de carnês e prestações} = \Sigma n_j \cdot C_{\text{atraso}} \quad (17)$$

C_{atraso} = Custos referentes a pagamentos de carnês, financiamentos e serviços (água, luz, telefone, etc.) pagos com atraso em virtude de despesas com tratamento do paciente

n_j = número de pacientes ou famílias que pagaram contas com atraso.

3.2. Custos do Setor Público: Custos Hospitalares Provocados por Doenças Respiratórias

Para a apuração dos custos do setor público, utilizam-se os seguintes indicadores de custos e suas fórmulas:

$$C_{\text{interndoeresp}} = \sum n_i (C_{\text{pmed}} + C_{\text{papoio tec}} + C_{\text{admi}} + C_{\text{exam}} + C_{\text{reméd}}) \quad (18)$$

$C_{\text{interndoe resp}}$ = ao custo hospitalar total para o tratamento de doenças-respiratórias, no ano de 2003

$\sum n_i$ = é a quantidade total de internações no ano de 2003, no HRG devido as doenças respiratórias;

C_{pmed} = soma dos custos das consultas realizadas pelos profissionais médicos envolvidos no atendimento dos doentes respiratórios durante um ano.

$C_{\text{papoio tec}}$ = soma dos custos do pessoal de apoio técnico: enfermeiros, técnicos de laboratório de patologia e Raios X, durante um ano. O valor unitário será igual ao total de salários pagos divididos pelo número de atendimentos no mesmo período;

C_{admi} = custo total dos profissionais administrativos do Hospital durante um ano. O valor será igual ao total de salários pagos divididos pelo numero total de atendimentos em um ano;

C_{dei} = custo total de todas as despesas correntes da unidade hospitalar, no ano de 2003, despesas como água, luz, telefone, gás de cozinha, oxigênio, manutenção elétrica, hidráulica e mecânica e segurança.

C_{exam} = custo total dos exames realizados no hospital durante o período médio de internação dos pacientes; este custo inclui apenas o custo do material descartável e os reagentes químicos utilizados nos exames, que a mão-de-obra destes setores já se encontra incluídos nos Custos de apoios técnicos;

$C_{\text{remédios}}$ = custo dos medicamentos utilizados no tratamento durante o tempo médio de internação no HRG.

Os dados do setor saúde referem-se aos custos internos do Hospital Regional do Gama, que foram obtidos mediante contato com a chefia do Setor de Custos e Orçamentos (SCO-HRG) e também por intermédio do Departamento de Controle de Custos da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (DECON-DF). O Setor de Custos e Orçamentos do Hospital compila as planilhas referentes aos custos mensais por área de atendimento do hospital. Esses valores são enviados ao departamento de Controle de Custos de Saúde onde eles são digitados e transferidos para os sistemas de controles internos da SES-DF. Os relatórios de Custos Mensais são repassados trimestralmente ao secretário de Saúde que após análise e discussão dos mesmos envia cópia *online* para o DATAPREV, onde são distribuídos aos órgãos de gerenciamento do SUS, no Ministério da Saúde. O Departamento de Controle de Custos da SES-DF disponibilizou a planilha consolidada da central de custos do HRG, do período 2002/2003, que ainda não haviam sido processadas pela CODEPLAN, sendo assim os valores apresentados foram corrigidos em 13,99%, conforme o índice de correção da inflação para o período 2003/2004, fornecidos pela Fundação Getúlio Vargas no *site* < www.fgv.org.br >.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Custos das Famílias

Os dados obtidos, a partir da leitura dos questionários sócio-econômicos respondidos pelos doentes de doenças respiratórias o por algum de seus familiares remete a Tabela 4.1, onde todos os itens da pesquisa foram situados após a consolidação dos dados da amostra. Ela representa os custos totais das famílias incorridos durante o período de tratamento de cada doente. Nela busca-se verificar os fatores responsáveis pelas maiores perdas. Em primeiro lugar está o item Custo da perda de renda do paciente que representou quase 30% do total dos custos de cada família, para um período médio de afastamento de 15 dias das atividades laborais do paciente. Em segundo lugar ficou o item Custo de modificações e utensílios que se referem aos gastos em modificações de infra-estrutura na residência do paciente além da aquisição de algum utensílio ou aparelho que permita a continuidade do tratamento do paciente em casa. Esses dois itens juntos representaram 60% de um total de R\$ 21.504,23.

Dividindo-se o Custo Total da amostra (a) pelo Tamanho da amostra (b), obtém um Custo médio (c) R\$ 91,90 que multiplicados pelos 1.267 pacientes tratados no ano de 2004 no HRG (d) atinge-se um Custo Total Anual para as famílias (e) de R\$ 116.435,30. Quando se calcula o produto do Custo Médio da amostra (c) pelo número total de internações no DF, obtém um Custo Total das famílias do DF (f) de R\$ 1.051.611,7.

Tabela 4.1. Custos Totais das Famílias

Item	Paciente internado HRG (R\$)	(%)
Custos com transportes	237,60	1,10
Custos desloc./ alimentação	96,60	0,46
Custo reforço alimentação	96,00	0,45
Custo com medicamentos	126,20	0,59
Custo com exames	2.983,00	13,9
Custo modificações e utens.	6.161,00	28,6
Custo apoio terapêutico	1.100,00	5,10
Custo perda renda paciente	6.398,23	29,8
Custo perda renda acompanhante.	3.660,60	17,0
Custos pagamentos em atraso	645,00	3,00
Custo total da amostra (a) R\$	21.504,23	100,00

Para obter os valores constantes da Tabela 4.1 parte-se das tabelas apresentadas abaixo que classificam os custos por intervalos de classe e possibilitaram obter o valor dos custos específicos com suas respectivas frequências relativas.

A Tabela 4.2 apresenta o custo com transportes dos cinquenta pacientes que tiveram seus gastos com transportes durante o tratamento no HRG, levantados por meio do questionário sócio-econômico que se encontra no Apêndice A.

Na Tabela 4.2, pode-se observar que 38 (76%) pacientes tiveram um custo de transporte de R\$ 152,00 seguidos de 7 pacientes (14%) cujo custo de transporte foi de R\$ 35,00, 3 (6%), tiveram despesa de transporte de R\$ 18,00. Um paciente declarou ter gasto R\$ 8,00 e outro R\$ 24,70. Esses dois últimos perfazem (4%), do total de 50 pacientes entrevistados. O que todos eles gastaram juntos com transportes, equivale a 25,14 % do salário médio da amostra.

Tabela 4.2. Custos com Transportes

Custos (R\$) x Pacientes	Total R (\$)	%
4,00 x 38	152,00	76
5,00 x 7	35,00	14
6,00 x 3	18,00	6
8,00 x1	8,00	2
24,60 x 1	24,60	2
237,60 → 50	237,60	100

A Tabela 4.3 informa os intervalos de classe em que foram analisados os custos com alimentação, incorridos por aqueles que davam suporte aos doentes durante o período de internação. Constatou-se que 46 (96%) que responderam aos questionários obtiveram um gasto com alimentação de até R\$ 1,00 diários, e os 4% restantes gastaram um montante de R\$ 50,60. No total os custos com alimentação dos acompanhantes de R\$ 96,60 são proporcionais a 10,22 % do salário médio da amostra.

Tabela 4.3. Custos com alimentação dos acompanhantes

Custos (R\$) x Pacientes	Total (R\$)	%
1,00 x 46	46,00	96
18,60 x1	18,60	1
21,00 x1	21,00	1
3,40 x1	3,40	1
7,60 x1	7,60	1
96,60 → 50	96,60	100

A Tabela 4.4 mostra que 40 pacientes (80%) informaram algum tipo de despesa extra com reforço de alimentação, esse percentual referem-se aqueles que incorreram em gastos de até R\$ 1,00, 5 pacientes tiveram custo de até R\$ 3,00, 2 gastaram até R\$ 4,00 outros dois declararam gastar até R\$ 5,00 e um teve um gasto de R\$ 23,00.

Tabela 4.4. Custos com reforço de alimentação do paciente

Custos (R\$) x Pacientes	Total (R\$)	%
1,00 x 40	40,00	80
3,00 x 5	15,00	10
4,00 x 2	8,00	4
5,00 x 2	10,00	4
23,00 x 1	23,00	2
R\$ 96,00 → 50	96,00	100

Os custos com medicamentos de acordo com os dados da Tabela 4.5, chegaram a um total de R\$ 311,30, sendo que 30 pacientes, que correspondem a 60% dos questionários gastaram até R\$ 255,00 com algum tipo de medicamento. Esse total é baixo pelo fato de a maioria dos medicamentos que devem ser tomados, são disponibilizados pelo SUS, sem custos para as famílias. Os 20 pacientes restantes (40%) gastaram R\$ 56,30.

Tabela 4.5. Custos com medicamentos

Custos (R\$) x Pacientes	Total R(\$)	%
8,50 x 30	255,00	60
6,50 x 10	16,50	4
3,80 x 8	30,40	4
6,40 x 1	6,40	2
3,00 x 1	3,00	2
R\$ 311,30 → 50	311,30	100

Quando se fala de custos com outros exames refere-se àqueles que são realizados pelos doentes com recursos próprios. Esses exames foram feitos em geral antes do processo de internação, conforme relatado pelos entrevistados. O desconforto com algum sintoma como falta de ar, tosse, febre e secreção levaram alguns a consultas de emergência no posto de saúde e solicitado pelos médicos, exames para comprovação de diagnóstico.

Na rede pública, esses exames só são feitos em caráter de urgência se o paciente estiver internado, a maioria prefere não esperar o prazo determinado pelo hospital, que chegam até seis meses de espera e então, realizam os exames na rede particular. Para 44 (88%) dos pacientes entrevistados os custos com exames chegaram a R\$ 1.320,00, três (6%) gastaram até R\$ 150,00, 2% gastaram R\$ 183,00, outros 2% gastaram até R\$ 840,00 e o restante R\$ 490,00 totalizando R\$ 2.983,00 equivalentes a 8,3 Salários médios da amostra.

Tabela 4.6. Custos com outros exames

Custos (R\$) x Pacientes	Total (R\$)	%
30,00 x 44	1320,00	88
50,00 x 3	150,00	6
183,00 x 1	183,00	2
840,00 x 1	840,00	2
490,00 x 1	490,00	2
R\$ 2.983,00 → 50	R\$ 2.983,00	100

Os custos incorridos com modificações na infra-estrutura das residências dos pacientes ocorreram em virtude da construção de banheiros no interior das residências, quartos ou paredes que possam separar o doente de outra pessoa ou até de um parente fumante ou ainda a colocação de janelas, pisos, colchões, barras de apoio no interior dentro dos banheiros.

Tabela 4.7. Custos com modificações, utensílios e equipamentos

Custos (R\$) x Pacientes	Total R(\$)	%
100,00 x 46	4.600,00	92
200,00 x 1	200,00	2
300,00 x 1	300,00	2
400,00 x 1	400,00	2
661,00 x 1	661,00	2
R\$ 6.161,00 → 50	6.161,00	100

A Tabela 4.8, referente aos custos com outros tratamentos, trata-se dos gastos realizados pelos convalescentes que necessitavam de apoio pós-internação referentes a profissionais fisioterapeutas, enfermeiros ou algum outro tipo de terapeuta. Do total de 50 entrevistados, apenas quatro (8%), tiveram indicação médica para uso de fisioterapia específica para tratamento de recuperação da capacidade respiratória. Quatro por cento dos pacientes teve necessidade de acompanhamento de auxiliar de enfermagem por se tratar de pessoa idosa com dificuldade de locomoção. O custo total dos auxiliares técnicos foi de R\$ 1.100,00.

Tabela 4.8. Custos com tratamentos auxiliares

Custos (R\$) x Pacientes	Total (R\$)	%
189,00 x 1	189,00	2
109,00 x 2	218,00	4
188,00 x 2	376,00	4
317,00 x 1	317,00	2
0,00	0	0
R\$ 1.100,00 → 6	1.100,00	12

Na Tabela 4.9, obteve-se o total de receita que os trabalhadores doentes e suas famílias tiveram por motivo da doença que os afastou de suas atividades normais. O Valor da renda diária média obtida foi de R\$ 34,13 e o número de dias não trabalhados, foi de 205 para toda a amostra pesquisada. Sendo assim, o montante da perda de renda equivale ao produto da renda média diária das famílias pelo número de dias não trabalhados perfazendo R\$ 6.998,23 ou aproximadamente a 20 SM.

Tabela 4.9. Perda de renda dos afetados por doenças respiratórias

Renda diária média = R(\$)/30	Total dias não trabalhados	Perda de Renda (\$) = R_{dm}·D_{nt}
R _{dm} = R\$ 34,13	D _{nt} = R\$ 205	Perda de Renda = R\$ 6.998,23

Quanto à categoria de trabalho dos acompanhantes, 22 (44%) estavam desempregados, 15 (30%) eram autônomos, oito (16%) aposentados ou pensionistas e o restante, (10%), eram funcionários públicos ou trabalhavam em empresas privadas. O custo total da perda de renda dos acompanhantes obtido pelo produto da Renda Diária Média (RDM), dos acompanhantes, pelo número de dias não trabalhados (D), foi de R\$ 3.660,60 ou 10,46 SM. Na amostra pesquisada composta de 132 pessoas com algum tipo de doença respiratória 92% dos acompanhantes tinham algum vínculo familiar com o doente.

Tabela 4.10. Custo por perda de renda do acompanhante

Renda diária média = R(\$)/30	Total de dias não trabalhados	Perda de renda = $R_{dm} \cdot D_{nt}$
$R_{dm} = R\$ 30,76$	$D_{nt} = 119$	Perda de renda = R\$ 3.660,60

A Tabela 4.11 demonstra que o Custo Total das contas que foram pagas em atraso foi de R\$ 645,00 que correspondem às contas de apenas oito dos entrevistados que admitiram haver pagado suas contas ou financiamentos com até 64 dias de atraso com um custo médio de juros de mora de R\$ 10,01.

Tabela 4.11. Custos devidos a pagamentos de contas em atraso

Número de dias em atraso	Custo médio / dia de atraso	Custo Total por atraso
64	R\$ 10,01	R\$ 645,00

4.2. Custos Sociais

A Tabela 4.11 identifica as Centrais de Custos Hospitalares do Hospital Regional do Gama, que representaram uma despesa total de R\$ 6.214.024,63 para um volume de 1.236 atendimentos e internações o que determina um custo médio unitário (1Uh) de R\$ 5.027,53. Dentre os Centros de Custos pesquisados, em primeiro lugar está os Custos Médicos que informa o montante pago com salários e benefícios trabalhistas dos profissionais da área médica, odontologia, psicologia, assistentes sociais, física médica e fisioterapia com um custo anual total de R\$ 2.636.317,80 e 42,4 % de participação nas despesas, seguido das Despesas Correntes que são aquelas que envolvem custeio da infra-estrutura hospitalar, ou seja: água, luz, telefone, transporte, informática, alimentação, conservação, limpeza e segurança totalizando R\$ 1.926.815,91 ou 31% do total. Em terceiro lugar as despesas com remédios e outros itens como fios de sutura, esparadrapo, gazes, algodão, mercúrio, chapas de raios x e produtos de higiene, num total de R\$ 412.812,12 ou (6,64%). Os Custos de Apoio Técnico que envolve os técnicos administrativos, em gessos, enfermagem, radiologia, análises clínicas e fisioterapia perfazem R\$ 701.895,84 (6,30 %) e estão em quarto lugar dentre os custos mais relevantes apurados. Por último, aponta-se que os custos com exames que totalizaram R\$ 144.761, 42 (2,36%).

Os custos obtidos são calculados pelo produto entre o Custo médio unitário (1Uh = R\$ 5.027,53) para as doenças respiratórias e o total de internações ocorridas no DF, 11.443 que resulta em um total despesa/ano de R\$ 57.530.003,11. Este valor se comparado com o orçamento da saúde para o ano de 2005, foi de R\$ 1.228.000.000,00 sendo R\$ 946.000.000,00 de repasses do SUS e RS 282.000.000,00 de recursos oriundos de impostos estaduais, tais como, o IPVA, representa um total de 4,64 %.

A Tabela 4.12, representa cada central de custo do HRG, com suas despesas detalhadas inclusive com os totais dos benefícios trabalhistas e pagamentos de terceiros.

Tabela 4.12. Despesas e Custos Consolidados: Hospital Regional do Gama/2005

Discriminação das despesas	Valores em R\$(*)
Proventos (médicos)	39.579.632,11
Enfermeiros e técnicos	10.537.719,88
Auxiliares Enfermeiros e Administrativos	5.876.499,51
INSS	912.986,70
OUTROS	
Médicos residentes	962.330,35
PASEP	985.169,49
Material de Consumo	8.509.671,47
Materiais para usos em hospitais	6.197.641,05
Material para consumo e exames	2.173.595,10
Combustíveis e lubrificantes	104.296,55
SERVIÇOS DE TERCEIROS	
Alimentação preparada	5.709.109,50
Vigilância e segurança	2.226.652,75
Limpeza e higienização	3.964.786,69
Telefone, fax e Internet	142.018,25
Água e esgoto	1.004.523,72
Energia elétrica	285.238,09
Reparação e conservação de imóveis	756.323,59
Serviços diversos de conservação	27.458,17
BENEFÍCIOS A SERVIDORES	
Vale transporte	606.078,76
Auxílio creche	670.359,53
Outros benefícios	19.607,07
Suprimentos de fundos	177.201,54
TOTAL	91.428.899,87

Fonte: Divisão de Contabilidade de Custos – SES-DF/2005

Nota (*): Valores corrigidos pelo IPC da FGV, em 13,66% em relação a dezembro de 2003.

Os dados constantes da Tabela 5.13 foram obtidos junto ao Departamento de Contabilidade da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (SES – DF) e junto a Companhia de Processamento de Dados do Governo do Distrito Federal (CODEPLAN). Calculou-se o valor da Unidade ponderada para as doenças respiratórias e obteve-se o valor

de 1U_h = 6.125 ÷ 91.956 = 0,0666. Este coeficiente foi utilizado no cálculo dos custos de cada setor do HRG, conforme as equações detalhadas a seguir:

$$C_{\text{pmed}} = \text{R\$ } 39.579.632,11 \times 0,0666 = \text{R\$ } 2.636.317,80$$

Para se obter o custo do setor de apoio técnico, é necessário realizar o cálculo da média ponderada. O custo total informado na planilha de custos hospitalares do HRG, para o pessoal de apoio técnico é em termos de salários igual a R\$ 10.537.719,88, conforme dados da planilha consolidado do HRG para um total de 91.956 consultas realizadas em 2004 com 6.125 referentes ao setor de doenças respiratórias. Assim:

$$C_{\text{apoiotec}} = \text{R\$ } 10.537.719,88 \times 0,0666 = \text{R\$ } 701.895,84$$

Para se obter o custo referente ao pessoal administrativo, é necessário utilizar a mesma técnica, calculando-se a média aritmética do setor administrativo, cujo montante de salários em 2004 foi de 5.876.499,51, com um total de atendimentos ano de 91.956 consultas, sendo que 6.125 foram do setor de doenças respiratórias e pulmonares. Assim:

$$C_{\text{adm}} = \text{R\$ } 5.876.499,51 \times 0,0666 = \text{R\$ } 391.421,54;$$

Para se obter o custo total de todas as despesas correntes da unidade hospitalar do HRG, é necessário se multiplicar o montante de custos anuais das despesas correntes de água, luz, telefone, gás, manutenção, alimentação, vigilância e segurança será calculado utilizando-se a taxa percentual de atendimentos que é equivalente ao número de atendimentos do setor, dividido pelo total anual de atendimentos do HRG. O setor de doenças respiratórias realizou um total de 6125 atendimentos para um montante de 91.956, esse quociente corresponde a 6,66% do total de gastos do HRG. Assim, o custo total das despesas correntes é:

$$C_{\text{dci}} = \text{R\$ } 28.927.719,83 \times 0,0666 = \text{R\$ } 1.926.815,91$$

Para se calcular o total dos custos com exames do setor de doenças respiratórias vai usar a mesma taxa percentual que foi utilizada no cálculo anterior para o setor de despesas correntes: 6,66% = 0,0666. Assim, o custo total de exames do setor de doenças respiratórias será:

$$C_{\text{exam}} = \text{R\$ } 2.173.595,00 \times 0,0666 = \text{R\$ } 144.761,42$$

Para se obter o total dos custos com medicamentos utilizados em pacientes que passaram pelo hospital em 2004, utilizam-se os mesmos os percentuais referentes aos atendimentos do setor de doenças respiratórias: 6,66% = 0,666 e este percentual será multiplicado pela despesa total com exames realizadas no HRG, durante um ano:

$$C_{\text{remed}} = 6.197.641,05 \times 0,0666 = \text{R\$ } 412.812,12$$

Após calcular todas as componentes dos custos do setor de saúde pública do HRG, referentes a doenças respiratórias podem calcular os custos totais para o ano de 2004, fazendo o somatório algébrico de todos os custos parciais, logo:

$$CT = \text{R\$ } 2.636.317,80 + \text{R\$ } 701.895,84 + \text{R\$ } 391.421,54 + \text{R\$ } 1.926.815,91 + \text{R\$ } 144.761,42 + \text{R\$ } 412.812,12 = \text{R\$ } 6.214.024,63$$

Os custos das doenças respiratórias para o setor público foram estimados para o Hospital Regional do Gama em um total de R\$ 6.214.024,63, sendo que esse hospital responde com 11% de todas as internações do sistema de saúde pública do Distrito Federal. Se tomar o custo médio unitário do HRG, estimado por essa dissertação em R\$ 5.027,53, pode-se fazer a estimativa dos custos de tratamentos hospitalares de toda a rede pública no ano de 2004, pelo produto do número de internações que foi de 11.443 conforme dados estatísticos divulgados pela Secretaria de Saúde, obtém-se um total de R\$ 57.530.025,79

A Tabela 4.13 mostra a consolidação dos custos relacionados a doenças respiratórias para o setor público e para as famílias.

Tabela 4.13. Custos Sociais com doenças respiratórias no DF - 2005

Itens	Custo Total (R\$)	Custo Total (U\$)	%
Setor público	57.530.025,79	20.356.480,00	98,2
Famílias	1.051.611,70	372.120,20	1,8
Total	58.581.636,79	20.728.600,20	100,0

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos trabalhos utilizados como fonte de referência e subsídio para a realização do trabalho, é possível perceber que historicamente cientistas econômicos tentaram medir e calcular a perda produtiva de uma vida em virtude de doenças ou morte, que esses cientistas possuíam uma visão ainda muito limitada da importância do meio ambiente como riqueza de uma nação. Assim, aproveitando toda essa fundamentação, pode-se aferir sobre a questão da poluição do ar, a partir da ótica dos países pobres, dos países em desenvolvimento e também dos países ricos, que:

I. Para os países pobres a principal fonte de poluição do ar é a utilização de métodos ultrapassados de queima de biomassa para gerar calor tanto para as residências quanto para a produção de alimentos;

II. Para os países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil ocorre efeitos danosos ao meio ambiente e agravos à saúde das populações, tanto por causa da poluição gerada pela queima de biomassa, como acontece por ocasião da colheita da cana-de-açúcar, quanto da queima de combustíveis originados do petróleo;

III. No tocante aos países ricos, sabe-se que as principais fontes de produção de poluição atmosférica são as emissões industriais, que funcionam em um ritmo frenético buscando satisfazer as necessidades de consumo de suas populações. Também se podem citar as emissões de poluentes originadas da queima de combustíveis fósseis por automóveis e aviões, por aqueles, principalmente, que lotam as ruas de suas cidades, emitindo diariamente um volume imenso de fumaça e substâncias contrárias à saúde das populações e à biodiversidade do planeta como um todo, causando desequilíbrios ecológicos e climáticos.

Não há mais dúvidas de que a poluição do ar é uma das principais causas de doenças respiratórias em todas as partes do mundo. Doenças que afetam crianças, pessoas em idade produtiva e idosa. No Brasil ainda se faz necessário o aprimoramento dos métodos de monitoramento das fontes de poluição do ar. Igualmente pode-se afirmar que os estudos epidemiológicos ainda não são suficientes, nem em quantidade nem em utilização de novas

tecnologias capazes de traçar um painel mais detalhado dos efeitos deletérios da poluição do ar sobre a saúde dos brasileiros.

É necessário se estabelecer metodologias de mensuração econômica sobre as perdas de renda e qualidade de vida, devidos a doenças, as quais possam ser usadas tanto pelos economistas quanto pela área médica.

É indispensável que haja um maior entendimento entre os economistas e os profissionais da área de saúde, para que juntos possam debater aspectos comuns às duas ciências e produzir modelos teóricos de grande previsibilidade e controle sobre os custos econômicos que se reflete sobre a economia de um país. E mais, que guardem estreita relação com a degradação ambiental. É preciso ainda que os modelos econômicos ajudem o desenvolvimento de ferramentas analíticas capazes de incluir os danos ambientais, tanto no nível de custo pessoal quanto no das instituições públicas dentro das contas de resultados de um país.

Importa referir que os custos econômicos provocados por doenças respiratórias recaem tanto sobre as famílias dos doentes quanto sobre o sistema público de saúde, haja vista o volume de despesas utilizado para o tratamento de doenças respiratórias, responsáveis pelo maior impacto sobre as despesas hospitalares, uma vez que as classes sociais de menor nível de renda buscam seu tratamento preferencialmente na rede pública, cujas receitas procedem dos impostos pagos pelos cidadãos, valendo destacar, ainda, que o sistema público atende igualmente à saúde de pessoas que nunca contribuíram para a previdência social.

Quanto ao sistema de saúde particular em Brasília, importa salientar que uma parcela significativa da população utiliza o seguro saúde, e dessa forma contribui para desonerar as contas do setor público.

Recomendações

Os diversos estudos apresentados neste trabalho permitem traçar algumas linhas que nos parecem úteis, do ponto de vista da Gestão Econômica do Meio Ambiente. Acredita-se que a política pública de proteção dos bens públicos, como o ar, a água e a biodiversidade, podem ser implantadas a partir da conscientização da opinião pública, que deverá cobrar dos governantes essas iniciativas:

I. Os governos, em todos os níveis, precisam olhar para a questão ambiental de forma mais realista e buscar políticas que possam minimizar os efeitos da poluição do ar, principalmente em cidades com grande número de automóveis e/ou indústrias, visando à melhoria da qualidade de vida daqueles que vivem e trabalham nelas;

II. Para tanto, é necessária a implantação de redes de equipamentos para monitoramento do ar em todas as cidades com mais de quinhentos mil habitantes;

III. A implantação de um sistema de revisão anual obrigatória para todos os tipos de veículos pode ser uma das formas de minimizar os impactos ambientais provocados pelas emissões de poluentes de veículos em mal estado de conservação e fora dos padrões recomendados pelo CONAMA;

IV. Melhorar a qualidade dos sistemas de transportes públicos de massa, como o sistema do metrô de superfície, para diminuir o número de carros que circulam diariamente nas grandes cidades;

V. Incentivar a utilização de bicicletas como meio de transportes e construir ciclovias de longo alcance e seguras;

VI. Aplicar impostos de propriedade sobre veículos automotores, com alíquotas maiores para os veículos mais velhos, incentivando a renovação da frota de veículos a cada cinco anos;

VII. Manter um sistema de vigilância permanente sobre os veículos pesados e em mau estado de conservação que circulam no DF, aplicando em seus proprietários multas de valores altos, de modo a coibir o tráfego desses transportes que só contribuem para que se verifiquem os altos índices de poluição do ar em nossa Capital;

VIII. Implementar convênios com universidades e instituições de pesquisas para que façam o monitoramento por satélite das áreas sujeitas a grandes focos de incêndio nos períodos mais secos do ano;

IX. Criar dentro das unidades de saúde grupos de trabalho compostos por médicos e economistas, para que possam manter bancos de dados atualizados sobre o custo das doenças respiratórias, inclusive. Esses grupos de trabalho deveriam realizar também campanhas junto às escolas públicas e privadas sobre os riscos do tabagismo para a saúde das pessoas;

X. Instalar medidores de Índices de Qualidade do Ar em locais visíveis e apropriados, como existe hoje em relação aos mostradores digitais de rua que informam sobre hora e temperatura;

XI. Os campos de Futebol ou qualquer outra praça de esportes precisam de técnicos e equipamentos monitorando a qualidade do ar, alertando aos organizadores ou administradores públicos quando os índices se tornarem inadequados para a prática desportiva ou de lazer.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Boletim Anual**, 2002.

ALLRED, E. N. et al. *Short-term effects of carbon monoxide exposure on the exercise performance of subjects with coronary artery disease. New England Journal of Medicine*, nº 345, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Anuário Estatístico de Saúde do Brasil**, 2001.

ARCHER, V. E. *Air pollution and fatal lung disease in three Utah counties. Archives of Environmental Health*, nº 45, vol. 325, 1990.

ARBEX M. A **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação de cana sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara- SP, São Paulo**. Tese (doutorado). Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2002.

ARROW, K. *Uncertainty and the welfare economics of medical care. The American economic Review*, vol.53, nº 5, Dec.1963.

ARONOW, W. S. et al. *Effect of carbon monoxide exposure on intermittent claudication. Circulation*, nº 49, 1974.

AVOL, E. L. et al. *Short-term respiratory effects of photochemical oxidant exposure in exercise children. Journal of the Air Pollution Control Association*. nº 37, 1987.

BASTOS, E. **Desenvolvimento urbano na década de 90. In: Para a década de 90: prioridades e perspectivas de políticas públicas. População, emprego, desenvolvimento urbano e regional**, vol. 3. Brasília:IPEA/IPLAN, , 1990.

BATES, D. V. & SITZO, R. *Relationship between air pollutant levels and hospital admissions in Southern Ontario. Canadian Journal of Public Health*, nº 74, 1983.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. **BOLETIM DENATRAN**. Vol. 2, Brasília, 2005.

BOLETIM GEIPOT/ANFÁVEA/PICRT, 1998.

BOTEKIN D., KELLER, E., *Environmental Science: Earth is living planet*. New York: John Wiley et Sons, 2002.

BEHERA D., JINDAY S. K., MALHOTE H., S., *Ventilatory function in nonsmoking rural indian women using different cooking fuels*. *Respiratory*, 1994.

BRAUER M., HISHAM – HASHIM J. *Indonesia Forest Chrisis and Reaction*. *Environ. Sci. Technology*, 1998.

CASTILLEJOS, M. et al, *Effects of ambient ozone on respiratory function and symtpons in school children in México City*. *American Review of Respiratory Health*, nº145, 1992.

CETESB/ANTP. **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo – 2000**. São Paulo, maio,1999 e maio 2001.

CONAMA. Companhia Nacional de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. **Normas Sobre Qualidade do AR**. Ministério do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Brasília, 2004.

COSTA, C. et al; **Financiamento de serviços de saúde: modalidades de pagamento retrospectivas prospectivas e o sistema de preços**. Encontro sobre financiamento de serviços de saúde. Lisboa: ENSP, 1989.

COTRIM, G.V. **História Global e Geral**. 6.ed. São Paulo. Saraiva, 2006.

CROPPER, M. L., OATES, W. E. *Environmental Economics: A Survey*. *Journal of Economic Literature*. nº 30, 1992.

DAWUD Y., *Smoke Episode and Assessment of Health Impacts related to Haze from Forest Fires: Indonesian Experience*. In: *Health Guidelines for Negatively Fire events*. Lima, Peru. 1998. Geneva, WHO, 1999.

DOMJI, K. S.;RICHTERS, A. *Reduction of T lymphocyte subpopulations following acute exposure to 4 ppm nitrogen dioxide*. *Environmental Research*, nº 49, 1989.

DATASUS-SAI, **Estatísticas**, 1995-1999.

DEL NERO, C. R. **Economia da Saúde**: conceitos e contribuição para a gestão da saúde. 3.ed. Brasília: IPEA, 1995.

DOCKERY, K. N. et al. *Change in pulmonary functions in children associated with air pollution episodes. Annual Review of Public Health*. Vol. 15, may., 1994.

DUBLIN, L. I. & LOTKA, A. J. *The money value of a man. Revised edition*. Ronald Press Co, New York, 1996.

ELLEGARD A, **Tears while cooking**: on indicator of indoor air pollution and related health effects in developing countries. *Environ. Sci. Technology*, 1998.

EPA - Environmental Protection Agency. *Air quality criteria for of nitrogen*, september 1982a.

_____. *Air quality criteria for particulate matter and sulfur oxides*. december, 1982b.

EZZATI M., KAMME., D.M. *Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory infections in Kenya*. *Lancet*, 2001.

FABER, M.; MANSTETTEN, R.; PROOPS, J. *On the conceptual foundations of ecological economics: a teleological approach. Ecological Economics*, vol. 12, nº 1, jan, 1995.

FEIN, R. *The doctor shortage: an economic diagnosis. The Brookings Institution*, Washington D. C., 1967.

FIELD, B. C. **Economia Ambiental**. 2.ed. Colombia: McGRAW – Hill Interamericana, 1997.

FOLINSBEE, L. J. et. al. *Effects on single and repeated prolonged low-level ozone exposure in man. Presented at the society for Occupational and Environmental Health of air pollution: impact of clean air legislation*. March, Cristal City, VA. 1991.

FOLINSBEE, L. J. *Human health effects on exposure to airborne acid environmental. Health Perspectives*, nº 79, 1989.

FRANCO A R., **Aspectos epidemiológicos da queima de canaviais na região de Ribeirão Preto**. Centro de Estudos Brasileiros, Ribeirão Preto, 31.3.1992.

GARSHICH, E. et. al. *A case control study of lung cancer and diesel exhaust exposure in railroad workers*. **American Review of Respiratory Disease**, nº 135, 1987.

GODINHO, R. et. al., **Poluição do Ar no Brasil: panorama atual**. In: LEITE, J. L. (org.) Problemas: chave do Meio Ambiente; Salvador: Instituto de Geociências da UFBA: Espaço Cultural EXPOGEO, 1994.

HORWITZ, A. *Relaciones entre salud y desarrollo económico*. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, nº 47, 1959.

HACKNEY, J. D. et. al. *Acid fog: effects on respiratory function and symptoms in healthy asthmatic valunteers*. **Environmental Health Perspective**, nº 79, 1989.

HACKNEY, J. D. et. al. Adaptation to short-term respiratory effects of ozone in men exposed repeatedly. **Journal of Applied Physiology**, nº 281, vol. 5. 2001.

HANLEY, N. and SPASH, C. L. **Cost – Benefit Analysis and Environment**. Edward Elgar Publishing Limited, England, 1993.

HEALTH EFFECTS INSTITUTE - HEI. **Air pollution, the automobile and public health**. Health Effects Institute. National Academic press. Washington D. C., 1988.

HOLLAND M.E., CRUTZEN D.J. **A queima de biomassa nos trópicos: Impactos sobre a Química da Atmosfera e sobre os ciclos Bioquímicos**. Science, 1990.

IBGE. **Anuário Estatístico 2003/2004**. Disponível em: < www.ibge.gov.br > Acesso em: dez, 2003.

INTERNATIONAL AGENCY FOR CANCER RESEARCH - IARC. **Monographs on the evaluation on carcinogenic risk of chemicals of humans. Diesel and gasoline engine exhaust and some nitroarenes**. vol. 46. IARC, Lyon, France, 1989.

IPSEN, J. *Epidemiology and planning*. **International Journal of Health Services**, N.Y, 1971.

JACOBS, P. *The economics of health and medical care*. Baltimore: University Park Press, 1980.

KUNJI, O. *Basics facts – determining downwind exposures and their associates health effects in practice: a case study in the 1997 forest fires in Indonesia*. Geneva, 1999.

LACAUX J. P., LOEMBA – NDEMBI, J., LEFEIVERE B. *Biogenic emissions and biomass burning influences on the chemistry of the fogwater and stratiform precipitations in the African equatorial Forest*. *Atmospheric Environment*, nº 26, 1992.

LIPPMANN, M. *Effects of ozone on respiratory function and structure*. *Annual Review of Public Health*, nº 10, 1989a.

_____. *Health Effects of ozone. A critical review*. *Journal of the Air Pollution Control Association*, nº 39, 1989b.

LOGAN, W. P. D. *Mortality from fog in London*, January, *BMJ*; nº 1, 1956.

MAHAFFEY, K. R. *Environmental lead toxicity. Nutrition as a component of intervention*. *Environmental Health Perspectives*, nº 89, 1990.

MANTAS, A, REIS, V., COSTA, C., Financiamento hospitalar com incentivo à eficiência: intenções e resultados no caso português. European Conference, In: *Health Economics, proc.* Barcelona, 1989.

MASTER K. M., *Air pollution in New Guinea. Cause of chronic pulmonary disease among stone-age natives in the high lands* . *JAMA*, 2001.

MENEZES A M., VICTOR C. G., RIGATTO M. **Prevalência e fatores de riscos para a bronquite crônica em Pelotas, RS**. Brasil, 1994.

Mc GREEVEY, W.P. *Los Altos Costos de la Atencion em salud in Brasil*. *Boletim de la Oficina Sanitária Panamericana*, vol. 103, nº6, 1987.

MIMS F.M. *Health effect of tropical smoke*. *Nature*. nº 390, 2003.

MINISTRY OF HEALTH. *Health, mortality and morbidity during the London fog on december 1952*. London **Ministry of Health, Reports on Public Health and Medical Subjects**. nº 95, 1954.

MOTA, J. A. **Enfoques sistêmico e termodinâmico dos recursos naturais**. CDS/UNB. março, 2004.

MOTTA, R. S. & MENDES, F. A. P. **Custos de saúde associadas à poluição do ar no Brasil**. Texto para discussão nº 332. Rio de Janeiro: IPEA, 1994.

MORROW, P. W. *Toxicological data on Nox: an overview*. **Journal os Toxicology and Environmental Health**, nº 13, 1984.

MUELLER, C. K. **Manual de Economia do Meio Ambiente**. A economia ambiental neoclássica – parte III (versão revista, março de 2001). Núcleo de estudos e pesquisas em agronomia e meio ambiente (NEPAMA-UNB), 2001.

MYRDAL, G. *Economic theory and Under Developed Regions*. Gerald Duckworth, London, 1972.

MUSHKIN, S. J. *Health as an investment*. **Journal of Political Economy**, nº 70, 1962.

NEAS, L. M. et. al. Association of indoor nitrogen dioxide with respiratory symptoms and pulmonary function in children. **American Journal of Epidemiology**, nº 134, 1991.

NOGUEIRA, J. M. e MEDEIROS, M. A. A. Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, vol.16, nº 3, set/dez. 1999.

OSTRO, B. D. *A search for a threshold in the relation of air pollution to mortality: a reanalysis of data on London mortality*. **Environmental Health Perspectives**, nº 58, 1984.

_____. *Estimating the risk of smoking, air pollution and passive smoke in acute respiratory conditions*. **Risk analysis**, nº 9, 1989.

_____. *The health effects of air pollution: a methodology with applications to Jakarta*. The World Bank, 1992.

OSTRO, B. D. et. al. *Transferring air pollution health effects across European borders: Issues of measurement and efficiency*. Presented International Conference on Environmental Cooperation and Policy in the Single European Market; Venice, Italy, april 17-20, 1990.

_____. *Asthmatics responses to airborne acid aerosols*. *American Journal of Public Health*, n° 12,1991.

PADMAVATI S., PATHAK ., S. N., *Cronic cor pulmonale in Delhi*. *Circulation* , 1994.

PANDEY M. R. *Prevalence of chronic bronchitis in a rural community of the Hill Region of Nepal*. *Thorax*; n° 39, 1994.

PERLMAN, M. *Some economic aspects of public health programs in underdeveloped areas*. In: AXELROD, S. J. *The economics of health care. Proceodings of the first conference on the economics of health services*. The University of Michigan, Ann Arboor, 1972.

PINDYCK, R. S. & RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1999.

POPE, C. A. *Respiratory disease associated with community air pollution and steel mill, Utah Valley*. *American Journal of Public Health*, n° 79, 1989.

POPE, C. A. et. al. *Respiratory health and PM₁₀ pollution: a daily time series analyses*. *American Review of Respiratory Disease*, n° 52, 1990.

QUERESHI K., *Domestic Smoke pollution and prevalence of chronic bronchitis asthma in a rural area of Kashmir Indian*. *Science*, n° 36, 1994.

RAIZENNE, M. et. al. *Acute lung function response to ambient acid aerosol exposure in children*. *Environmental Health Perspectives*, n° 79, 1989.

READ, R. C. *Internal combustion and health*. *British. Medical Journal*, n° 300, 1990.

REINHARDT T., OTTMAR R., *Smoke exposure among firefighters: A Review and discussion of current literature*. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Station, 1997.

SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DO DISTRITO FEDERAL – SES-DF. **Relatório Anual da Secretaria Estadual de Saúde do Distrito Federal (SES-DF) 2003.**

REVISTA ECONOMIA E ENERGIA. NET, nº 36-37, out/dez 2001.

RICE, D. P. *Estimating the cost of illness. Public Health Service, publication* nº 947-6, U. S. Government Printing Office, Washington D. C., 1966.

SAMET, J. M. & UTELL, M. J. *The risk of nitrogen dioxide: What have learned from epidemiological and clinical studies?* **Toxicology and Industrial Health**, nº 26, 1990.

SALDIVA, P. H. N., KING, M., DELMONTE, V. L. C., MACCHIONE, M., PARADA, M. C, DALIBERTO, M.L, SAKAR RT. S., CRIADO, P.M.P, SILVEIRA P., L. .P., ZIN WA; BÖHM GM. *Respiratory alternations due urban air pollution: on experimental study in rods Environmental Study in rods. Environmental Research;* nº 57, 1992.

SANTOS, J. **Escalas de Equivalência: Estudos de Economia**, vol.1, 1984.

SEATON S., MACNEE W., DONALDSON K., GODENN D. *Particulate air pollution and accute health effects. Lancet*, nº 345, 1995.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL (SEMARH-DH). **Relatório anual de diagnóstico da Qualidade do Ar no DF-2003.**

SCHWARTZ, J. & DOCKERY, D. W. *Particulate pollution and daily mortality in Starbenville Ohio. American Journal of Epidemiology*, nº 138, 1992.

SHI, M.M., GODLESKI, J., J., PAULAUSKIS J. D. *Regulation of macrophage inflammatory protein by oxidative stress. J. Biol. Chem.:* nº 271, 1996.

SPEIZER, F. E. et.al. *Respiratory disease rates and pulmonary function in children associated with NO₂ exposure. American Review of Respiratory Disease*, nº 121, 1980.

SPEKTOR, D. M. et. al. *Effects of ambient ozone on respiratory function in active normal children. American Review of Respiratory Disease*, nº 137, 1988.

STERN, B. et. al. *Heart disease mortality among bridge and tunnel officers exposed to carbon monoxide. American Journal of Epidemiology*, nº 128, 1988.

STROUP, N. et. al. *Brain cancer and other causes of death in anatomists. American Journal of Epidemiology*, nº 120, vol. 500, 1984.

TAN C. W., QIU D., LIAN B. L., *Response to acute air pollution caused by forest fires. American Journal of Respiratory Critic care, Med.;* nº 161, 2002.

TAYLOR, Carl E., Hall, Marie F., *Health, population and economic development. Science*, Washington, D.C., vol.157, nº 3789, 1967.

THURSTON, G. D. et. al. *Reexamination of London, England mortality in relation to exposure to acid aerosols during 1963-1972 winters. Environmental Health Perspectives*, nº 79, 1989.

TURN S. Q., JENKINS B. M., CHOW, J., C.,PRITCHETT, L., C., CAMPBEL, D., CAHILL T., WHALEN, S. . *Elemental characteristzation of particulate matter emitted from biomass burning wind tunnel. Journal of geophysical Research*. nº 102, 1999.

VAN DIEREN, W. (Org). *Taking nature into account: toward a sustainable national income. A Report to the Club of Rome*. New York: Springer – Verlag, 1995.

VAN DOORSLAER., E., WAGSTAFF, RUTTEN, F. E., *Equity in the finance and delivery of health care: na international perspective*. Oxford: OXFORD UNIVERSITY PRESS , 1992.

VITALINO, D. F. Sobre as estimativas da função custo de um hospital. *Journal of Health Economics*, vol.6, nº 4, 1998.

WHITEMORE, A. & KORN, E. L. *Asthma and air pollution in the Los Angeles area. American Journal of Public Health*, nº 70, 1980.

WILES, R. A. *A critical guide to health service resource allocation in London*. London: the Greater London Council, 1984.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Oxides of Nitrogen Geneva, WHO, Environmental Health Criteria* nº 4, 1977.

_____. *Photochemical Oxidants*. Geneva, **WHO**, *Environmental Health Criteria*, n° 7, 1978.

_____. *Carbon Monoxide*. Geneva, **WHO**, *Environmental Health Criterie* n° 13, 1980.

_____. *Nitrogen Dioxide*. In: *Air Quality Guidelines for Europe*. Copenhagen, **WHO – Regional Office for Europe**, **WHO Regional Publications, European séries** n° 23, 1987a.

_____. *Sulfur dioxide and particulate matter*. In: *Air Quality Guidelines for Europe*. Copenhagen, **WHO Regional office for Europe**, **WHO regional Publications, European séries** n° 23, 1987b.

_____. *Carbon monoxide*. In: *Air Quality Guidelines for Europe*. Copenhagen, **WHO – Regional Office for Europe**. **WHO Regional Publications, European séries** n° 23, 1987c.

WHO. *Information about vegetation fires*: FACT Sheet, no. 254, 2003.

YIN, S. N. et. al. *A retrospective cohort study of leukemia and other cancers in benzene workers*. *Environmental Health Perspectives*, n° 82, 1989.

ANEXO

ANEXO A

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
NÚCLEO DE PESQUISAS EM AGRONOMIA E MEIO AMBIENTE
PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO ECONÔMICA DO MEIO AMBIENTE
MESTRANDO: ÁPIO DE ARAÚJO CONTE
TELEFONE PARA CONTATO: 8146-5065
NÚMERO DE CONTROLE DO QUESTIONÁRIO:.....
DATA DE APLICAÇÃO:/...../.....

Prezado cidadão,

Este questionário tem por objetivo complementar uma pesquisa relacionada aos gastos das famílias e do sistema público de saúde, referentes ao tratamento de doenças respiratórias no Distrito Federal. A sua colaboração ou de seu familiar em responder às perguntas inerentes aos custos do seu tratamento serão de grande valia para mim, pois das informações que me forem prestadas prometo que não farei qualquer divulgação pública, uma vez que as mesmas se destinam unicamente a embasar um trabalho acadêmico com o qual pretendo receber o título de Mestre pela Universidade de Brasília.

QUESTIONÁRIO

1. Qual o motivo da sua internação? (Cite o nome da doença)
2. Qual a sua idade?
3. Qual a sua situação conjugal?
4. Você é fumante? Há quantos anos?
5. Quantos dias você ficou internado?
6. Quantas pessoas o acompanharam (parentes ou amigos) durante o seu período de internação?
7. Qual foi o gasto diário com transporte de seu(s) acompanhante(s)?
8. Houve gasto com alimentação de seu acompanhante? Em caso positivo, quanto?
9. Você realizou algum exame extra por conta própria? Se afirmativo qual o custo do exame?
10. Quando do seu retorno ao domicílio, houve algum gasto adicional com alimentação, por
11. Recomendação médica?

12. Em caso positivo, qual o custo diário dessa alimentação?
13. Qual a sua profissão?
14. Qual a sua renda mensal?
15. Você é a principal fonte de sustento da sua casa?
16. Você teve alguma perda de rendimento durante o tempo em que esteve afastado do trabalho? Em caso positivo, em quanto importou essa perda?
17. O seu acompanhante trabalha? Qual a renda mensal dele?

Muito obrigado pela sua colaboração.