

## CUSTO DAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS ASSOCIADAS À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DO RIO GRANDE – RS

Rodrigo Nobre Fernandez<sup>1</sup>  
Patrícia Raggi Abdallah<sup>2</sup>  
Gabrielito Menezes<sup>3</sup>

**Resumo:** Os recursos naturais ganharam uma nova visão na teoria econômica ao estudar-se um mercado específico sua negociação. Estes recursos eram utilizados sem discriminação, já que são considerados Bens Públicos. A teoria neoclássica traz métodos para a valoração e a internalização de custos destes efeitos adversos decorrentes do uso indevido dos recursos naturais. No entanto, mensurar efeitos causados por agentes poluidores ainda não é uma tarefa fácil. Políticas públicas para o controle da poluição estão sendo desenvolvidas e muitas delas ainda não são totalmente eficazes, principalmente pela resistência por parte de alguns produtores em internalizarem os custos ambientais. Algumas empresas já perceberam que a mentalidade ambiental mudou perante a sociedade global e passaram a valer desta nova visão para realizar novas estratégias de marketing. Diante desta contextualização e considerando o fato da poluição atmosférica ser comprovada como causadora de doenças respiratórias, buscou-se calcular o quanto a sociedade da cidade do Rio Grande paga indiretamente pela poluição atmosférica. Para tanto, utilizou-se a metodologia do valor presente da produção futura e a mensuração custos das doenças respiratórias. Logo, são fornecidas alternativas, bem como políticas públicas que permitam regular ou reduzir os efeitos indiretos sofridos pelos habitantes locais.

**Palavras Chave:** Meio Ambiente; Poluição; Economia da Saúde

**Abstract:** Natural resources have gained a perspective when it comes to studying their specific markets. These resources were used without discrimination, since they are considered public property. The neoclassic theory brings methods to evaluate and internalize costs of the adverse effects which arise from the incorrect use of these resources. Nevertheless, to measure the effects caused by pollutant agents is not an easy task. Apart from these studies, specific policies for pollution control are being developed and many of these are not yet totally efficient, mainly due to resistance from some producers in adding environmental costs. Some companies have already seen that the idea about environment has changed in the eyes of global community and nowadays they use this concern as a good marketing strategy. Based on this contextualization and considering the fact that atmospheric pollution has been proved as a cause of respiratory diseases, the present study tried to calculate how much the local community pays indirectly for the air pollution. In the study process, the methodology of present value of future production and the measure of respiratory diseases costs were used. As a conclusion this research gives alternatives and suggests policies that allow regulation and reduction of this indirect effect on this town.

**Key Words:** Environment, Pollution, Health Economics

---

<sup>1</sup> Mestrando em Economia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados (PPGOM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). E-mail: rodrigo@vetorial.net

<sup>2</sup> Professora do Instituto de Ciências Econômicas Administrativas e Contábeis (ICEAC) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), leciona nos cursos de graduação em ciências econômicas e oceanologia, no nível de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Gestão Costeira Integrada (PPGC) da mesma entidade e também Ecologia Pesqueira (Mestrado e Doutorado UFPA). E-mail: patrizia@furg.br

<sup>3</sup> Mestrando em Economia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados (PPGOM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Bolsista CAPES. E-mail: gabrielitorm@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

A convivência dos seres humanos com a poluição atmosférica é o fator primordial na relação entre o aumento dos índices de doenças respiratórias. As principais fontes poluidoras causadoras deste efeito negativo são os veículos automotores e as indústrias, constatadas globalmente como as principais agentes causadores destas doenças. Logo, o incremento dos níveis de poluição tornou-se preocupação mundial de forma que muitos países buscam alternativas para reduzir ou amenizar a emissão de poluentes.

Conforme relata Duchiate (1992), os efeitos das condições meteorológicas são fundamentais em relação à interpretação dos dados da poluição atmosférica. Estas condições podem afetar a duração à exposição e também impedir a sua expansão. O autor reitera que não há um consenso sobre quais poluentes são de fato prejudiciais à saúde. Estes necessitariam ser medidos e acompanhados.

Uma abordagem similar foi desenvolvida na cidade de Curitiba, no estado do Paraná por Bakonyi *et al* (2001), onde utilizou uma distribuição de Poisson, tendo como variável dependente o número diário de atendimentos por doenças respiratórias e como variáveis independentes, as concentrações médias diárias dos poluentes atmosféricos. A análise foi ajustada para sazonalidade de longa duração (número de dias transcorridos), sazonalidade de curta duração (dias da semana), temperatura mínima e umidade média. Os autores constataram que um determinado aumento no nível de fumaça provoca um crescimento de consultas por doenças respiratórias de crianças. Estes resultados corroboraram que mortalidade infantil é atingida pelo nível dos poluentes que estão muito aquém do que determina a legislação brasileira.

A poluição do ar também é abordada por Seroa da Motta *et al* (1998), em artigo relacionado à mensuração dos custos associados à poluição do ar, especialmente, aquela promovida por materiais particulados inaláveis. Os pesquisadores mostram que estes materiais afetam diretamente a saúde humana, provocando desde doenças como tosse, bronquites e crises de asma, até casos mais graves como internações por problemas respiratórios e cardiovasculares que podem inclusive levar à morte das pessoas. Também, são destacados os métodos considerados propícios para a estimação dos custos de saúde, estes são os da Produtividade Marginal no qual pode-se estimar a produção sacrificada e o método dos custos evitados ou gastos defensivos.

Para Ferreira, Curado e Andrade (1999), torna-se necessária uma intervenção estatal para o controle dos custos indiretos gerados pela poluição atmosférica, sofridos pelos agentes econômicos, sendo então necessário internalizá-los. Este tipo de política deve variar de acordo com o recurso ambiental em questão, dependendo de fatores como viabilidade, eficácia, custo, motivação e adaptabilidade entre outros. No entanto, coloca-se que mesmo com a intervenção estatal é difícil atingir o que economicamente é considerado um ótimo social.

As políticas governamentais ambientais, num âmbito geral, são divididas em: comando de controle (CC) e instrumentos econômicos (IEs). Os instrumentos de CC são, resumidamente, aqueles que se apoiam na fiscalização direta e sanção para o não cumprimento das normas e padrões estabelecidos. Dentre os mais usuais destacam-se os estudos do impacto ambiental, licenciamentos, zoneamentos e controles diretos. Já os IEs tem-se taxaço, licenças comercializáveis, depósitos reembolsáveis,

De acordo com Jesus (2007), o tributo ambiental é baseado na cobrança dos poluidores ou degradadores de um valor equivalente aos custos sociais de suas externalidades. Esse valor deve representar o “preço a ser pago” pelo agente poluidor pelo uso do bem ou do serviço ambiental. A cobrança, pela utilização destes bens promove incentivos à eficiência no uso dos mesmos.

Do ponto de vista de Saldiva, Pereira e Braga (2001) o aprimoramento de técnicas estatísticas, principalmente a análise de séries temporais é um método considerado de suma importância quando se realiza um estudo ecológico. A avaliação da mortalidade associada ao nível de poluentes no ar comprova a confiabilidade de determinado estudo. Estes autores relatam que a mortalidade pode ser considerada um marcador de efeitos para saúde. Além disso, a morbidade é um parâmetro o qual deve ser cuidadosamente analisado, pois nestes casos geralmente há um quadro de alterações clínicas. Estas alterações são documentadas como os sintomas respiratórios e cardiovasculares, crises, número de consultas em pronto socorro etc.

Em um estudo realizado por Martins *et al* (2002) foram obtidos dados de atendimentos diários por gripe e pneumonia para idosos no pronto socorro médico de um hospital escola na cidade de São Paulo. Também, foram analisados dados dos níveis diários de alguns poluentes, bem como Monóxido de Carbono, Ozônio, Óxido de Nitrogênios e Material Particulado. Foram considerados, dados relacionados à temperatura e umidade relativa do ar, coletados do Instituto Astronômico da Universidade de São Paulo (USP). Utilizando-se um modelo aditivo generalizado de regressão de Poisson, percebeu-se que alguns poluentes como Ozônio e

Dióxido de enxofre, ou gás sulfúrico, estão diretamente associados à pneumonia e à gripe independentemente das variáveis de controle. No entanto, numa análise conjunta, estes perdem sua significância estatística. Portanto, não se pode determinar qual dos poluentes afeta diretamente a saúde dos pacientes, embora os resultados demonstraram que a poluição atmosférica influi adversamente na saúde de pessoas idosas.

Assim a valoração dos recursos ambientais tornou-se de extrema importância na atualidade. O uso destes recursos de forma irregular gera custos indiretos à sociedade que na maioria das vezes não são mensurados. A teoria neoclássica traz um novo instrumental para poder-se trabalhar e avaliar monetariamente estes bens. Esta preocupação vinda da teoria econômica é de suma importância em conjunto com outros fatores como o surgimento de Organizações Não Governamentais (ONGs) e com a criação de novas leis em defesa ambiental. Entretanto, pelos custos elevados de prevenção e proteção ao meio ambiente algumas empresas ainda não adotam a preservação como uma estratégia de desenvolvimento, embora algumas já tenham percebido que o marketing ambiental pode ser utilizado em prol do benefício de sua imagem perante a sociedade.

Os sistemas de regulação de acordo com Seroa da Motta *et al* (2000), ainda não são eficazes pela baixa probabilidade de detecção de violações e pela fraca fiscalização. A aplicação de sanções relacionadas a estes crimes também é considerada baixa. Os autores ainda discutem a pauta dos melhores instrumentos de política de gestão ambiental e então questionam quais seriam os incentivos que poderiam e deveriam ser dados pelo governo.

O desempenho industrial com relação ao aumento da capacidade produtiva é considerado um fator importante a ser verificado. Segundo Young e Lutosa (2001), o desenvolvimento dos países negligenciou a importância dos recursos naturais e conseqüentemente acabou se tornando um dos grandes responsáveis pelos problemas de degradação ambiental. Uma das principais características deste descaso é a falta de dados estatísticos sobre o nível de emissão de poluentes, o que dificulta uma possível análise de fatores ambientais relacionados à indústria.

No entanto, a não mensuração dos custos incorridos pela degradação ambiental em termos gerais, acarreta em gerar custos indiretos para os indivíduos. Mac-Knight e Young (2006) analisam os custos da poluição gerados pela frota dos ônibus na Região metropolitana de São Paulo e os autores chegam a valores alarmantes, pagos em gastos de saúde, pelos cidadãos e pelo governo paulista. Assim, a preservação ambiental além de um problema ecológico torna-se um problema econômico.

Estes entre outros fatores analisados empiricamente despertaram a atenção para o estudo deste tema. Na cidade do Rio Grande localizada no estado do Rio Grande do Sul, há uma incidência muito grande de doenças respiratórias e parte considerável das mesmas ocorre devido aos altos níveis de poluição atmosférica gerados pelo forte setor industrial do município. Portanto, o presente trabalho busca identificar se os custos decorrentes da poluição incidem sobre os habitantes locais sobre a forma de enfermidades, tratar-se-á esta questão visando analisá-la de forma acurada e mostrar-se-á quais são os efeitos reais destes poluentes na vida dos cidadãos locais.

Para atender o objetivo citado, este trabalho foi estruturado em quatro seções, contando com a introdução. Na segunda seção é apresentada a metodologia adotada, enquanto na terceira, são mostrados os resultados encontrados. Para finalizar, na seção quatro, apresentam-se as considerações finais

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Valor presente da produção futura (VPPF)**

Segundo Seroa da Motta *et al* (1998), ao avaliar custos associados à saúde, determinado estudo deve ser dividido principalmente em duas etapas, quanto à mortalidade e morbidade causada pela poluição.

A mortalidade é questionada quanto à questão da mudança de risco a vida. Esta é dada pela soma de valores que um indivíduo associa a sua saúde e suas chances de sobreviver e também o que outros indivíduos estariam dispostos a pagar (DAP) para evitar o risco á saúde daquele primeiro indivíduo. Logo, a sociedade incorre em um custo o qual seria evitado se não houvesse determinado risco em relação à saúde do indivíduo em questão.

Estimada a disposição a pagar pela variação do risco de morte em alguma atividade, pode-se encontrar o Valor de uma Vida Estatística (VVE).

$$VVE = \frac{DAP}{\Delta Risco}$$

Estimado o VVE associado a uma atividade com risco de morte para um indivíduo, pode-se multiplicá-lo por uma variação no risco de vida por outra atividade e estimar a disposição a pagar para evitar mortes por esta outra atividade. Utilizando dados sobre

variação de risco de morte, ambos para determinado local obtêm-se o VVE para o local em questão.

Além disso, pode-se utilizar outra forma de avaliar este mesmo impacto negativo, através da abordagem da Produção Sacrificada dos anos de vida perdidos. Esta metodologia admite por pré-suposto fundamental que o valor de uma vida para a sociedade se equivale ao Valor Presente da Produção Futura (VPPF) que seria gerada por tal trabalhador.

$$VVE \Leftrightarrow VPPF_i = \sum_{j=i+1}^{85} [(P_{i,1}^j)] [(P_{i,2}^j)] [(P_{i,3}^j)] \left[ Y_i \cdot \left( \frac{1+g}{1+r} \right)^{j-i} \right]$$

$VPPF_i$  = valor presente da produção futura ou da renda futura da pessoa de idade  $i$ ;

$[(P_{i,1}^j)]$  = probabilidade de que a pessoa, com idade  $i$ , esteja viva na idade  $j$ ;

$[(P_{i,2}^j)]$  = probabilidade de que a pessoa, com idade  $i$ , esteja na força de trabalho na idade  $j$ ;

$[(P_{i,3}^j)]$  = probabilidade de que a pessoa, com a idade  $i$ , esteja empregada com a idade  $j$ ;

$g$  = taxa média de crescimento da renda per capita;

$Y_j$  = renda ou a produção esperada da pessoa na idade  $i$ ;

$r$  = taxa de desconto;

## 2.2. Morbidade (custo da doença)

A morbidade consiste na real incidência das doenças. No caso deste trabalho trata-se de doenças respiratórias. Na abordagem de Seroa da Mota *et al* (1998), os custos da saúde relacionados à poluição atmosférica deveriam ser classificados em quatro categorias, como segue:

- a) Gastos médicos associados com tratamento de doenças induzidas pela poluição;
- b) Dias de trabalho perdidos resultantes da enfermidade;
- c) Gastos para evitar ou prevenir (gastos preventivos) e atividades associadas com tentativas de mitigar a doença;
- d) Desutilidade associada com os sintomas e oportunidades de lazer perdidas devido à doença.

Devido à dificuldade de estimar as parcelas relevantes aos dois últimos itens, procurar-se-á mensurar o custo de saúde associado à poluição através da soma dos gastos hospitalares por evento e por faixa etária com o valor dos dias de trabalho perdidos devido às doenças respiratórias. Como fator financeiro será utilizado a renda média por cada faixa etária, com base nos salários da cidade. Considera-se que os dados retirados do sistema DATASUS representem apenas cinquenta por cento do total de casos de doenças ocorridas em Rio Grande. Por esta razão, os custos totais serão multiplicados por dois, para o cálculo do custo da doença:

$$CD = (\text{Gastos Hospitalares} + (\text{Número de Dias Perdidos} * (\text{Renda}/30))) * 2$$

### **3. ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO CÁLCULO DO VPPF E DO CUSTO DA DOENÇA**

#### **3.1. Valor presente da produção futura (VPPF)**

Para calcular o VPPF utilizou a mesma metodologia usada por Seroa da Motta *et al* (1998). Desta forma, foram realizados os seguintes procedimentos para a obtenção das estimativas das probabilidades:

$$[(P_{i,1}^j)] = 1 - (\text{taxa de mortalidade por faixa de idade}).$$

Para isto, foram utilizados os dados da Tábua de Mortalidade do ano de 2006 encontradas no site do IBGE. Este valor pode ser considerado como uma aproximação da probabilidade de que um indivíduo com idade  $i$  esteja vivo na idade  $j$ .

$[(P_{i,2}^j)]$  = taxa de participação econômica por faixa de idade da RMPA (região metropolitana de Porto Alegre) levantada através de informações da Fundação de Economia e Estatística (FEE). Como não há, informações específicas sobre a cidade do Rio Grande estes dados foram considerados como uma boa aproximação da faixa de participação por faixa etária.

$$[(P_{i,3}^j)] = 1 - (\text{taxa de desemprego por faixa de idade}).$$

Os procedimentos adotados foram similares aos anteriores, estes dados foram coletados da Fundação de Economia e Estatística (FEE). Da mesma forma que a taxa de participação anteriormente apresentada, para o nível de desemprego por faixa etária foi necessário considerar os dados da RMPA (Região Metropolitana de Porto Alegre) como uma

boa aproximação para a cidade do Rio Grande.

Para chegar a um valor mais próximo da realidade em relação à renda média por faixa etária  $Y_i$ , recorreu-se ao seguinte procedimento. Com dados encontrados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), conseguiu-se o rendimento por faixa etária para a cidade do Rio Grande. No entanto, houve a necessidade de adaptar estes dados agregando os valores para chegar-se num padrão de faixa etária. Ou seja, foi utilizado este procedimento para trabalhar-se com os mesmos dados em relação aos grupos de idade utilizados nos procedimentos anteriores. Além disso, os valores encontrados estavam em termos de salários mínimos para o ano de 2000. Então foi necessário adaptar estes valores, abaixo segue a TABELA 1, ilustrando os passos realizados.

**TABELA 1 – VALORES APROXIMADOS DO NÍVEL DE RENDA - 2000**

| <b>Faixas de Renda</b>         | <b>Valor Aproximado</b> | <b>Observações</b>                       |
|--------------------------------|-------------------------|--|
| Até 1 salário mínimo           | R\$ 151,00              |  |
| Mais de 1 a 5 salários mínimos | R\$ 377,00              | Mediana = (Salário multiplicado x 5) / 2 |
| Mais de 5 salários mínimos     | R\$ 906,00              | Consideraram-se seis salários mínimos    |
| Sem rendimento                 | 0                       |  |

Fonte: Elaboração própria com dados do SIDRA.

Nas faixas de renda de um até cinco salários, foi então considerado a mediana (valor do meio). Logo, multiplicou-se o salário mínimo por cinco e dividiu-se por dois, chegando ao número de R\$ 377,00. Para os cidadãos que estavam na faixa de renda superior a cinco salários mínimos, considerou-se uma boa aproximação o valor de seis salários R\$ 906,00.

A partir dos dados encontrados acima foi necessário agregar o nível de renda por número de moradores como segue na TABELA 2:



**TABELA 2 – AGRUPAMENTO DE RENDA POR FAIXA ETÁRIA - 2000**

| <b>Faixa de Renda</b>          | <b>Faixa Etária</b> | <b>Hab/Faixa Etária</b> |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| até 1 salário mínimo           | 10 a 19 anos        | 3536                    |
| até 1 salário mínimo           | 20 a 24 anos        | 2493                    |
| até 1 salário mínimo           | 25 a 39 anos        | 5535                    |
| até 1 salário mínimo           | Acima de 40 anos    | 12170                   |
| <hr/>                          |                     |                         |
| Mais de 1 a 5 salários mínimos | 10 a 19 anos        | 1915                    |
| Mais de 1 a 5 salários mínimos | 20 a 24 anos        | 5575                    |
| Mais de 1 a 5 salários mínimos | 25 a 39 anos        | 16955                   |
| Mais de 1 a 5 salários mínimos | Acima de 40 anos    | 25035                   |
| <hr/>                          |                     |                         |
| Mais de 5 Salários mínimos     | 10 a 19 anos        | 103                     |
| Mais de 5 Salários mínimos     | 20 a 24 anos        | 627                     |
| Mais de 5 Salários mínimos     | 25 a 39 anos        | 5878                    |
| Mais de 5 Salários mínimos     | Acima de 40 anos    | 14156                   |
| <hr/>                          |                     |                         |
| Sem rendimento                 | 10 a 19 anos        | 28668                   |
| Sem rendimento                 | 20 a 24 anos        | 6900                    |
| Sem rendimento                 | 25 a 39 anos        | 12448                   |
| Sem rendimento                 | Acima de 40 anos    | 12745                   |

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE-SIDRA

Em suma, com o número total de habitantes de por faixa etária, mostrados na TABELA 3 conforme os dados retirados do SIDRA,

**TABELA 3 – NÚMERO TOTAL DE HABITANTES POR FAIXA ETÁRIA - 2000**

| <b>Faixa Etária</b> | <b>Total Habitantes</b> |
|---------------------|-------------------------|
| 10 a 19 anos        | 34222                   |
| 20 a 24 anos        | 15595                   |
| 25 a 39 anos        | 40816                   |
| Acima de 40 anos    | 64106                   |

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE-SIDRA

Com estas informações, somou-se o número de habitantes de cada faixa etária dentro de cada grupo de renda e multiplicou-se pelos dados salariais retirados da TABELA 1. Por conseguinte, dividiu-se o valor pelo número total de habitantes da TABELA 3 em cada faixa etária. Cabe destacar, que os habitantes que não possuíam rendimento, a sua renda média foi considerada como zero. Mostram-se os resultados na TABELA 4:

**TABELA 4 – RENDA MÉDIA POR FAIXA ETÁRIA - 2010**

| <b>Faixa Etária</b> | <b>Renda Média</b> | <b>Renda Média Atual (FEE)</b> |
|---------------------|--------------------|--------------------------------|
| 10 a 19 anos        | R\$ 39,42          | R\$ 89,70                      |
| 20 a 24 anos        | R\$ 195,34         | R\$ 444,45                     |
| 25 a 39 anos        | R\$ 307,56         | R\$ 699,80                     |
| Acima de 40 anos    | R\$ 375,96         | R\$855,45                      |

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE-SIDRA e FEE.

A TABELA 4 mostra os valores encontrados para a renda média, destaca-se que estes valores foram atualizados com o IGP-DI fornecido pela FEE para o mês de Março de 2010. Novamente seguindo os procedimentos de Seroa da Motta *et al* (1998) buscou-se um fator de correção para a renda média, pois não se pode supor que a mesma seja constante ao longo dos anos. Então, foram pegos dados referentes ao PIB da cidade do Rio Grande considerando o período de 1999 até 2007, estes valores também foram atualizados utilizando o mesmo procedimento citado acima.

Para o cálculo da taxa de correção  $g$  foram utilizados os seguintes procedimentos:

$$g = (P_{t+n} / P_t)^{1/n} - 1$$

Onde :

$P_{t+n}$  = É o PIB do último ano da série de dados.

$P_t$  = É o PIB no ano inicial da série de dados.

$n$  = É o período considerado, no intervalo de dados.

Com estes dados chegou-se a taxa de aproximadamente 0,02 ou dois por cento para o crescimento da renda na cidade do Rio Grande. Assim, utilizaram-se dois valores para descontar o Valor da Produção Futura por faixa de idade. Os valores de  $r = 3\%$  e de  $r = 10\%$  segundo Seroa da Motta *et al* (1998), são os mais comuns adotados na literatura específica da área. É importante salientar que o limite superior da faixa etária, acima de 40 anos leva em conta os indivíduos que possuam 40 anos até a idade de 85 anos. Abaixo segue a TABELA 5 com os resultados finais:

**TABELA 5 – VALOR PRESENTE DA PRODUÇÃO FUTURA PARA A CIDADE DO RIO GRANDE - 2010**

| <b>Faixa Etária</b> | <b>VPPF r = 0,03</b> | <b>VPPF r = 0,1</b> |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| 10 a 19 anos        | R\$ 16.758,52        | R\$ 2.403,00        |
| 20 a 24 anos        | R\$ 18.366,00        | R\$ 4.979,40        |
| 25 a 39 anos        | R\$ 18.264,80        | R\$ 5.897,00        |
| 40 ou mais          | R\$ 12.572,92        | R\$ 4.211,54        |

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados IBEG-SIDRA e FEE

Os valores encontrados para a produção futura relatam o quanto um cidadão local produziria hoje dentro da sua faixa etária até a idade de oitenta e cinco anos. Cabe destacar que os valores encontrados são em termos médios. Também é importante analisar que o parâmetro taxa de mortalidade dentro da análise relacionada é uma boa aproximação do efeito da poluição atmosférica, sendo este responsável pela produção sacrificada. Embora o nível de renda seja maior de acordo com o avanço da faixa etária, em termos médios, a taxa de mortalidade aumenta provocando uma redução na VPPF, como mostra a TABELA 5.

### **3.2 Custo das doenças respiratórias**

Para o cálculo do custo da gerado na saúde pelas doenças respiratórias foram levantados os dados de gastos hospitalares e o número de internações do sistema DATASUS. Neste também se obteve o tempo médio de permanência por internação, com a finalidade de inferir o número de dias perdidos de trabalho. Tal índice foi obtido, multiplicando-se o número de internações pelo tempo medido de internação, os dados foram utilizados do ano de 2009, com exceção da renda por faixa etária que já está atualizada para o Março do ano de 2010.

Com a soma dos gastos hospitalares com o valor calculado dos dias de trabalho perdidos do ano de 2009, chegou-se ao custo da doença (CD) associada à poluição atmosférica em Rio Grande, como mostra a TABELA 6:

**TABELA 6 – CUSTO DAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS ASSOCIADAS À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA – 2009**

| <b>Faixa Etária</b> | <b>Gastos Hospitalares</b> | <b>Morbidade (*)</b> | <b>Renda Mensal</b> | <b>Custo das Doenças</b> |
|---------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| 10 a 19 anos        | R\$ 86.557,86              | 3933,6               | R\$ 89,70           | R\$ 196.638,65           |
| 20 a 24 anos        | R\$ 123.686,20             | 7628,5               | R\$ 444,45          | R\$ 473.404,85           |
| 25 a 39 anos        | R\$ 139.740,23             | 11025                | R\$ 699,80          | R\$ 793.834,20           |
| 40 anos ou mais     | R\$ 1.892.703,3            | 168519,18            | R\$ 855,45          | R\$ 13.396.055,43        |
| <b>Total</b>        | <b>R\$ 2.242.687,96</b>    | <b>191106,28</b>     | <b>R\$ 2.089,40</b> | <b>R\$ 14.859.933,14</b> |

Fonte: Elaboração Própria, com dados retirados do DATASUS.

Notas:

Custo das Doenças = { Gastos Hospitalares + [Morbidade \* (renda/30) ] } \* 2

Morbidade (\*) = Número de Dias Perdidos \* Tempo Médio de Permanência por Internação.

Os dados da TABELA 6 mostram os custos relacionados às doenças respiratórias na cidade do Rio Grande. É uma suposição muito forte dizer que todas as doenças tenham como efeito direto a poluição atmosférica. Assim, o custo da doença pode ser considerado como uma boa aproximação das externalidades negativas sofridas pela sociedade, e este também pode ser considerado como uma forma de quantificar o quanto se deixa de produzir pelo efeito sofrido pela poluição.

A questão da perda de produção devido aos efeitos causados pela poluição atmosférica foi abordada pelo valor presente da produção futura. Este pôde determinar o quanto se produz hoje, considerando parâmetros importantes como a taxa de mortalidade, desemprego e taxa de participação. Nesta análise, é importante destacar que a taxa de mortalidade capta o efeito da poluição na vida dos habitantes. Embora a renda seja maior com o decorrer das faixas etárias, a taxa de mortalidade também aumenta, provocando uma redução no valor total da produção.

Além disso, o cálculo da morbidade pelo valor do custo da doença mostra a relação do valor que a sociedade paga efetivamente pelas doenças respiratórias. Estas têm como uma de suas principais causa a poluição atmosférica. Logo, as externalidades negativas podem ser visualizadas de acordo com este montante pago.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

A poluição atmosférica se destaca como grande agravante a partir da atual preocupação com o aquecimento global, com a destruição do planeta e a possível limitação dos recursos naturais. Assim, há uma atenção mundial no sentido de controle desta poluição direcionado à manutenção e evolução do crescimento econômico, porém, de forma

sustentável. No entanto, este desafio não é fácil. Estas políticas ainda estão sendo desenvolvidas de forma a amenizar a degradação do meio ambiente sem reduzir excessivamente a produção. É importante destacar a grande ênfase que se dá a tecnologias limpas, como o biodiesel e o GNV (Gás Natural para Veículos), como possíveis remediadores deste efeito adverso.

Neste trabalho, foi mensurado o valor presente da produção futura. Neste cálculo, estimou-se que a produção para um indivíduo de idade  $x$ , até seus oitenta e cinco anos, ponderada por fatores como a taxa de desemprego, mortalidade e participação, é diretamente influenciada pela taxa de desconto “ $r$ ”. Esta taxa age como um fator de correção da renda média ao longo do tempo. Conforme os resultados, taxas de desconto menores apresentam VPPF mais elevados, quando comparados com taxas de descontos maiores. Numa outra análise, sob o foco das faixas etárias, observou-se que para faixas de idade menores e taxas de desconto menores, implicam em VPPF mais elevados e, para faixas de idade menores e taxas de desconto maiores, implicam em VPPF menos elevados.

Além disso, quanto à morbidade, foi então estimado um custo geral para as doenças respiratórias. Este custo representa uma boa aproximação da produção sacrificada em relação aos dias de trabalho perdidos tendo como fator gerador doenças respiratórias e o quanto a sociedade paga diretamente pelas externalidades negativas sofridas pelo efeito da poluição. No entanto, não se pode afirmar que as doenças respiratórias sejam obrigatoriamente geradas por fatores relacionados à poluição. Sabe-se que há tal relação, mas o presente trabalho não teve o objetivo de mensurar a correlação entre a emissão de poluentes e as doenças respiratórias.

Desta forma, pode-se inferir que há possibilidades de mensurar custos sociais a serem internalizados pelas empresas poluentes. Logo, se torna necessário desenvolver políticas públicas que estimulem a operacionalização junto às organizações e permitam contornar este efeito gerado pela produção industrial. Algumas alternativas possíveis seriam:

- 1 A imposição de impostos que, por fim, forçaria às empresas locais a uma possível redução dos índices de poluentes emitidos;
- 2 Incentivar adoção de tecnologias mais eficientes para a redução da quantidade de poluentes;
- 3 A aplicação de um mercado de certificados de poluição, considerando que este mercado seria regulado por si só, de acordo com as leis incumbidas pelo agente regulador estatal.

Portanto, dentro desta abordagem, entende-se que este processo pode ser amenizado, mesmo considerando que a tendência histórica evolutiva da cidade do Rio Grande é caracterizada pelo desenvolvimento voltado à produção industrial. Além disso, há muito a ser investigado, principalmente no que se refere a quais poluentes são causadores diretos das doenças respiratórias entre outras enfermidades. Desta forma, seria possível identificar clusters dentro do município, detectando quais as áreas mais atingidas pela emissão de toxinas. Se algumas destas medidas sugeridas forem adotadas, acrescentadas da evolução tecnológica e de pesquisa na área, poder-se-á controlar ou pelo menos repassar em parte o custo social para o seu agente gerador, proporcionando assim um uso mais eficiente dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKONYI, S.M.C. *et al.* Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v.38, n.5, p.695-700, mar. de 2004.

DATASUS. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>> Acesso em 27 fev. 2010.

DUCHIADE, M.P. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.8, n.3, p.311-330, jul./set. 1992.

FEE. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br>> Acesso em 24 fev. 2010.

FERREIRA, C.K.; CURADO, P.H.C.F.; ANDRADE, E.A. **Economia ambiental: a importância de se valorar os impactos ambientais**. Disponível em: <[www.alfa.br/revista/pdf/7adm.pdf](http://www.alfa.br/revista/pdf/7adm.pdf)> Acesso em 23 out. 2009.

IBGE. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 29 de abr. 2008.

JESUS, F.N. **Instrumentos econômicos de gestão ambiental: análise do tributo ambiental no contexto brasileiro**. Inhumas: FacMais, 2007 (texto para discussão 11). Disponível em <<http://www.facmais.com.br/artigos/Artigo011.pdf>> Acesso em 19 out. 2009.

MAC-KNIGHT, V.; YOUNG, C.E.F. **Custo da poluição gerada pelos ônibus urbanos na RMSP**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 34, 2006, Salvador. Disponível em <<http://www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A069.pdf>> Acesso em 29 out. 2009

MARTINS, L.C. *et al.* Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública**, v.36, n.1, p.88-94.

SALDIVA, P.H.N.; BRAGA, A.; PEREIRA, L.A.A. **Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana.** Disponível em: <[http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/paper\\_saldiva.pdf](http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/paper_saldiva.pdf)> Acesso em 22 out. 2009.

SEROA DA MOTTA, R., *et al.* **Avaliação econômica dos impactos causados pela poluição atmosférica na saúde humana:** Um estudo de caso para São Paulo. Rio de Janeiro : IPEA/UFRJ, 1998 (texto para discussão). Disponível em <<http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/eco/trabalhos/mesa3/5.doc>> Acesso em 15 nov. de 2009.

SEROA DA MOTTA, R., *et al.* **Mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento sustentável no Brasil.** Rio de Janeiro : IPEA/UFRJ, 2000 (texto para discussão, 761). Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/td0761.pdf>> Acesso em 5 nov. 2009.

SIDRA-IBGE. **Base de dados.** Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em 18 fev. 2010.

YOUNG, C.E.F.; LUSTOSA, M.C.J. Meio ambiente e competitividade da indústria brasileira. **Revista de Economia contemporânea**, Rio de Janeiro, v.5, número especial, p.231-259, 2001.