

Artigo submetido às Sessões de **Comunicações**
Sub-área temática **Economia Agrária e do Meio Ambiente**

Os custos econômicos ambientais da cultura de cana-de-açúcar para a produção de álcool combustível no município de Piracicaba.

Guilherme Xavier Nascimento (Mackenzie)
Mônica Yukie Kuwahara (NPQV/Mackenzie)

Resumo

A grande demanda pelo álcool combustível, favorecida pelas facilidades de acesso a crédito presentes em um cenário econômico favorável de estabilidade econômica, contribuiu para estimular o aumento das áreas de cultivo de cana-de-açúcar, ampliando as externalidades negativas associadas a esta atividade nas localidades produtoras. Essa pressão da demanda vem colocando em xeque a sustentabilidade do álcool combustível como uma solução para o meio ambiente. O objetivo desse trabalho consiste em tentar identificar os poluentes emitidos no ar durante a produção do álcool combustível e sugere uma forma de mensurar seu impacto na saúde de moradores na região produtora de Piracicaba. A pesquisa utiliza técnicas de valoração de recursos ambientais por vida sacrificada, identificando os gastos incorridos no sistema de saúde pública local e os custos decorrentes de dias perdidos de trabalho. As estimativas alcançadas sugerem um total subestimado de R\$ 1.200.000,00 de custos associados à poluição do ar em Piracicaba no ano de 2009.

Palavras-Chaves: Economia Ambiental, Álcool Combustível, Vida Sacrificada, Piracicaba.

Abstract

Strong demand for ethanol as a fuel, helped by access to credit facilities present in a favorable economic environment of economic stability, helped stimulate the increase of crop fields of sugar cane, increasing the negative externalities associated with this activity in the localities producers. This demand pressure is compromising the sustainability of ethanol as a solution to the environment. The aim of this work is to try to identify the air pollutants emitted during the production of fuel alcohol and suggests a way to measure their impact on health of residents in the producing region of Piracicaba. The research uses valuation techniques to environmental resources for life sacrificed, identifying expenditures incurred in the local public health system and the costs of lost work days. Estimates suggest achieved a total of R \$ 1,200,000.00 underestimated the costs associated with air pollution in Piracicaba in 2009.

Keywords: Environmental Economics, Ethanol Fuel, Life Sacrificed, Piracicaba

Introdução

A busca de combustíveis menos agressivos ao meio ambiente, incentivos econômicos e disponibilidade de terras, somados a outros fatores, permitiram verificar, no Brasil, a expansão da produção do álcool combustível a partir da cana-de-açúcar na última década. Este biocombustível apresenta inúmeras vantagens frente aos derivados do petróleo, pois polui menos, com custos de produção menores se comparados à gasolina. Ademais, da cana-de-açúcar derivam outros produtos além do etanol, tais como o açúcar, o álcool de uso doméstico e o bagaço, que pode gerar energia elétrica através da queima em usinas a vapor. A sua cultura, porém, apresenta alguns problemas. Além de requerer grandes áreas para o seu plantio, a maioria dos produtores ainda recorre à queima da palha da cana-de-açúcar para espantar animais peçonhentos que habitam esse campo e para evitar cortes causados pelas folhas altamente cortantes da planta, facilitando assim a colheita manual.

Essa queima representa uma significativa fonte de poluição do ar. Além de emitir gases poluentes, a queima produz o material particulado que, ao se precipitar na forma de fuligens, gera maior gasto com água para a limpeza das residências; contamina o solo, comprometendo outros cultivos além o da cana-de-açúcar; aumenta a probabilidade de acidentes com automóveis, devido à menor visibilidade nas estradas; além do risco de interrupção de energia elétrica quando as chamas perdem o controle e atingem os cabos e redes transmissoras. Há que se considerar também a morte de animais que habitam as grandes áreas plantadas e principalmente as doenças respiratórias geradas pelas queimadas e pelo material particulado despejado no ar (ARBEX, 2001)

O presente artigo tem como objetivo o de identificar os possíveis custos da poluição do ar causada pela queima da palha de cana-de-açúcar e as formas possíveis de mensurá-la em termos de custos à saúde humana, já que a queima da palha da cana-de-açúcar é responsável por grande parte da poluição nas regiões produtoras. Para cumprir o objetivo, o artigo utiliza como referência o conceito de custo de oportunidade ambiental segundo o qual parte do benefício de um recurso ambiental pode ser inferido como o valor dos recursos alocados para investimento e gastos ambientais quando confrontados com outras alternativas de alocação (SEROA DA MOTTA, 1997). De tal feita, o custo incorrido devido à degradação poderia ser obtido a partir da identificação dos principais poluentes emitidos durante a produção do álcool e da análise dos seus efeitos sobre a saúde dos seres humanos. A técnica utilizada, que obedece a esta lógica de custo

de oportunidade ambiental é o método de valoração ambiental por vida sacrificada, que consiste em criar um valor de mercado para o ar que respiramos através da estimativa dos gastos incorridos devido aos impactos dessa poluição na saúde dos habitantes dessas localidades.

A poluição do ar gerada pelas queimadas configura uma externalidade, uma falha de mercado, que ocorre quando uma ação de produção ou de consumo de um determinado bem afeta os consumidores e produtores, e esses impactos não são considerados no preço do bem em questão. Sendo assim, quando o ar fica poluído ele afeta diretamente e indiretamente a vida de todos colocando em jogo a sustentabilidade do principal combustível produzido no país.

Para se estimar o custo de oportunidade ambiental da produção de cana-de-açúcar para álcool combustível, utilizaram-se os dados de emissão de poluentes fornecidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que monitora a qualidade do ar com uma frequência diária, identificando os principais gases emitidos durante o período de colheita da cana-de-açúcar. Para mensurar os valores gastos com a internação de pessoas afetadas pela poluição do ar, utilizaram-se os dados do Sistema Único de Saúde – SUS. (DATASUS).

Os resultados destas reflexões são apresentados em três seções, além da introdução e das considerações finais. A primeira versa sobre a valoração ambiental e tem por objetivo descrever os métodos de valoração e sua importância. Na segunda seção são apresentados os fatores que afetam a concentração de poluentes, como o clima e o período de colheita, e os dados sobre a poluição do ar disponibilizados pela CETESB. A partir destas informações, a seção descreve os principais malefícios dos gases emitidos durante a queima da palha de cana-de-açúcar. O estudo elege o Município de Piracicaba como lugar pretexto da análise, pois a localidade apresenta pontos de mensuração da qualidade do ar e por ser um município onde a cana-de-açúcar abrange grande parte do seu território. Na terceira seção são apresentadas estimativas dos gastos de internação e do custo dos dias perdidos de trabalho associados à poluição do ar, obtidas a partir da lógica de análise atribuída à técnica de valoração econômica ambiental de vida sacrificada. O resultado da aplicação da técnica indicou um total subestimado de R\$ 1.200.000,00 de custos associados à poluição do ar em Piracicaba no ano de 2009. Embora este resultado expresse apenas uma parcela do valor econômico do recurso ambiental, ele sugere necessidade de se realizar a mensuração dos demais impactos ambientais da queima, pois se expresso em termos de valores monetários, a sensibilidade ao dano ambiental torna-se mais factível, permitindo uma perspectiva mais objetiva da problemática ambiental.

1. Valoração Ambiental

Segundo Seroa da Motta (1997) e Ramon Ortiz (2003), os serviços ambientais ou bens ambientais são necessários para garantir a sobrevivência de todos os seres vivos. Com essa importância em mente, os recursos e serviços ambientais têm o seu valor, sendo eles éticos morais ou econômicos. Os autores afirmam que todo recurso tem um valor intrínseco, que pode ser próprio, interior, inerente ou peculiar. Do ponto de vista econômico, o recurso ambiental é importante para tomada de decisões, ou seja, para os economistas o valor do recurso ambiental está ligado à sua contribuição para o bem-estar social.

A valoração ambiental tem como finalidade tentar atribuir um valor equivalente em termos de outros recursos disponíveis. A lógica seria a de estimar se estaríamos dispostos a abrir mão de um bem para ter mais daquele outro bem ou se optaríamos por preservar o bem ambiental. A valoração, portanto, consistiria em obter um custo de oportunidade para o bem ambiental: definir quanto os agentes estariam dispostos a abrir mão de um bem para ter outro bem. O que leva a uma preocupação ambiental coletiva, onde uma grande parcela dos agentes optaria por essa troca em favor de uma melhor qualidade de vida ao custo de um aumento no valor do combustível, mas com um custo menor à saúde durante sua produção.

As técnicas de valoração têm por finalidade atribuir valor não ao bem ambiental em si, pois isto implicaria em elevado grau de subjetivismo, mas sim às preferências das pessoas em relação à escassez ou diminuição na oferta de um recurso ambiental (SEROA DA MOTTA, 1997). Essas preferências são medidas pelas medidas de bem-estar, como a disposição a pagar (DAP) por uma melhora ou incremento do recurso ambiental, ou a disposição a aceitar (DAA) a piora ou diminuição da oferta do recurso ambiental. A valoração ambiental faz parte da pauta de estudos econômicos atuais, pois uma das diretrizes do estudo da economia está em como alocar recursos escassos da melhor, visando obter o maior benefício social a partir desse recurso.

Segundo Ortiz (2003), o objetivo da valoração ambiental é também de estimar os custos sociais de um recurso escasso ou, incorporar os benefícios sociais advindos do uso desse recurso. Os economistas valoram recursos ambientais em valores monetários, para que possam ser comparados a valores de mercado e ajudem na tomada de uma decisão. Com valores de mercado

e possível estabelecer parâmetros comparáveis para medir grandes projetos com grandes impactos sociais. De acordo com o autor:

“... devemos alertar que a tarefa de medir o valor econômico de um recurso ambiental não é trivial, uma vez que, como veremos a seguir, seu uso é muito dependente dos dados recursos disponíveis e também da escolha do método de valoração econômico adequado”. (ORTIZ, 2003, p.82)

Inicialmente fica necessário entender que o valor do bem ambiental deriva de todas as suas possíveis atribuições, que podem ou não estar atribuídas diretamente ao seu uso. Os valores de um recurso ambiental podem ser divididos de acordo com o seu valor de uso e o seu valor de não uso. Um bem homogêneo é composto de *atributos* ou *características* que não são alteradas pelo seu consumo. Mas alguns bens, em quase sua totalidade, são compostos pela utilização de vários bens. Assim sendo, cada bem tem sua *característica* ou *atribuição* diferente na composição de um bem composto, como uma casa ou um automóvel. Portanto a variação do preço do bem composto depende da variação do preço de cada bem que o constitui. Logo, os recursos ambientais, os fluxos de bens e serviços ambientais, que são derivados do seu consumo, definem seus atributos. (SEROA DA MOTTA, 1997, p.23)

O valor de uso pode ter uma segunda divisão entre valor de uso direto e valor de uso indireto e valor de opção. O valor de uso direto é definido pelo seu consumo, por exemplo, o valor obtido pela madeira retirada de uma floresta (SEROA DA MOTTA, 1997). O valor de uso indireto é definido pelos ganhos advindos do recurso ambiental, a exemplo de se manter uma floresta preservada que absorva o carbono emitido por fábricas vizinhas, melhorando a vida das pessoas e preservando a fauna e flora local. O valor de opção define o quanto os agentes estariam dispostos a pagar para preservar o futuro das florestas. Nesse caso, o recurso pode não estar sendo utilizado, mas em um momento do futuro ele será utilizado. Valor de não uso é por simples definição o valor dado pela simples existência do bem ambiental e atribuir um valor ao bem ambiental, mesmo que nunca o veja ou usufrua desse bem. Parte desse valor é atribuída por questões morais, altruístas e éticas em relação a espécies não humanas mesmo que não esteja relacionada ao seu uso atual ou futura.

A forma de valoração indireta aqui utilizada é a de capital humano. Esta técnica de valoração foi escolhida diante da opção de averiguar o custo ambiental em termos de danos à saúde. Uma vez que os dados disponíveis se referiam à morbidade humana, a técnica que utiliza este tipo de dados é a de vida sacrificada. A morbidade pode ser considerada uma

informação adequada uma vez que, havendo a ocorrência de doenças relacionadas à poluição do ar, essa morbidade interfere diretamente nos meios produtivos, pois o trabalhador deixa de trabalhar, implicando em custos para a produção no meio privado e gerando custos com tratamento na rede pública de saúde.

Métodos indiretos, como o de vida sacrificada, apresentam limitações, pois estimam valores de uso a partir da observação de mercados de bens complementares e ou substitutos ao consumo de recursos ambientais. Dessa forma os recursos ambientais podem ter seu valor subestimado quando há o uso de uma única técnica. Todavia, estimativas com uma única técnica não invalidam a importância da valoração econômica ambiental e muitas vezes o resultado obtido, mesmo que subestimado, é suficientemente elevado para estimular medidas e políticas mitigadoras.

O recurso ambiental é parte do insumo utilizado pelo fator humano, que faz parte da cadeia produtiva de um bem. Quando esse insumo sofre uma contaminação pela poluição, o fator humano deixa de produzir, incorrendo em custos. Esse dano pode gerar dois efeitos sobre o capital humano: um deles é a mortalidade e o outro é a morbidade.

A mortalidade afeta diretamente o fator de produção humano, sacrificando a produção, pois o fator humano deixa de existir (morte). Nesse trabalho em questão não se utilizou o método de estimação do ar utilizando cálculos de mortalidade (sobre vida sacrificada), pois atribuir a mortalidade de um humano aos poluentes é subjetivo, eles podem ser tanto a causa como contribuintes para a morte. Há também inúmeras controvérsias sobre quais *proxies* utilizar para estimar o valor da vida humana, posto que a atribuição de fator produtivo à vida humana, mesmo que como recurso analítico, gera conflitos éticos e morais. A técnica também exigiria um conjunto de dados mais complexos sobre as correlações entre mortalidade e poluição, obtidas de uma amostra mais ampla que a disponível. Ademais, a análise destas correlações, por sua vez, exigiria um esforço interdisciplinar que envolveria estudos na área de saúde pública, química e biologia, em áreas não familiares aos estudos econômicos e além dos limites da análise aqui proposta.

Diante do exposto, neste artigo utilizam-se apenas os dados de morbidade para estimar parte da produção sacrificada pela poluição do ar. Os resultados são parciais, posto serem informações disponíveis no sistema SUS, o que implica em dizer que não incluem os gastos particulares com

medicamentos ou tratamentos. Os procedimentos, portanto, buscam inferências para duas variáveis associadas à morbidade: o produto sacrificado e o custo de tratamento.

- Produto sacrificado: esta estimativa é o custo dos dias perdidos de trabalho devido à poluição. Optou-se por utilizar os dados de renda média da localidade para chegar ao valor monetário por dia não produzido. Para obter os dias perdidos de trabalho associados à ocorrência de poluição, utilizou-se uma taxa de ausências obtida por metodologia criada pelo Banco Mundial por Lvovsky (2000).
- Custo de tratamento: com os dados obtidos do sistema de saúde pública (SUS) obteve-se um valor médio gastos por internação, que ao ser multiplicado pela quantidade de dias perdidos, gera um valor aproximado do gasto público provocado pela concentração de gases poluentes no ar.

Na próxima seção apresentam-se as principais características do setor sucroalcooleiro assim como a sua área produtiva, os principais poluentes emitidos durante a colheita e os seus efeitos a saúde humana.

2. Produção e Colheita da Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar hoje ocupa cerca de 7 milhões de hectares, ou seja, 2% de toda a terra agricultável do Brasil (NIPE) sendo o nosso país o maior produtor mundial, seguido por Índia, Tailândia e Austrália. O cultivo de cana-de-açúcar se concentra nas regiões Sudeste, Centro-Oeste, Sul e Nordeste, possibilitando assim duas safras ao ano (NIPE) que se direcionam tanto ao mercado interno quanto ao externo.

O estado de São Paulo representa 80% da produção total da cana-de-açúcar produzida no país. Sua área plantada vem se expandindo. De 2.817.604 de hectares em 2003 para 3.889.889 de hectares em 2007 (IBGE), representando um aumento de 38% em 4 anos. Ao longo deste mesmo período, no estado de São Paulo, a quantidade produzida passou de 227.980.860 toneladas em 2003 para 329.050.953 toneladas em 2007 (IBGE), gerando um acréscimo na produção de 44%, conferindo ao estado o status de região de maior produtividade do país.

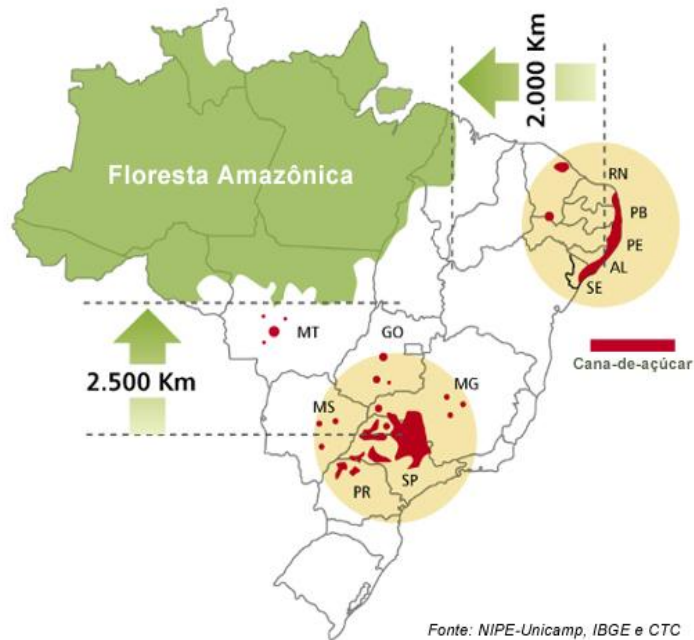


Figura 1: Distribuição da produção de cana-de-açúcar no Brasil

Fonte: NIPE-Unicamp, IBGE e CTC

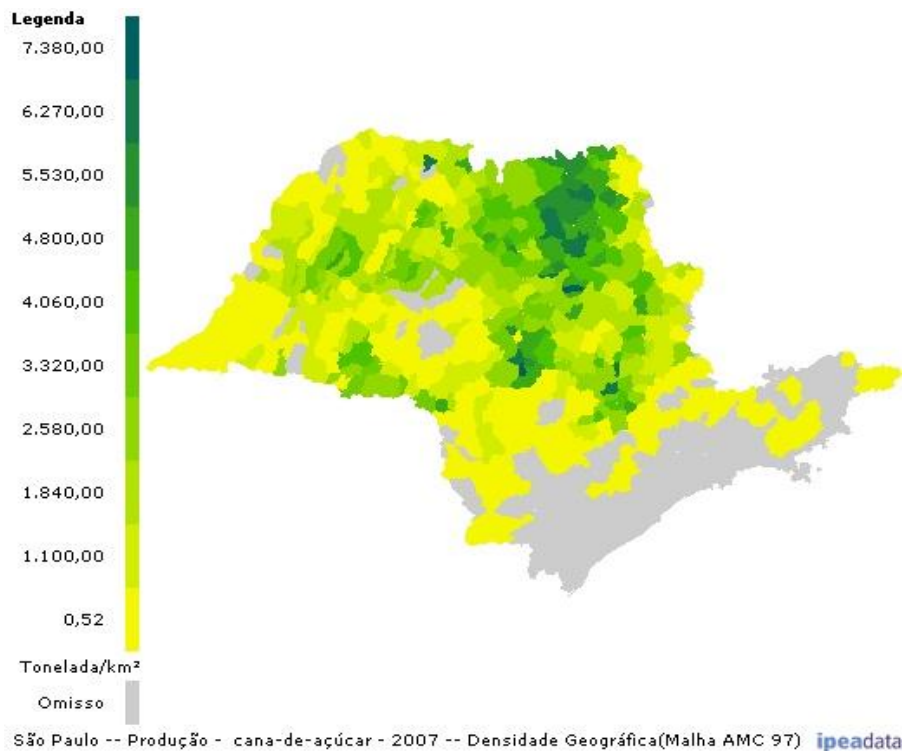


Figura 2: Produção em Tonelada por km² nos municípios do estado de São Paulo

Fonte: Ipeadata.

O município de Piracicaba dista 150km da Capital de São Paulo e é o local da sede de duas das maiores empresas do ramo sucroalcooleira, COSAN e DEDINI além de outras indústrias de transformação. O município apresenta uma área de 1.369,511 km², com um PIB de R\$ 7 794 667 mil (IBGE, 2007), sendo esse PIB o 47º no Brasil. As lavouras temporárias de cana-de-açúcar do município produzem em torno de 2.948.490 toneladas por ano, ocupando a faixa de 50.000 hectares (IBGE, 2007), o que representa 500 km² aproximadamente. Assim a produção de cana-de-açúcar ocupa 36,5% da área total do município.

Por motivos práticos, durante a colheita da cana-de-açúcar são efetuadas queimadas para facilitar a colheita manual. Um dos grandes motivos alegados pelos produtores para esta prática é o fato da cana-de-açúcar ter folhas altamente cortantes, de modo que a queima dessa palha facilitaria a colheita manual, além de espantar animais peçonhentos que vivem nessas lavouras.

Como no caso de outras cidades da região, Piracicaba se encontra no centro dessas áreas produtoras. Durante as queimadas a cidade é envolvida por cortinas de fumaça e fuligem que somadas a fatores climáticos, tal como a baixa umidade do ar, contribuem ainda mais para que as doenças respiratórias se proliferem. Nos próximos tópicos os principais poluentes emitidos durante as queimadas e os fatores climáticos da região que contribuem ainda mais para a concentração desses poluentes no ar são apresentados.

2.1. Principais malefícios da poluição e a degradação ambiental provocado pelas queimadas da palha de cana-de-açúcar

Os principais efeitos da queima da palha de cana-de-açúcar podem ser classificados em três categorias (ARBEX, 2010):

- Efeitos a saúde humana: exposição à fumaça e ao material particulado, por longos períodos, podem gerar doenças no aparelho respiratório e mortes prematuras nos que trabalham diretamente e indiretamente no campo.
- Efeitos ao ambiente local: os campos de plantio de cana-de-açúcar são cortados por um grande número de estradas e redes de transmissão de energia que interligam municípios e quando ocorrem as queimadas a visibilidade é muito prejudicada, causando acidentes e interrupção no fornecimento de energia. Ao atingir níveis mais altos da atmosfera esses gases se condensam e ocorrem chuvas ácidas, o que contribui para a acidez do solo,

diminuindo a produção e aumentando os gastos com fertilizantes, já que essas chuvas podem ocorrer em outras lavouras (EMBRAPA, 2005).

- Efeitos globais: todos os gases emitidos são responsáveis pelas mudanças climáticas locais e globais, já que o CO e o Metano estão presentes durante as queimadas.

Os principais gases emitidos durante a queimada da palha da cana-de-açúcar são o monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxidos de nitrogênio (NO_x) e óxido nitroso (N₂O) e o material particulado (MP10). Para a compreensão dos principais efeitos desses gases a saúde humana segue o quadro:

Quadro 1: Efeitos dos poluentes à saúde humana

Gases	Principais malefícios a saúde
Monóxido de carbono (CO)	A exposição a doses relativamente elevadas em pessoas saudáveis pode provocar problemas de visão, redução da capacidade de trabalho, redução da destreza manual, diminuição da capacidade de aprendizagem, dificuldade na resolução de tarefas complexas ou mesmo matar.
Metano (CH ₄)	Um perigo significativo dessa mistura são os riscos de exposição. Náuseas, tontura, dores de cabeça. Altos níveis de inalação podem ser fatais, devido à asfixia por deficiência de oxigênio em local fechado.
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	O NO _x é um gás irritante para os pulmões e diminui a resistência às infecções respiratórias. Os efeitos às exposições de curto prazo ainda não são bem conhecidos, mas a exposição continuada ou frequente a níveis relativamente elevados pode provocar tendência para problemas respiratórios em crianças e grupos de risco como os asmáticos. Ele é culpado por gerar o “smog”.
Óxido nitroso (N ₂ O)	Como tem a capacidade de deslocar o oxigênio em pequenos espaços o contato direto pode levar o sufocamento, perda de consciência e convulsões.
MP 10(Material Particulado)	As partes mais grossas são filtradas pelo sistema respiratório em sua maioria não atingem o pulmão. As partículas inaladas contribuem para diminuição das funções do sistema imunológico e contribuem para doenças cardíacas e agravam quadros alérgicos.

Fonte: (Elaboração própria a partir dos dados de ARBEX, 2010)

Dentre os poluentes emitidos durante a queima da palha de cana-de-açúcar essa pesquisa se concentra nos efeitos do MP10 - material particulado ou fuligem - por ser responsável por grande parte da poluição do ar e da poluição visível que ela causa.

2.2. Fatores de concentração de poluentes

A colheita de cana-de-açúcar ocorre durante os meses de maio e, em algumas unidades sucroalcooleiras, em abril, e vão até o mês de novembro. Sendo assim, as colheitas abrangem o período de outono e de inverno no hemisfério sul. Mas é no período de junho, julho e agosto, que representam o inverno, que as queimadas têm seu pior efeito devido às características da estação.

Tabela 1: Média de temperaturas e chuvas no Município de Piracicaba

MÊS	TEMPERATURA DO AR (C)			CHUVA (mm)
	Mínima média	Máxima média	Média	
JAN	19	30	25	229.7
FEV	19	30	25	200.2
MAR	18	30	24	150.6
ABR	15	28	22	76.2
MAI	12	26	19	61.7
JUN	10	25	18	45
JUL	10	25	17	30.1
AGO	11	27	19	28.4
SET	13	28	21	60.3
OUT	16	29	22	121.5
NOV	17	30	23	125.9
DEZ	18	30	24	198.5
Ano	14.8	28.2	21.6	1328.1
Min	10	25	17	28.4
Max	19	30	25	229.7

Fonte: CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura.

Como informado na tabela acima, os índices de chuvas durante o trimestre de jun/jul/ago são os menores durante todo ano e coincidem com a época de colheita da cana-de-açúcar. Com as queimadas e a baixa umidade do ar, os índices de doenças respiratórias sobem drasticamente, pois com as chuvas os gases emitidos poderiam ser dissipados junto com a diluição do material

particulado, mas isso só ocorrerá no começo de outubro, criando assim um período de alta concentração de poluentes no ar.

Essa concentração é comprovada pelas coletas feitas pelas estações da CETESB durante os o período de setembro de 2008 a junho de 2010, quando se iniciaram as medições na região.

Tabela 2: Sistema de Informação de Qualidade do ar 2008

MÊS / numero de dias de ocorrência	MP10				
	B	R	I	M	P
Janeiro	0	0	0	0	0
Fevereiro	0	0	0	0	0
Março	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0
Junho	0	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Setembro	19	0	0	0	0
Outubro	25	4	0	0	0
Novembro	30	0	0	0	0
Dezembro	30	1	0	0	0
TOTAL	104	5	0	0	0

Fonte: CETESB relatório de qualidade do ar 2008

Notas: B = boa; R = regular; I= imprópria; M = má; P = péssima

No ano de 2008 as medições somente captaram 104 dias bons e 5 dias considerados regulares. O que já demonstra uma concentração residual do MP10 dos outros meses, mas que foram diluídas pelas chuvas que começam em outubro. (Tabela 2). Já no ano de 2009 as concentrações foram maiores devido ao número de captações que ocorreram. Como pode se observar, nos meses em que ocorrem as colheitas no município, 22 dias dos 38 considerados regulares ocorreram nos três meses de inverno entre jun/jul/agosto naquele ano (Tabela 3).

Tabela 3: Sistema de Informação de Qualidade do ar 2009

MÊS	MP10				
	B	R	I	M	P
Janeiro	31	0	0	0	0
Fevereiro	28	0	0	0	0
Março	31	0	0	0	0
Abril	28	2	0	0	0
Mai	26	5	0	0	0
Junho	15	9	0	0	0
Julho	28	3	0	0	0
Agosto	21	10	0	0	0
Setembro	22	6	0	0	0
Outubro	30	1	0	0	0
Novembro	28	2	0	0	0
Dezembro	31	0	0	0	0
TOTAL	319	38	0	0	0

Fonte: CETESB relatório de qualidade do ar 2009.

Notas: B = boa; R = regular; I= imprópria; M = má; P = péssima

Tabela 4: Sistema de Informação de Qualidade do ar 2010

MÊS	MP10				
	B	R	I	M	P
Janeiro	31	0	0	0	0
Fevereiro	28	0	0	0	0
Março	31	0	0	0	0
Abril	25	5	0	0	0
Mai	23	8	0	0	0
Junho	15	15	0	0	0
Julho	11	20	0	0	0
TOTAL	164	48	0	0	0

Fonte: CETESB relatório de qualidade do ar 2010

Notas: B = boa; R = regular; I= imprópria; M = má; P = péssima

Os dados, coletados até julho de 2010, permitem observar o aumento do acúmulo do MP10 no período, sendo 35 dias regulares dos 48 observados nos dois primeiros meses de colheita.

Para a classificação do ar como regular a CETESB define uma concentração na média de 51 a 150 (ug/m³), o que, segundo o órgão, são concentrações que afetam as pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), que podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço (CETESB, 2010).

2.3 Fontes emissoras no município de Piracicaba

A região de Piracicaba, assim como os grandes centros urbanos, apresentam outras fontes de poluição do ar tais quais: veículos automotores e outras fontes móveis; processos industriais de extração e transformação; queima de resíduos, e processos de estocagem e transporte de produtos e transferências de combustíveis. A característica das empresas que estão localizadas na região de Piracicaba é estarem voltadas diretamente aos setores de usinas sucroalcooleiras, papel e celulose, produtos alimentícios e montadoras de máquinas (tabela 5)

Dentre elas destacamos as indústrias sucroalcooleiras, pois são as responsáveis pela queima da palha de cana-de-açúcar, transporte e transformação em álcool combustível ou açúcar. As duas unidades da empresa Cosan e a Usina São José são responsáveis pela emissão de relativamente 95% do MP10 das empresas no processo industrial, conforme o relatório emitido pela CETESB em 2009.

Segundo o relatório da CETESB para 2009, dentre as possíveis fontes de emissões, o processo industrial foi o responsável por 47% de toda a emissão do MP 10 na região. Considerando que as indústrias do setor sucroalcooleiro são as responsáveis pela maioria das emissões do poluente MP10, o setor é responsável pela concentração de aproximadamente 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por ano, como informa a tabela 6.

Tabela 5: Estimativas de emissões de processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias na região de Piracicaba

Empresa	Município	Emissões de Poluentes (t/ano)				
		CO	HC	Nox	Sox	MP
Arcelormittal Brasil S/A	Piracicaba	33,92	1,48	466,4	0,51	2,54
Cedase Ind e Com. De Pisos Ltda. - Filial Majopar	Santa Gertrudes	1,27	0,06	17,42	0,02	0,1
Cerâmica Formigrês Ltda.	Santa Gertrudes	1,69	0,07	23,23	0,03	0,3
Cosan S/A Ind e Com - Filial Santa Helena	Rio das Pedras	-	-	26,1	-	339,3
Cosan S/A Ind e Com - Filial Costa Pinto	Piracicaba	-	-	54	-	702
Delta Indústria Cerâmica Ltda	Rio Claro	1,55	0,07	21,3	0,02	0,12
Incopisos Ind. E Com. De Pisos Ltda.	Santa Gertrudes	1,06	0,05	14,52	0,02	0,08
Klabin S/A	Piracicaba	11,01	0,48	151,36	0,17	0,83
Lef Pisos e Revestimentos Ltda.	Piracicaba	1,27	0,06	17,42	0,02	0,1
Owens Corning Fiberglas A.S.Ltda	Rio Claro	13,44	13,44	184,8	0,2	1,01
Usina São José S/A Açúcar e Alcool	Rio das Pedras	-	-	15	-	195
Votorantim Celulose e Papel	Piracicaba	16,7	0,73	0,73	0,25	1,25
Total (1000t/ano)		0,08	0,02	0,99	0,00	1,24

Fonte: Relatório de Qualidade do AR-CETESB 2009

Tabela 6: Fontes de poluição na região de Piracicaba 2009

FONTE DE EMISSÃO			Emissões de Poluentes (t/ano)				
			CO	HC	Nox	Sox	MP
MÓVEIS	TUDO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOLINA	11,25	1,15	0,74	0,06	0,08
		ÁLCOOL + FLEX	5,11	0,56	0,35	-	-
		DIESEL	11,58	1,77	8,49	0,48	0,41
		TÁXI	-	-	-	-	-
		MOTOCILCETA E SIMILARES	9,25	1,25	0,11	0,02	0,04
	CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA	-	1,98	-	-	-
		ÁLCOOL	-	0,48	-	-	-
		MOTOCILCETA E SIMILARES	-	1,06	-	-	-
	PNEUS	TODOS OS TIPOS	-	-	-	-	0,26
	OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTIVEL	GASOLINA	-	ND	-	-	-
		ÁLCOOL	-	ND	-	-	-
FIXA	OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL		0,06	<0,01	0,69	<0,01	0,71
TOTAL			37,25	8,25	10,38	0,56	1,5

Fonte: Relatório de Qualidade do AR –CETESB 2009

Na próxima seção, analogias são feitas com base nos dados de renda média e dos gastos com saúde publica, para estimar os valores monetários para o ar em Piracicaba.

3. Estimativas Parciais

As mensurações parciais aqui apresentadas recorreram à mesma metodologia usada no estudo realizado pelo Banco Mundial por Lvovshy (2000), em que foi pesquisado o efeito das altas concentrações de MP10 no ar e seus efeitos sobre a morbidade e mortalidade das pessoas de regiões específicas da Ásia. A metodologia foi criada por um grupo de pesquisadores do Banco Mundial, liderados por Kseniya Lvovshy (2000), estabelecendo padrões para os níveis de poluição que interfeririam ou contribuiriam para o aumento no número de internações e nos dias não trabalhados dos moradores de cada região. Esses parâmetros foram criados através de uma função de dose-resposta.

A função dose-resposta mede os danos de uma atividade impactante sobre um determinado meio. Essas medidas de danos são obtidas a partir das relações físicas entre causa e efeito de um determinado dano ambiental. No presente estudo são os dias perdidos de trabalho e o número de internações que estão ligados a poluição do ar pelo MP10.

Essa metodologia pode ser utilizada no presente trabalho pela característica da poluição estudada, o MP10. Os efeitos à saúde desse poluente são relativamente os mesmos em todas as localidades do mundo, havendo variantes somente para as suas fontes, que diferem entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Nos países desenvolvidos, as fontes de emissão desse poluente são a frota de automóveis movidos a diesel. No Brasil a frota a diesel se limita a caminhões e ao transporte público, mas as grandes fontes desse poluente hoje em nosso país são os processos industriais.

Nas próximas linhas apresentam-se as estimativas do impacto sobre a morbidade. Para o cálculo, a metodologia é a mesma apresentada pelo Banco Mundial demonstrada por Lvovshy (2000), definida pela fórmula abaixo:

$$\Delta S = b * \Delta C * P$$

Onde ΔS corresponde ao impacto sobre a saúde, b corresponde aos resultados da função dose-resposta, ΔC a variação da concentração de MP10 e o P a população exposta a tal concentração.

3.1 Gastos com internação no SUS

Segundo Lvovshy (2000) em uma concentração de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorrem 0,000012 de internação por doenças respiratórias. O nível de concentração obtido na seção anterior foi de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A população exposta à poluição em Piracicaba seria de 356.179 pessoas, pois se considerou o total dos habitantes. Seguindo a metodologia, é possível chegar ao resultado de 63 internações (ΔS). Multiplicando esse número de internações pelo custo médio de cada internação (DATASUS, 2007) chega-se a um custo médio de R\$ 35.736,50 para o ano de 2009.

Tabela 7: Impacto nas internações na região de Piracicaba

Concentração reduzida		
14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Internações reduzidas	Custos por internação	Custo
60	597,22	R\$ 35.736,50

Fonte: Elaboração própria a partir de DATASUS (2007)

Os gastos estimados somente englobam o custo de internações na rede pública de saúde, deixando de fora os gastos com tratamento na rede privada e com medicamentos, tornando o valor subestimado.

3.2 Gastos com dias perdidos de trabalho

Os dias perdidos de trabalho são definidos por aqueles em que a pessoa não comparece ao seu posto de trabalho devido à poluição excessiva que lhe causou danos à saúde. Isso ocorre por indisposições ou internações devido à problemas no aparelho respiratório ou cardiovasculares. Ao serem obrigadas a buscar tratamento médico, essas pessoas perdem dias de trabalho, gerando uma produção que foi sacrificada. Isso representa um custo à sociedade, associados à poluição do ar, além de danos ao bem-estar do próprio indivíduo.

Pela metodologia apresentada por Lvovshy (2000) é possível estimar a quantidade de dias perdidos de trabalho decorrente da poluição elevada de MP10. Na impossibilidade de estabelecer a função dose-resposta para o caso específico de Piracicaba e diante do fato já explicitado acima de que há razoabilidade em considerar como similares os efeitos de MP10 sobre a saúde de indianos e brasileiros, no presente ensaio de mensuração utilizou-se o mesmo parâmetro “b” do estudo de Lvovshy, ou seja o parâmetro b é igual a 0,0575.

Para realizar o cálculo de vida sacrificada obteve-se a renda média mensal para a região de Piracicaba, que se encontra em R\$ 1.813,80 (IBGE, 2007). Para os dias de trabalho dividiu-se esse valor por 30 dias, o que representa uma renda diária média de R\$ 60,46. Para chegar ao valor, multiplicou-se o a população de 356.179 mil pessoas (CENSO 2010) por 0,0575 e depois multiplicou-se por R\$ 60,46, o que gera o montante de R\$ 1.238.220,80.

Tabela 8: Impacto nos custos dos dias perdido em Piracicaba

Concentração reduzida		
14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Dias perdidos reduzidos	Custos por dia perdido	Custo
20480	R\$ 60,46	R\$ 1.238.220,80

Fonte: Elaboração própria a partir dos de IBGE (2007)

É possível notar que os dias de faltas são maiores que os dias de internação, pois o número de pessoas afetadas não serão necessariamente internadas, o que indica que o valor aparentemente alto, ainda é subestimado.

3.3 Ponderações do modelo pelo índice de GINI

Grande parte dos países da América Latina, assim como o Brasil, sofre com a má distribuição de renda. Quando saímos de uma visão de continente e adentramos nas divisões regionais as desigualdades entre os estados e municípios ficam mais evidentes. No presente estudo optou-se por ponderar as simulações apresentadas anteriormente pelo índice de GINI, uma vez que a renda média utilizada é uma medida de tendência central que não expressa informações sobre a distribuição do rendimento entre os indivíduos. Isso implica em dizer que é possível haver pessoas afetadas com rendimentos superiores à média, cuja ausência ao trabalho implicará em perdas de produção superiores a outros de rendimento inferior. Acredita-se que a ponderação por um índice de desigualdade confira mais realismo ao dado, penalizando a média do rendimento quando houver má distribuição da renda.

O índice de GINI descreve a distribuição da renda, podendo variar 0, que seria a distribuição perfeita ou 1, que seria o caso onde um único indivíduo deteria toda a renda. Para sensibilizar o cálculo à presença de desigualdades na distribuição dos rendimentos, aplicou-se a ferramenta conhecida como índice de bem-estar de Sen ou simplesmente generalização de Sen (SEN, 1997).

A generalização sugerida por Amartya Sen consiste em ponderar certa variável pela desigualdade de sua distribuição, estabelecida pela diferença entre a desigualdade verificada e a desigualdade absoluta (KUWAHARA, 2010). Supondo que x seja a renda média da localidade, A seja o índice desigualdade de GINI, a generalização de Sen, K , para a distribuição de renda seria:

$$K=x(1-A)$$

Dessa forma, podemos definir valores que levam em consideração a desigualdade entre a distribuição de renda. Ao penalizar a renda média, supõe-se que o valor obtido indicaria que poderá haver maior procura por serviços públicos de saúde, e, por consequência mais comprometida será o bem-estar daqueles de menor renda, pois haverá pressões de gasto de recursos tratamento e no afastamento do trabalho. Esta solução pode gerar resultados subestimados, pois imprime menor valor monetário à produção sacrificada. No entanto, pode permitir análises posteriores mais acuradas acerca do bem-estar decorrente da renda.

3.3.1 Estimativas ponderadas

Utilizando o índice de GINI calculado pelo IBGE 2003 e pela renda per capita informada em 2007 pelo mesmo órgão chega-se aos seguintes valores para a Microrregião de Piracicaba.

Tabela 9: Renda ponderada pelo índice de GINI para a Microrregião de Piracicaba

	A GINI (2003)	x PIB per capita (2007)	$K=x(1-A)$ PIB per Capita ponderada	$x/360$ Renda média sem ponderação	$K/360$ Renda média diária	Renda média ponderada
Águas de São Pedro	0,4	R\$ 17.948,00	R\$ 10.768,80	R\$ 49,86	R\$ 29,91	R\$ 19,95
Capivari	0,42	R\$ 17.265,00	R\$ 10.013,70	R\$ 47,96	R\$ 27,82	R\$ 20,14
Charqueada	0,42	R\$ 7.873,00	R\$ 4.566,34	R\$ 21,87	R\$ 12,68	R\$ 9,19
Jumirim	0,33	R\$ 20.413,00	R\$ 13.676,71	R\$ 56,70	R\$ 37,99	R\$ 18,71
Mombuca	0,42	R\$ 9.551,00	R\$ 5.539,58	R\$ 26,53	R\$ 15,39	R\$ 11,14
Piracicaba	0,44	R\$ 21.766,00	R\$ 12.188,96	R\$ 60,46	R\$ 33,86	R\$ 26,60
Rafard	0,4	R\$ 13.116,00	R\$ 7.869,60	R\$ 36,43	R\$ 21,86	R\$ 14,57
Rio das Pedras	0,4	R\$ 2.695,00	R\$ 1.617,00	R\$ 7,49	R\$ 4,49	R\$ 3,00
Saltinho	0,36	R\$ 13.357,00	R\$ 8.548,48	R\$ 37,10	R\$ 23,75	R\$ 13,35
Santa Maria da Serra	0,41	R\$ 10.083,00	R\$ 5.948,97	R\$ 28,01	R\$ 16,52	R\$ 11,49
São Pedro	0,42	R\$ 10.311,00	R\$ 5.980,38	R\$ 28,64	R\$ 16,61	R\$ 12,03
Tietê	0,41	R\$ 20.554,00	R\$ 12.126,86	R\$ 57,09	R\$ 33,69	R\$ 23,40

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2007).

A ponderação realizada “penaliza” a renda média da cidade pela presença de desigualdade na distribuição desta renda. Assim, K que é a generalização de Sen expressaria quanto à desigualdade compromete a renda dos habitantes, afetando o bem-estar. Usando esta generalização de Sen para os municípios da região de Piracicaba (vide tabela 9) verifica-se que a média da renda é penalizada em R\$33,86 no caso de Piracicaba. A renda passa de R\$60,46 para R\$26,60, interferindo nos valores dos custos com dias perdidos. Este resultado sugere que a má distribuição da renda pode comprometer o bem-estar, sugerindo valores inferiores para os custos ambientais, levando a um possível desestímulo a ações de mitigação do dano ambiental. Por outro lado, indica que a má distribuição da renda deva ser também uma característica a ser combatida, inclusive quando se objetivam melhorias ambientais, pois a qualidade da distribuição da renda pode distorcer os parâmetros de análise e tomada de decisões.

Os custos de internação são fixos por serem custos públicos, mas toda internação gera mais gastos em outras áreas, pois a renda será menor entre todos os cidadãos. O cidadão terá uma renda menor para o tratamento particular e assim aumentando a busca por medicamentos e tratamentos nos hospitais da rede pública que já não são suficientes. Isso implica em dizer que é possível supor uma maior pressão por serviços públicos quando a renda é baixa e mau distribuída.

Tabela 10: Impacto dos custos com dias perdidos ponderados pelo índice de GINI

Concentração reduzida		
14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Dias perdidos reduzidos	Custos por dia perdido	Custo
20480	R\$ 26,60	R\$ 544.768,00

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2007).

Dessa forma o custo empresarial para Piracicaba é bem menor, mas o custo para a população continuará grande pela desigualdade de renda aferida. Tornando a potência dessa poluição mais prejudicial às classes com menores rendas.

3.4 Limitações do modelo

O presente estudo apresenta algumas limitações, além das inerentes ao modelo de vida sacrificada. Uma delas é a elevada correlação entre internações, doenças e poluição. Atribuir a um tipo de poluição a responsabilidade por um tipo de doença ou por um número de internações,

não pode ser feito. Seria necessário um estudo interdisciplinar entre áreas de saúde humana e biologia para comprovar essa causalidade. A poluição pode ser um contribuinte para o desenvolvimento de uma doença particular ou o causador dela. Outra limitação do modelo de vida sacrificada pode ser atribuída à utilização da renda como proxy da vida humana. O modelo faz uma mensuração da vida das pessoas por uma renda, atribuindo valor à vida humana, o que leva a questionamentos de ordem moral. Outro problema em utilizar a renda está na possibilidade de se excluir as pessoas que não tem renda, mas que também sofrem com a poluição, tornando o modelo falho nesse sentido.

Quanto ao uso dos parâmetros usados para a função dose-resposta, o “b” aqui utilizado foi obtido em outras localidades com diferentes tipos de clima e relevo e condições climáticas daquele ano, o que pode distorcer os resultados para o Brasil. A opção pelo modelo foi feita pela sua facilidade de manuseio e pelos resultados satisfatórios que são apresentados. Outra limitação importante são os gastos médios com internações informados pelo SUS, que têm uma característica regional. Sendo o estado de São Paulo o mais desenvolvido e as técnicas usadas e a aparelhagem são mais caras e até mais eficientes que outras localidades, isso pode distorcer a compreensão desses gastos. Essa diferença regional pode ser boa para medir as conseqüências dessa mesma atividade em outras localidades menos preparadas.

Para corrigir os problemas da atribuição de renda a vida humana, o modelo foi ponderado pelo índice de GINI. Dessa forma o valor atribuído é menor, mas ele está sensibilizado pela presença de desigualdade na distribuição da renda na localidade. Apesar das críticas a este tipo de experimento, sua justificativa reside na possibilidade de haver impactos maiores sobre a capacidade da renda gerar bem-estar quando há grande desigualdade. Se uma pessoa de baixa renda de uma localidade de alta renda média perde um dia de trabalho, ela aumenta a pressão sobre os serviços públicos de saúde, aumentando assim os gastos com a saúde pública. Essas limitações não invalidam o estudo, mas sugerem a necessidade de estudos mais complexos e talvez a criação de um modelo de dose-resposta para o Brasil, estabelecendo assim um parâmetro local.

Considerações Finais

No estudo realizado foi possível identificar a existência de custos econômicos e ambientais na produção da cana-de-açúcar. Esses custos foram demonstrados em valores monetários tanto para esfera pública quanto para a esfera privada. A fonte geradora desse custo foi estimada a partir da poluição do ar pelo MP10 durante o processo de queima da palha de cana-de-açúcar.

A escolha pelo álcool combustível vem gerando esses custos indiretos que não são considerados ao seu preço. O presente estudo levanta esses custos para o ano de 2009 e ignora outras formas de custos e interferências na vida das pessoas que vivem nessas localidades que poderiam elevar ainda mais esses custos. O estudo subestima os custos reais pela limitação do modelo, mas também por somente analisar um setor e sua contribuição para a poluição do ar. Se considerarmos toda a poluição gerada, esses custos teriam uma representação bem maior sobre os custos das empresas e do setor público.

Dentre todas as limitações do estudo, é possível observar que a perda social e econômica gerada pela degradação na região de Piracicaba é significativa, chegando a mais de R\$ 1.250.000,00 para o ano de 2009. Os valores somente são considerados pela morbidade, desconsiderando os danos da mortalidade. Embora o resultado expresse apenas uma parcela do valor econômico do recurso ambiental - ou seja, não compreenda o valor total do recurso porque não estima outros impactos além dos associados à saúde -, ele sugere a necessidade de se realizar a mensuração dos demais impactos ambientais da queima, pois se expresso em termos de valores monetários, a sensibilidade ao dano ambiental torna-se mais factível, permitindo uma perspectiva mais objetiva da problemática ambiental.

A mecanização da colheita aparenta ser uma solução inteligente para a correção dessa externalidade, pois ela gerará uma maior especialização nos campos. Os acordos feitos entre as usinas e os governos estaduais delimitam até 2014 para o fim das queimadas e o uso total de máquinas nas colheitas. Esse acordo gera um aparente alívio tanto ambiental, social e humano, já que os trabalhadores deixam de se expor a um serviço degradante e a população não sofrerá com a poluição gerada pelo setor. Mas os custos gerados até 2014 devem ser considerados pela política atual dos governantes e uma pauta para essa reparação à sociedade deve ser criada, visando melhorar a qualidade de vida das pessoas que estão nessas localidades.

Referências Bibliográficas

ARBEX, M. A. **Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da plantação de cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara-SP.** Tese de Doutorado Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2001.

CPA – Centro de Pesquisa Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura: Clima dos municípios paulistas. Disponível em:

http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_436.html Acesso em: 13 ago.2010.

FERNADEZ, R. N. **Efeitos das queimadas de cana-de-açúcar sobre o bem-estar das famílias: uma aplicação do Método de Avaliação Contingente.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto: 2008.

KNIGHT, V. M; YOUNG, C.E.F. Análise Custo Benefício da Substituição do Diesel por Gás Natural Veicular em Ônibus na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista de Economia Mackenzie**, Vol. 7, No 3, 2009. Disponível em <http://www3.mackenzie.br/editora/index.php/rem/article/view/1432>.

KUWAHARA, M. Y. ; PIZA, C. C. T. MIQL-M: uma sugestão de índice multidimensional para a qualidade de vida na presença de desigualdades. **Anais....38º Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia – ANPEC.** Salvador: dezembro, 2010.

LVOVSKY, Kseniya *et. Al.* (2000). **Environmental Costs of Fossil Fuels.** Paper nº 78 da Pollution Management Series. Banco Mundial. Disponível em

<http://lnweb18.worldbank.org/SAR/sa.nsf/Countries/India/729C363672AE053E85256C23007ACF62?OpenDocument>

ORTIZ, R. A. “Valoração Econômica ambiental”. In May, P. & Lustosa, M. C. & Vinha, V. **Economia do Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Campus, 2003, p 81-99.

SEROA DA MOTTA, R. da. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais.**Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. IPEA/MMA/PNUD/CNPq. Rio de Janeiro, 1997.

SUS, 2007. **DATASUS. Morbidade.** Disponível em:

<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/ni> Acessado em 11 nov.2010.

UFP –UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA: Estatísticas sobre os principais poluentes.

Disponível em:

http://www2.ufp.pt/cezas/CEMAS_c_UFP_files/CEMAS_ensino_UFP_files/vciar/poluentes/CO.htm Acesso em : 11 ago. 2010.

União da Indústria de Cana-de-Açúcar: Dados estatísticos. Disponível em:

< <http://www.unica.com.br/>> Acesso em: 15 jul. 2010.