



OS EFEITOS DAS QUEIMADAS AGRÍCOLAS SOBRE AS DOENÇAS  
RESPIRATÓRIAS NA MESORREGIÃO SUDOESTE MATO-GROSSENSE  
[cm.mendes@uol.com.br](mailto:cm.mendes@uol.com.br)

*APRESENTAÇÃO ORAL-Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento  
Sustentável*

**SAULA RODRIGUES DA CRUZ<sup>1</sup>; CARLOS MAGNO MENDES<sup>2</sup>; CRISTINA E  
MARCELA OLIVEIRA SILVA<sup>3</sup>.**

**1.AGENCIA DE FOMENTO DO ESTADO DE MATO GROSSO - MT FOMENTO,  
CUIABÁ - MT - BRASIL; 2.UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO -  
UFMT, CUIABÁ - MT - BRASIL; 3.SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MT,  
CUIABÁ - MT - BRASIL.**

### **Título**

**OS EFEITOS DAS QUEIMADAS AGRÍCOLAS SOBRE AS DOENÇAS  
RESPIRATÓRIAS NA MESORREGIÃO SUDOESTE MATO-GROSSENSE**

**Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável**

**Resumo:** O artigo analisa a relação existente entre queimadas agrícolas e número de pacientes afetados por doenças no aparelho respiratório. As queimadas agrícolas provocam diversas externalidades (negativas) aos moradores das localidades imediatamente próximas de onde o fogo ocorre. O Estado de Mato-Grosso é um dos grandes praticantes deste antigo método. Desta forma, posicionou-se nos últimos anos, nos primeiros lugares do ranking das queimadas. Regionalmente, encontram-se no sudoeste mato-grossense alguns dos municípios com maiores quantidades de focos de calor registrados. Por esta razão a região foi escolhida para estudo. A metodologia utilizada consistiu no emprego da análise da regressão múltipla, tendo como fonte de dados às informações provenientes do sistema DATASUS do Ministério da Saúde, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no período de 1998 a 2008. Os resultados alcançados demonstraram a relação entre as queimadas agrícolas e o número de pacientes afetados por doenças respiratórias, e em alguns municípios essa relação se apresentou mais significativa do que em outros. Estes registros, quanto ao malefício do fogo e o aumento dos casos específicos de enfermidades do aparelho respiratório, provenientes das queimadas, em Mato Grosso, acabam se transformando em casos de saúde pública.

**Palavras-chave:** externalidade, queimadas agrícolas, doenças respiratórias, DATASUS

**THE EFFECTS OF AGRICULTURAL BURNING ON THE RESPIRATORIES  
ILLNESSES IN SOUTH-WEST MESORREGIÃO MATO-GROSSENSE**

**Abstract** The paper analyze the existing relation between agricultural burning and number of patients affected by diseases of the respiratory system. The agricultural burning causes various externalities (negative) to the residents of the localities immediately next of where the fire occurs. The state of Mato Grosso is one of the great practitioners of this ancient method. In such a way, it was located in recent years, in the first places of ranking of burnings. Regionally, are in south-west mato-grossense some of the cities with larger amounts of focus of heat registered. For this reason the region was chosen for study. The methodology consisted in the use of analyze of the multiple regression having as source of data to the information proceeding from the system DATASUS of the Ministry of Health, Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and of the National Institute of Space Research (INPE), from 1998 to 2008. The results demonstrated the relationship between agricultural burning and the number of patients affected by respiratory illnesses, and in some cities this ratio was comparatively more significant than others. These registers, in the case of problems provoke for the fire and the increase of the cases specific of diseases of the respiratory system, proceeding from the burning, in Mato Grosso, they finish if transforming into cases of public health.

**Key words:** externality, agricultural burning, respiratory illnesses, DATASUS.

JEL classification: I11, I18.

## 1. INTRODUÇÃO

A queima é um processo de combustão de biomassa onde a princípio se tem a liberação de água e dióxido de carbono. Além desses, outros elementos como o monóxido de carbono (CO), os óxidos nitrosos (NOx), os hidrocarbonetos e as partículas de aerossóis são gerados nas queimadas.

A prática das queimadas apesar de maléfica ao meio ambiente e à saúde humana é em demasia empregada no Brasil e principalmente no estado de Mato Grosso. A utilização do fogo afeta diretamente a saúde das populações que residem próximas as localidades onde este é ateadado. A fuligem e os gases liberados com a queima provocam doenças respiratórias principalmente em crianças e idosos, considerados como grupo de risco por estarem mais susceptíveis a estes tipos de doenças. Ainda, o uso constante do fogo como um fator de produção causa danos ao solo como a perda da produtividade no longo prazo.

Em Mato Grosso, o modelo de ocupação e uso do solo está freqüentemente associado, de alguma forma, à queima agrícola. A vasta dimensão das propriedades rurais presentes no estado mato-grossense, acabaram por propiciar e difundir a prática das queimadas. Ainda existe a falsa idéia de que o fogo nas atividades agropecuárias representaria menores custos de produção.

Podem ser elencadas diversas finalidades das queimadas na agricultura, como o controle de pragas, renovação de pastagens e preparo da área para plantio e colheita. É evidente que todos esses objetivos poderiam ser alcançados de outras maneiras menos agressivas e nocivas a saúde humana e ao meio ambiente. Todavia, isso implicaria além da conscientização dos produtores, em novas práticas de preparo do solo, em investimentos na compra de maquinários, maiores contratações de mão-de-obra e maior tempo no preparo

da produção etc. Dadas essas circunstâncias, para o produtor torna-se mais viável recorrer às práticas das queimadas, na tentativa de solucionar seus problemas de cultivo.

Assim, face ser de uso comum a prática do fogo, e nos últimos anos o estado ocupou as primeiras posições no ranking das queimadas, alguns municípios da mesorregião sudoeste mato-grossense foram escolhidos para a análise em virtude de serem os maiores produtores de cana-de-açúcar no estado. Cultura essa tradicionalmente associada ao emprego da queima na colheita e, conseqüentemente trazendo uma série de agravos para a saúde dos trabalhadores, bem como para população dessas regiões.

Diante desse quadro de externalidades negativas, este trabalho objetivou compreender a relação proveniente da prática das queimadas agrícolas, em decorrência da cultura da cana-de-açúcar, ocorrida nos municípios selecionados da mesorregião sudoeste mato-grossense, sobre o na saúde da população residente, nessa região, no período de 1998 a 2008. Saúde esta que fica comprometida por doenças no aparelho respiratório e, conseqüentemente com suas implicações, passam a prescindir e demandar um número maior de vagas hospitalares (leitos-internações). Tal fato, além de onerar financeiramente o Estado, congestiona e contribui, ainda mais, para a deterioração do sistema público de saúde.

Este trabalho é composto por esta introdução e cinco sessões: a segunda descreve as queimadas como fator prejudicial à saúde humana; a terceira apresenta o material e métodos empregados; a quarta parte envolve a discussão dos resultados; e a quinta sessão traz as considerações finais.

## **2. As queimadas como fator prejudicial à saúde humana**

As queimadas estão amplamente inseridas no processo produtivo brasileiro. A primeira vista é a maneira mais barata que o produtor tem de resolver suas questões de produção. Se o fogo não fosse utilizado, provavelmente os agropecuaristas teriam que investir na compra de máquinas pesadas para remover as árvores caídas e despender tempo roçando com facões as erva daninhas que invadem as pastagens (ALENCAR et al., 1997; NEPSTAD et al., 1999a, 2001 apud ALENCAR et al., 2002).

Aparentemente o fogo possui suas vantagens, porém os prejuízos da utilização das queimadas na produção surgem principalmente no longo prazo. Darcie (2002, p. 12) elenca os vários danos que fogo ocasiona tanto ao próprio solo como a saúde da população

Se possuem algumas vantagens aparentes e imediatas, as queimadas provocam, a médio e longo prazo, a perda da biodiversidade, aumento do efeito estufa, o empobrecimento do solo, com a perda da fertilidade e destruição dos microorganismos, favorecem a erosão, a poluição do ar, aumentam a ocorrência de doenças respiratórias, e causam toda sorte de problemas como fechamento de aeroportos, cortes em linhas de transmissão de energia, falta de visibilidade em estradas, entre outros.

Todas essas externalidades negativas impactam diretamente na sociedade, todavia os danos à saúde da população podem ser considerados o de maior relevância. O uso das

queimadas agrícolas provoca reduções na qualidade do ar, através dos gases liberados e pela emissão de material particulado, sendo este último uma das substâncias mais prejudiciais. Conforme Arbex (2004, apud ALMEIDA; SANTO, 2007) o material particulado é gerado com a queima da biomassa, e em sua constituição cerca de 94% são partículas finas e ultrafinas, sendo o poluente da queima que apresenta maior toxicidade.

Ainda existe o fato de que essas substâncias provindas da queima, não prejudicam somente as populações imediatamente próximas aos lugares onde de fato ocorreram as queimadas. Carvalho *et. al.* (2008) apresenta um estudo na qual relacionava queimadas e doenças respiratórias, com uma abordagem espacial. Desta forma, foi constatado, neste trabalho, que o número de internações devido problemas respiratórios, em alguns municípios do Acre, eram de responsabilidade das queimadas ocorridas em municípios vizinhos.

Dentre os gases liberados pelo processo de queima de biomassa estão; o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o monóxido de carbono (CO), o óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>) além de partículas de aerossóis e hidrocarbonetos. Todas essas substâncias provocam grandes danos a saúde humana, entretanto os hidrocarbonetos merecem maiores esclarecimentos.

Os *hidrocarbonetos policíclicos aromáticos* (HPAs ou PAHs) são um grupo de compostos que surgem durante o processo de queima de material orgânico. Processos como de torrefação, secagem, defumação, alguns tipos de cozimentos e também a poluição ambiental produzem os HPAs.

Estudos realizados por pesquisadores da Universidade de Antuérpia na Bélgica, e do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista – UNESP mostram que os HPAs são umas das substâncias lançadas na atmosfera através das queimadas. Neto e Silva (2009, p. 12) em seu trabalho relataram como se formam os HPAs, especificamente quando ocorre a queima da palha da cana-de-açúcar:

Sua formação ocorre a partir da queima incompleta de substâncias orgânicas, ou seja, na presença de pouco oxigênio. Quando a queima da palha ocorre rapidamente, facilitada pela ação dos ventos, são liberados menos PAHs, e o oposto, quando não há ação dos ventos, quando a queima da palha ocorre em um intervalo de tempo maior, o oxigênio, por permanecer por mais tempo, ocorre uma produção maior de PAHs. Essa substância liga-se a micropartículas e fuligem geradas pela queima dos materiais orgânicos e dependendo da temperatura e conseqüentemente da pressão, permanecem na atmosfera por um longo período espalhando-se por todo o ambiente, principalmente se não houver precipitação.

Os hidrocarbonetos quando presentes no ar podem agravar os problemas no aparelho respiratório, e mesmo em quantidades pequenas algumas dessas substâncias podem causar câncer. Na 64ª reunião do Comitê Conjunto FAO/OMS de peritos em Aditivos Alimentares (Jecfa) foi realizada uma avaliação sobre as informações

toxicológicas, e concluiu-se que dentro do grupo dos HPAs, 13 compostos são potencialmente cancerígenos<sup>1</sup> e genotóxicos<sup>2</sup> (CAMARGO et al., 2006).

De modo geral, as emissões de gases e material particulado estão mais ligadas às atividades realizadas pelo ser humano do que as ações da própria natureza, como exemplo desta última, as atividades vulcânicas. Pato (2003) já destaca esta questão relativamente às emissões de gases que provocam o efeito estufa, onde ele afirma serem as ações antropogênicas as maiores responsáveis por este problema.

Deste modo, das ações do homem em que o fogo é constantemente empregado, destacam-se as queimadas agrícolas, e dentre estas, a queima na cultura da cana-de-açúcar. Como afirmam Roseiro e Takayanagui (2002), o fogo é amplamente utilizado tanto na colheita como na limpeza do canavial. Estes fatos são importantes, pois tanto as queimadas agrícolas e mais especificamente a queima na cultura da cana-de-açúcar foram aspectos dos quais se obteve duas premissas para a escolha dos municípios estudados neste trabalho.

A primeira premissa reside na constatação de que a utilização do fogo na produção agrícola é comum nos municípios mato-grossenses, a qual tem levado o estado, ao longo dos últimos anos, a ocupar as primeiras posições no ranking das queimadas. Em 2008, segundo os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, o estado ficou na terceira posição, e em 2009 até o mês de outubro Mato Grosso já estava na segunda colocação.

A segunda premissa é baseada na hipótese de que, dentre as atividades agrícolas, a que mais utiliza o fogo na produção, é a cultura da cana-de-açúcar, uma vez que a região selecionada para o estudo correspondeu em 2008 por mais de 57% da área plantada em Mato Grosso, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, dentre os onze municípios selecionados existem as usinas; Barralcol S/A em Barra do Bugres, Itamarati em Nova Olímpia e a Cooperativa Agrícola de Produtores de Cana de Rio Branco - COOPERB no município de Lambari D'oeste. Segundo levantamentos da CONAB, essas três usinas processaram em 2008, cana, de uma área plantada de mais de 100 mil hectares. A produção nos outros municípios, onde não há usinas, é em grande parte destinada a essas usinas citadas, como é o caso da produção de Tangará da Serra, que é processada na usina Itamarati em Nova Olímpia. Esses foram pontos fundamentais para a escolha da área de estudo.

Outro ponto importante para esta pesquisa, que também influenciou na seleção dos municípios dos sudoeste mato-grossense, foi os números de internações e de focos de calor registrados nesta região. A Tabela 01 apresenta os municípios selecionados e nela estão contidos os números de focos de calor e de internações por motivos de doenças no aparelho respiratório, para os anos de 1998 a 2008.

Nota-se, nessa Tabela, que Tangará da Serra, assim como Pontes e Lacerda foram uns dos municípios com registro de maior número de focos de calor na mesorregião sudoeste mato-grossense. Isso, possivelmente, refletiu no aumento de incidência no número de internação por doenças respiratórias

---

<sup>1</sup> Capaz de produzir câncer.

<sup>2</sup> Capaz de causar danos aos genes de uma célula ou de um organismo.



Tabela 01 - Internações por doenças respiratórias e focos de calor – 1998 a 2008

<b>Microrregiões e Município Selecionados</b>	<b>Número de Focos <sub>1</sub></b>	<b>Número de Internações <sub>2</sub></b>
<b>Alto Guaporé</b>	<b>4.196</b>	<b>4.863</b>
Pontes e Lacerda	4.196	4.863
<b>Tangará da Serra</b>	<b>5.765</b>	<b>32.462</b>
Barra do Bugres	1.948	7.928
Denise	283	2.048
Nova Olímpia	560	2.645
Porto Estrela	566	1.468
Tangará da Serra	2.408	18.373
<b>Jauru</b>	<b>3.495</b>	<b>7.304</b>
Araputanga	104	3.285
Indiavaí	180	415
Lambari D'Oeste	631	572
Porto Esperidião	2.354	1.767
Salto do Céu	226	1.265

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE <sub>1</sub> e Ministério da Saúde – DATASUS <sub>2</sub>.

Por consequência, podemos observar, a partir da Tabela 02, que na maioria dos municípios selecionados, entre os cinco principais motivos de internações, as doenças no aparelho respiratório são as enfermidades com maiores índices. Ainda, pode ser constatado

à grande representatividade das doenças respiratórias no número de internações nos municípios selecionados, onde Tangará da Serra apresentou o maior valor relativo.

Segundo Mendes e Silva (2009), para o ano de 2004, o estado de Mato Grosso aparece em 1º lugar não somente no quesito queimadas, mas também lidera o ranking de maior área desmatada da Amazônia Legal, em consequência disto, segundo dados do IBGE e DATASUS, as doenças do aparelho respiratório correspondem uma média de 20% do número de internações e de óbito.

Outro aspecto importante é em relação aos grupos de indivíduos mais suscetíveis a serem afetados por problemas respiratórios. Em Castro et.al. (2007, p. 454) é apresentada uma discussão sobre os efeitos da queima agrícola sobre a saúde humana, e destaca-se o seguinte fato:

Os estudos epidemiológicos evidenciam um aumento consistente de doenças respiratórias e cardiovasculares e da mortalidade geral e específica associadas à exposição a poluentes presentes na atmosfera, principalmente nos grupos mais suscetíveis, que incluem as crianças menores de 5 anos e indivíduos maiores de 65 anos de idade.

Tabela 02 - Principais causas de internações para os municípios selecionados da mesorregião sudoeste mato-grossense - 2008

<b>Município</b>	<b>Algumas Doenças Infecciosas e Parasitárias</b>	<b>Doenças do Aparelho Circulatório</b>	<b>Doenças do Aparelho Respiratório</b>	<b>Doenças do Aparelho Digestivo</b>	<b>Gravidez Parto e Purpério</b>
Araputanga	17,2%	8,6%	21%	11,3%	17,4%
Barra do Bugres	15,2%	6,4%	23%	6,6%	20,6%
Denise	30,4%	6,5%	23,9%	8,1%	12,9%
Indiavaí	14,1%	20%	26,3%	11,4%	8,7%
Lambari D'Oeste	3,4%	10,7%	7,3%	10,3%	34%
Nova Olímpia	16,4%	7,6%	26,2%	8,2%	16,5%
Pontes e Lacerda	18%	8,3%	13,1%	7,7%	18,1%
Porto Esperidião	10,1%	7,6%	17,9%	11,1%	19%
Porto Estrela	10,2%	10,6%	16,7%	9,7%	22%
Salto do Céu	4,9%	11,1%	21,8%	10,6%	21,3%
Tangará da Serra	11,5%	3,4%	30,1%	5,8%	22,9%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Ministério da Saúde – DATASUS

Ainda que todos possam ter a saúde prejudicada pela queima agrícola, os grupos como maiores possibilidades de sofrerem problemas respiratórios são certamente os de

crianças e idosos. A Tabela 03 mostra em percentual o número de internações por doença respiratória nos municípios de estudo separados por faixa etária.

Tabela 03 - Internações por doença respiratórias por faixa etária nos municípios selecionados da mesorregião sudoeste mato-grossense - 2008

Município	Menores de 1 a 4 anos	5 a 9 anos	10 a 14 anos	15 a 19 anos	20 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos e mais
Araputanga	44,8%	13,5%	5,4%	4,0%	6,3%	3,6%	1,8%	4,5%	3,1%	13,0%
Barra do Bugres	54,9%	8,2%	2,7%	2,6%	5,3%	4,5%	2,9%	4,0%	4,5%	10,2%
Denise	34,7%	16,0%	4,0%	4,7%	3,3%	7,3%	4,0%	9,3%	7,3%	9,3%
Indiavaí	43,6%	7,7%	2,6%	2,6%	7,7%	5,1%	7,7%	2,6%	7,7%	12,8%
Lambari D'Oeste	17,6%	11,8%	0,0%	5,9%	11,8%	11,8%	11,8%	17,6%	5,9%	5,9%
Nova Olímpia	30,4%	5,2%	6,4%	7,0%	7,2%	7,2%	6,1%	10,1%	13,0%	7,2%
Pontes e Lacerda	32,7%	8,0%	3,0%	4,7%	6,9%	3,6%	8,3%	9,4%	10,5%	12,7%
Porto Esperidião	17,2%	10,3%	1,1%	5,7%	13,8%	12,6%	10,3%	6,9%	6,9%	14,9%
Porto Estrela	43,9%	4,9%	2,4%	0,0%	4,9%	4,9%	2,4%	4,9%	4,9%	26,8%
Salto do Céu	13,2%	9,4%	3,8%	1,9%	13,2%	7,5%	9,4%	9,4%	13,2%	18,9%
Tangará da Serra	71,5%	9,4%	2,1%	0,8%	1,8%	1,8%	1,4%	2,7%	3,5%	4,9%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Ministério da Saúde – DATASUS

Como pode ser observado na Tabela 03, em praticamente todas as regiões, o grupo das crianças menores de 1 a 4 anos foi o que mais submeteu-se a internações por doenças respiratórias dentre todos os grupos.

O município de Tangará da Serra novamente se sobressai, onde do total dos afetados por doenças no aparelho respiratório em 2008, mais de 71% eram crianças

menores de 1 a 4 anos. Já no município de Salto do Céu, os maiores prejudicados foram os idosos com mais de 70 anos, com mais de 18% das internações.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Queimadas agrícolas**

Segundo Miranda (2003 apud MIRANDA et al. 2005, p. 02) a queimada agrícola não deve ser confundida como incêndio, ele a define da seguinte maneira;

A queimada é uma tecnologia agrícola, praticada há milhares de anos pelos indígenas brasileiros (coivara), incorporada na prática agrícola dos povoadores portugueses do século XVI e também pelos agricultores italianos, alemães, poloneses, japoneses etc. que migraram para o Brasil, a partir do final do século XIX e início do XX.

Em Gigante *et.al.* (2007) queimada agrícola é entendida como o fogo controlado, onde o agricultor com intuito de controlar as pragas, de renovar as pastagens, de preparo da área para plantio e etc., define um local e uma determinada hora para que ocorra a queima. Pode-se então inferir que a queimada agrícola tem como objetivo final oferecer condições para que a produção agropecuária, em certas culturas, seja realizada.

#### **3.2 Referencial teórico**

##### **3.2.1 Externalidades**

O uso do fogo na produção agropecuária gera vários problemas a sociedade (ex. aumento de acidentes nas estradas devido à redução da visibilidade dos motoristas nas pistas; o fechamento de aeroportos; baixas umidades do ar aliadas à fumaça produzida pelas queimadas; etc). Apesar das queimadas não beneficiarem a produção como se imaginam, ainda assim os produtores a utilizam e não incluem os danos provocados por esta ação nos seus gastos com a produção, sendo então estes custos socializados com todos os indivíduos, que vivem nas regiões próximas de onde é praticada a queimada agrícola. Dessa forma, quando não ocorre a socialização de custos, que deveriam ser individuais, ou então quando os benefícios provindos de ações individuais tornam-se coletivos sem a remuneração daquele que fez surgir algo positivo, surge as externalidades (falhas de mercado).

As falhas de mercado provocam uma situação em que o custo marginal social não é equivalente ao benefício marginal. Quando não refletidas nos preços de mercado, as externalidades provocam a ineficiência da economia (PINDYCK, 2005). Como elas não são inseridas no processo produtivo, a produção com o uso da técnica da queimada agrícola é maior do que se fossem considerados os custos gerados pelas externalidades negativas. A Figura 1 apresenta a decisão de produção de uma firma que gera externalidades:

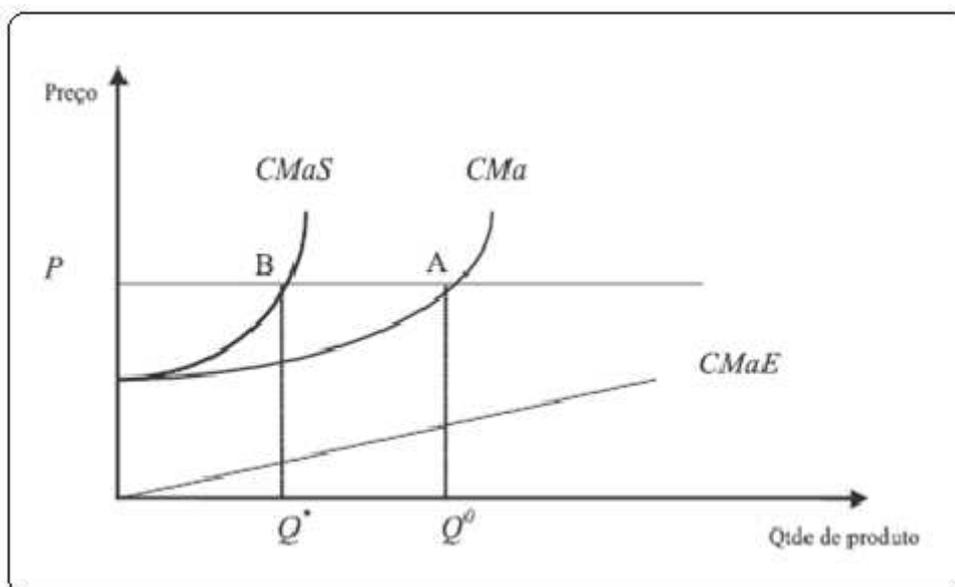


Figura 01 - Curvas de custos marginais sociais, privados e externos associados à produção agropecuária no estado do Acre  
 Fonte: Carvalho *et. al.* (2008)

As externalidades negativas ocorrem quando o custo marginal social ( $CMaS$ ) é maior que o custo marginal ( $CMg$ ). Na Figura 1 o ponto “A” representa o ótimo privado e o “B” o ótimo social, sendo o  $CMaS$  dado pela soma do  $CMA$  e do custo marginal externo ( $CMAE$ ). Conforme Pindyck (2005), se não há incorporação dos custos das externalidades à produção, ocorrerá maximização de lucros com a firma produzindo em  $Q^\circ$ , já quando as externalidades são acrescentadas aos custos de produção, ela será eficiente ao nível  $Q^*$ .

Como as externalidades são reflexos das ações dos agentes econômicos, e estes se comportam de maneira individualizada, para que sejam levados em consideração os interesses da sociedade, torna-se necessária a intervenção do Estado na economia. Esta intervenção pode acontecer através da produção direta ou da concessão de subsídios para gerar externalidades positivas, da regulamentação das atividades, e da aplicação de multas ou maiores tributos no intuito de desestimular as atividades que causam externalidades negativas (ALÉM; GIAMBIAGE, 2001).

No Brasil, uma das formas utilizadas para corrigir as externalidades, causadas pelo uso das queimadas agrícolas, é através da regulamentação. O decreto número 2.661 de 08/07/1998 (BRASIL, 1998) determina normas para utilização do fogo como fator de produção, estabelecendo de que forma e em quais atividades este poderá ser empregado. Segundo o decreto, o fogo só poderá ser utilizado para fins de pesquisas científica e tecnológicas e no manejo em atividades agropastoris, que são as queimas para a colheita da cana-de-açúcar, nos restos de culturas e no controle de pragas, sendo que a área em que ocorrerá a queima deverá ser previamente estabelecida.

Relativamente ao fogo empregado como fator de produção na cultura da cana-de-açúcar, o decreto traz determinações que visam reduzir as externalidades negativas

causados pelo fogo empregado no despalhamento da cana. O artigo 16 do capítulo IV do decreto dispõe sobre a redução gradativa no uso do fogo para a queima da palha da cana-de-açúcar:

Art 16. O emprego do fogo, como método despalhador e facilitador do corte de cana-de-açúcar em áreas passíveis de mecanização da colheita, será eliminado de forma gradativa, não podendo a redução ser inferior a um quarto da área mecanizável de cada unidade agroindustrial ou propriedade não vinculada a unidade agroindustrial, a cada período de cinco anos, contados da data de publicação deste Decreto.

### 3.3 Área de estudo

A área de estudo abrange a mesorregião sudoeste mato-grossense. Essa região compreende 22 municípios, que são agrupados em três microrregiões: Alto Guaporé, Jauru e Tangará da Serra. Contudo, para realização deste trabalho, foram utilizados somente os municípios, que apresentaram durante o período de 1998 a 2008, algum valor de produção para acultura de cana-de-açúcar e números de focos de calor. Desta forma, foram selecionados apenas onze municípios da mesorregião sudoeste mato-grossense<sup>3</sup>.

### 3.4 Especificações do modelo a ser estimado

Para estimar a relação proveniente das queimadas agrícolas ocorridas nos municípios selecionados da mesorregião sudoeste mato-grossense, e seus efeitos no número de internações por doenças respiratórias, foi empregado o modelo de regressão:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + u \quad (1)$$

Onde:

Y = número de internações relativas às doenças respiratórias incorridas pelas queimadas;

X<sub>1</sub> = área queimada;

X<sub>2</sub> = valor da produção de cana-de-açúcar;

X<sub>3</sub> = população residente nos municípios;

u = erro aleatório.

### 3.5 Descrições das variáveis

#### 3.5.1 Variável dependente:

(Y): Número de internações<sup>4</sup>

Esta variável refere-se ao número de internações registrado no período de 1998 a 2008, devida enfermidades no aparelho respiratório. Foram utilizados dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), órgão da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde. Todavia, é evidente que as doenças no

<sup>3</sup> A Tabela 01 apresenta a relação dos municípios selecionados (pg. 06)

<sup>4</sup> O número de internações foi utilizado como Proxy para a variável “doentes por problemas no aparelho respiratório”.

aparelho respiratório não são causadas exclusivamente pelos efeitos das queimadas. Existem ainda aquelas que surgem devido a fatores como o tabagismo ou então enfermidades crônicas como a bronquite e a asma. Contudo, essas doenças podem ser agravadas, indiretamente com as queimadas, com a piora da qualidade do ar. Assim, mesmo essas doenças não sendo diretamente causadas pelos efeitos do uso do fogo, foram computadas nos números de internações por doenças no aparelho respiratório.

### 3.5.2 Variáveis explicativas

( $X_1$ ): Área queimada

Foi constatado que ainda não existe uma estatística oficial, que aponte com certo grau de exatidão, o quanto de vegetação é atingida pela queimada agrícola no estado de Mato Grosso. Nessa circunstância, a idéia inicial do trabalho foi de utilizar, como variável proxy, os dados da Secretaria do Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso - SEMA-MT sobre autorizações de queimadas.

Essas autorizações são liberadas para os produtores que atendam os requisitos exigidos, como a Autorização de Desmatamento e a Licença Ambiental. Além de exigências documentais, a SEMA-MT só autoriza a queima em atividades previamente estabelecidas em lei, sendo elas; a queima para a colheita da cana-de-açúcar, de culturas para controle fitossanitário, a queima de restos de cultura e para pesquisas científica e tecnológica.

No entanto, a idéia de utilizar os dados de área queimada provenientes da SEMA-MT foi descartada em razão dos valores abrangerem somente a área autorizada. Isso quer dizer que dentro do montante não está computada aquela área, que se queima, sem autorização legal. Além desse motivo foram observados alguns equívocos nos valores anuais de autorização de queima, quando comparados aos valores anuais de produção de cana-de-açúcar, onde em alguns municípios, em determinado período, houve grande área colhida desta cultura e, no entanto não foi registrado nenhum valor de área autorizada para a queima no mesmo período e municípios.

Por esses motivos, tornou-se inviável o emprego dos dados da SEMA-MT. Então, optou-se pela utilização dos valores de focos de calor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Todavia esses focos não representam rigorosamente a área queimada.

Diante dessas circunstâncias, foi então empregada a metodologia de Setzer e Pereira (1991) para fazer uma estimativa em área queimada com base nos focos de calor registrados. Os autores desenvolveram um método baseado na análise das imagens do satélite NOAA-9, do Centro de Previsão do Tempo de Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Desta forma, foram identificados os focos de calor e utilizado coeficientes para ajustar as prováveis sobre-estimativas induzidas pela duplicação dos focos de calor, tudo com base em pesquisa de campo.

A equação abaixo mostra a forma de calculo para a estimativa de área queimada a partir do número de focos. Para essa pesquisa foram utilizados os focos de calor registrados pelo satélite NOAA-12 noturno para o período de 1998 a 2007. Contudo, este satélite foi desativado no dia 10 de agosto de 2007. Então, para o complemento da série, ou seja, os meses restantes de 2007 e o ano de 2008 foram utilizados focos de calor registrado pelo satélite NOAA-15 noturno.

$$AQ = (NF/1,5) * (0,63) * (1,2 \text{ Km}^2) \quad (2)$$

Onde:

AQ = Área queimada

NF= Número de focos registrado pelos satélites, no caso deste trabalho o NOAA-12 e NOAA-15

1,5 = Duração da queimada (assumindo um número médio de dias de queimada)

0,63 = Fator que representa a área queimada descontando a sobre-estimativa de 0,37 conforme metodologia de Setzer e Pereira.

1,2 km<sup>2</sup> = Área do pixel em nadir.

A divisão do número de focos por 1,5 na eq. (2) é uma forma de ajuste, pois geralmente quando ocorrem grandes queimadas, ela tem duração superior a um dia, e esse ajuste evita que o mesmo foco de uma determinada queimada seja considerado mais de uma vez. Com relação a sobre-estimativa, como os satélites registram os focos por causa da temperatura, é comum que uma pequena área tenha grande quantidade de focos registrados, então para evitar essa sobre-estimativa, desconta-se 0,37 e o valor que representa a área queimada fica em 0,63.

O valor 1,2 Km<sup>2</sup> representa como já citado, a área do pixel em nadir. Na eq. (2) o valor da área estimada é expresso em Km<sup>2</sup>. Como optou-se por trabalhar a área em hectares, então o valor final foi multiplicado por 100 para que fosse obtida uma área nessa unidade de medida.

Esta variável está subentendida como uma proxy para a variável renda. A princípio tentou-se trabalhar com os valores relativos à renda per capita da região, baseando-se nos valores do PIB per capita. No entanto, estes valores não estavam disponíveis. Então como Proxy para esses valores, foi empregado neste trabalho o valor da produção da cana-de-açúcar com valores corrigidos através do Índice Geral de Preços – Mercado (IGP-M/FGV). Tal fato é justificado dado que a região é essencialmente agrícola, e tem no cultivo da cana-de-açúcar grande participação e influência no valor do PIB destes municípios.

(X<sub>3</sub>): População residente nos municípios

As informações referentes à população dos municípios selecionados foram levantadas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estimada em 2008 em cerca de 230 mil habitantes. A região composta pelos municípios compreende uma área de aproximadamente 43.665 quilômetros quadrados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estatística descritiva dos dados

Inicialmente procedeu-se a estimação do modelo com dados agregados para os onze municípios selecionados da mesorregião sudoeste Mato-Grossense. A Tabela 04 mostra a regressão estimada. Por se tratarem de variáveis em diferentes escalas, foi aplicado uma transformação logarítmica nos valores dessas variáveis (GUJARATI, 2006).

Inicialmente, para avaliar a qualidade da regressão estimada, foi analisado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Observou-se que a variação no número de internados por doenças respiratórias é explicada em 68,07% pelas variáveis explicativas do modelo.

Observa-se na Tabela 04 abaixo, que o valor calculado de  $F$  é 4,97. Ao nível de 5%, o valor de  $F$  é significativo. Dessa forma, a hipótese de efeito nulo é rejeitada, ou seja, a de que estas variáveis em conjunto não explicariam o número de internações.

Outro ponto importante a ser observado é a significância das variáveis independentes do modelo para explicar a variável dependente ( $Y$ ). Pelos resultados estimados (Tabela 04) verifica-se que a única variável, que apresenta significância ao nível de 1%, é área queimada ( $X1$ ). Observa-se que as demais variáveis (valor bruto da produção de cana-de-açúcar população residente) não foram significativas. Isto não explica o número de internações por doenças respiratórias. Para diagnosticar a autocorrelação, comum em séries temporais, foi utilizado o teste Durbin-Watson ( $DW$ ). Ao nível de significância de 1%, concluiu-se que a autocorrelação não foi detectada nesse modelo.

Em seguida, após a estimação do modelo envolvendo os onze municípios selecionados, realizou-se a estimação, separadamente, para cada município. Tal procedimento visou compreender o comportamento do número de internações relativas às doenças respiratórias incorridas pelas queimadas, nesses municípios. No entanto, a maioria desses resultados não apresentou significância estatística. Dentre todos os resultados gerados, apenas o município Salto do Céu apresentou resultados significativos, com os sinais dos coeficientes das variáveis mais compatíveis com o esperado.

Tabela 04 – Regressão estimada por MQO para os municípios selecionados

Variável	Coefficientes	Estatística t
Constante	0,459496	0,114187
X1	0,250229	3,046829*
X2	-0,007146	-0,069599
X3	0,380384	0,458827
$R^2$	0,680797	
F calculado	4,976531**	
Durbin-Watson	1,790453	
Número de observações	11	

Fonte: dados da pesquisa

\*denota significância 1%

\*\* denota significância 5%

Pelos resultados estimados (Tabela 05) verifica-se que a única variável, que apresentou significância ao nível de 10%, é área queimada ( $X1$ ). Entretanto, a variável valor bruto da produção de cana-de-açúcar ( $X2$ ) apresentou o coeficiente com o sinal fora do esperado. O sinal negativo desse coeficiente evidencia uma relação inversa entre esta variável e o número de internações por doenças do aparelho respiratório. Acredita-se que um acréscimo no valor bruto da produção está relacionado com aumento da produção agrícola, que está associada com as práticas das queimadas e que acabam impactando no número de internações por doenças respiratórias nessa região. Contudo, esta variável não apresentou significância estatística.

Tabela 05 – Regressão estimada por MQO para o município de Salto do Céu

Variável	Coefficientes	Estatística t
Constante	-0,130072	-0,030576
X1	0,477981	1,910127*
X2	-0,341255	-0,908418
X3	0,600398	0,631824
R <sup>2</sup>	0,786879	
F calculado	8,615075**	
Durbin-Watson	1,807474	
Número de observações	11	

Fonte: dados da pesquisa

\*denota significância 10%

\*\* denota significância 5%

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) apresentou um valor maior do que o estimado para a regressão englobando todos os onze municípios (Tabela 5). Este resultado traduz que 78,68% das internações por doenças respiratórias, no município de Salto do Céu, são explicadas pelas variáveis: área queimada, valor bruto da produção e pela população residente no município.

Com relação à análise global da regressão, identificado pelo valor da estatística  $F$  de *Snedecor*, foi significativo ao nível de 5%. Tal fato evidencia que pelo menos uma das variáveis independentes exerce influência significativa sobre o número de internações por doenças respiratórias (Tabela 5).

Por fim, como já abordado na regressão, envolvendo os dados em conjunto para todos os municípios selecionados, resta também aqui, averiguar a existência ou não da autocorrelação no modelo. Através do teste Durbin-Watson ( $DW = 1,80$ ), ao nível de significância de 1%, foi concluído que a autocorrelação não esteve presente no modelo estimado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Mato Grosso a prática das queimadas agrícolas está largamente inserida no processo produtivo. Na mesorregião sudoeste do estado, ela é empregada principalmente na cultura da cana-de-açúcar. Em consequência disso, o emprego do fogo na produção acarreta em diversos problemas, os quais podem ser traduzidos em externalidades negativas, como por exemplo, a redução da qualidade do ar.

Inicialmente, foi estimado o modelo englobando todos os 11 municípios selecionados da região mesorregião sudoeste Mato-Grossense. O coeficiente de determinação calculado assegura que a variação no número de internados por doenças respiratórias é explicada em 68,07% pelas variáveis independentes. Pelos resultados estimados, foi constatado que a única variável que se apresentou significativa era a área queimada (X1). As demais variáveis (valor bruto da produção de cana-de-açúcar e a população residente) não foram significativas. Isto é não explicam o número de internações por doenças respiratórias.

Em seguida, foram realizadas várias estimativas de regressão, envolvendo as mesmas variáveis socioeconômicas, empregadas no modelo anterior, agora para cada um dos onze municípios. No entanto, na maioria das regressões estimadas, as variáveis não apresentaram significância estatística.

Contudo, dentre todos os resultados estimados, apenas o município de Salto do Céu apresentou resultados significativos, com os sinais dos coeficientes das variáveis mais compatíveis com o esperado. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) apresentou um valor maior do que o estimado para a regressão englobando todos os municípios. Este resultado demonstra que 78,68% das internações por doenças respiratórias, no município de Salto do Céu, são explicadas pela área queimada, pelo valor bruto da produção e pela população residente.

Ainda, nesse modelo estimado, percebeu-se que a variável área queimada foi a única que apresentou significância ao nível de 10%. Apesar da produção de cana-de-açúcar no município de Salto do Céu não ser expressiva dentre os municípios estudados, pode-se inferir que a significância dessa variável poderia estar associada a sua proximidade aos grandes municípios produtores de cana-de-açúcar, como Barra do Bugres, Tangará da Serra e Lambari D' Oeste. Todavia, nos outros 10 municípios esta variável não foi significativa.

Nesse modelo estimado, a única variável que se apresentou fora do esperado foi o valor bruto da produção de cana-de-açúcar. O sinal negativo desse coeficiente evidencia uma relação inversa entre esta variável e o número de internações por doenças do aparelho respiratório. Acredita-se que um acréscimo no valor bruto da produção está relacionado com aumento da produção agrícola, que está associada com as práticas das queimadas e, que acaba impactando no número de internações por doenças respiratórias nessa região. Contudo, esta variável não apresentou significância estatística.

Assim, o que se depreende é que nos dois modelos estimados, confirma que a área queimada exerce influência sobre o número de internações por doenças respiratórias na região estudada. Contudo, o mesmo não se pode afirmar sobre as outras variáveis socioeconômicas: o valor da produção agrícola e a população residente. Pois não foram significativas em ambos modelos estimados.

Os resultados obtidos foram importantes e elucidativos. Contudo, alguns cuidados devem ser considerados quando a interpretação dos resultados alcançados neste estudo. Dificuldades relacionadas com o tamanho da amostra podem acarretar em problemas econométricos

Por fim, embora haja certo consenso quanto ao malefício do fogo sobre o aumento dos casos específicos de enfermidades do aparelho respiratório, as questões das queimadas em Mato Grosso acabam se transformando em casos de saúde pública. Pois os agravos causados pela prática das queimadas são muitos. Acarretam em custos econômicos (público e privado) para toda sociedade, dentre eles: prejuízo com gastos hospitalares e ambulatoriais (com tratamento e internações por doenças do aparelho respiratório), faltas ao trabalho, etc. Sem falar que tais fatores contribuem, ainda mais para a deterioração nos serviços público de saúde, em Mato Grosso.

## REFERÊNCIAS



ALÉM, A. C.; GIAMBIAGI, F. **Finanças públicas**: Teoria e prática no Brasil. 2 ed. São Paulo: Campos, 2000, 469 p.

ALENCAR, A. et al. **O prejuízo oculto do fogo**: queimadas e incêndios florestais na Amazônia, 2002. Disponível em: <[http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/material3os/Preju\\_fogo.pdf](http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/material3os/Preju_fogo.pdf)> Acesso em: out. 2009

ALMEIDA, L. T. de; SANTOS, Z.N. do E. **Etanol**: Impactos sócio-ambientais de uma commodity em ascensão. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 7., 2007, Fortaleza. Disponível em: <[www.ecoeco.org.br/conteudo/.../etanol\\_impactos\\_socio\\_ambientais.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/.../etanol_impactos_socio_ambientais.pdf)> Acesso em: set. 2009.

BRASIL. Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2661.htm)> Acesso em: out. 2009.

CAMARGO, M. C. R. et al. **Determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) em guaraná em pó (*Paullinia cupana*)**. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n1/28875.pdf>> Acesso em : out. 2009.

CARVALHO, L. A. et al. **Impactos das queimadas sobre as morbidades respiratórias na Amazônia**: Uma abordagem espacial no estado do Acre. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Acre. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/67.pdf>> Acesso em: ago. 2009.

CASTRO, H. et al. **Efeito das queimadas na Amazônia**: Método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde. Revista Brasileira de Epidemiologia, Brasil, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v10n4/02.pdf>> Acesso em: set. 2009.

DARCIE, C. **Mapeamento da Prática de Queimadas no Centro-Oeste Expandido**. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 8., 2002, Minas Gerais. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT\\_MA\\_PO33\\_Darcie\\_texto.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_MA_PO33_Darcie_texto.pdf)> Acesso em: set. 2009.

GIGANTE, L. A. et al. **Um estudo da similaridade das queimadas entre municípios no estado de Mato Grosso**. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/751.pdf>> Acesso em: ago. 2009.

GUJARATI, D. **Econometria Básica**. 4 ed. RJ: Campus Elsevier, 2006, 812 p.

MENDES, C. M.; SILVA, C. M. O. **Avaliação econômica dos impactos provenientes das doenças respiratórias ocasiona pela prática das queimadas em Mato Grosso**. In Anais: PRIMEIRO CONGRESSO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE CABO VERDE – 15<sup>o</sup> CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL , 2009. Cabo Verde, África.



MIRANDA, E. E. de et al. **Queimadas na Amazônia brasileira em 2005**. Campinas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2005, 9 p. Comunicado técnico apresentado a EMBRAPA, Campinas.

NETO, J. L. S.; SILVA, V. C. **A expansão da agroindústria da cana-de-açúcar na raia divisória SP/PR/MS: O impacto socioambiental das queimadas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 8., 2009. Disponível em: <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo11/091.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/091.pdf)> Acesso em: nov. 2009.

PATO, J. **As alterações climáticas no quotidiano: Estudo comportamental de curta duração**. Lisboa: Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa – ISCTE, 2003. 76 p. Relatório final acerca da problemática das alterações climáticas em Portugal. Disponível em: <<http://observa.iscte.pt/docs/Relatorio%20Final%20Alteracoes%20Climaticas.pdf>> Acesso em: out. 2009.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002, 711 p.

ROSEIRO, M. N. V.; TAKAYANAGUI, A. M. M. **Morbidade por problemas respiratórios em Ribeirão Preto (SP) de 1995 a 2001, segundo indicadores ambientais, sociais e econômicos**. Revista paulista de pediatria, São Paulo, v. 24, 2006. Disponível em: <<http://www.spsp.org.br/revista/24-21.pdf>> Acesso em: out. 2009.