

# UM ESTUDO DA SIMILARIDADE DAS QUEIMADAS ENTRE MUNICÍPIOS NO ESTADO DE MATO GROSSO

LUDMILA ALVES GIGANTE<sup>\*</sup>  
ARTURO ALEJANDRO ZAVALA ZAVALA<sup>\*\*</sup>

## RESUMO

Na atualidade, para o estado de Mato Grosso, as queimadas tornaram-se um problema que atinge a economia local, e um estudo descritivo dessa questão é interessante para a região. A queima do mato desencadeia, entre outros malefícios, danos para a floresta, que se vê devastada; a baixa produtividade do solo; o extermínio tanto da flora como da fauna silvestres; assim como a emissão de gases nocivos para a saúde do ser humano. Mas o problema central dessa problemática é quantificar o custo social decorrente da queima do mato. O presente trabalho propõe-se justamente à quantificação desse custo social, que tantos prejuízos traz ao meio ambiente, tornando cada vez mais escassos os recursos naturais, um problema esse que a humanidade tem que enfrentar com o apoio de pesquisas e reflexões. Com isso, proceder a uma rigorosa avaliação do processo e dos custos é mais que interessante, assim como é uma necessidade determinar em que municípios as queimadas são produzidas com regularidade. Para entender o problema em seu conjunto é preciso agrupar por ordem de similaridade os diferentes municípios do estado de Mato Grosso pela grandeza da despesa gerada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Queimadas, Similaridade entre Municípios, Método de Agrupamento de dados.

## ABSTRACT

In the present time for the state of Mato Grosso the forest fires had become a problem that reaches the local economy, a descriptive study of the problematic one of the forest fire if it makes of interest for the state. The forest fires bring diverse things, damages among others, as problems with the forest that if it sees liquidate, low the productivity of the ground, elimination in such a way of the flora as of the wild fauna, as well as the harmful gases for the health of the human being, the central problem of this situation is to quantify the social cost due to the forest fires. Had to this, in this work if she considers the quantification of this social cost that makes as much damage to the environment, which had to scarcer the natural resources each time, this is a problem that the humanity has that to face by means of research and reflections, with this to evaluate the process and to quantify the costs she is more than interesting, as well as also determining in that cities the forest fires are produced with regularity are a necessity. To understand the problem in its set it is necessary to group for similarity order the different cities of the state of Mato Grosso from its social cost, with this we would be characterizing the cities for the largeness of the generated cost.

**KEYWORDS:** Forest fires, Similarity between Cities, Method of Grouping of data.

## 1 – INTRODUÇÃO

O uso do fogo como ferramenta agrícola data desde a Pré-História. Sua utilização de maneira produtiva foi fundamental para o homem iniciar seu caminho rumo à civilização. Barrantes (1997) afirma que o homem primitivo fugia do fogo por ser algo desconhecido, mas à medida que este se repetia, ele conseguia vencer o medo e pouco a pouco foi se familiarizando, até dominá-lo e empregá-lo para fins benéficos, como instrumento de calor para os tempos de frio, ou contra animais selvagens. Há evidências de que o fogo já era utilizado na Europa e na Ásia no período Paleolítico posterior. Como o fogo foi essencial para o desenvolvimento do ser humano na Idade da Pedra, para os primeiros agricultores da Era Neolítica foi um fator preponderante, continuando a sê-lo até nossos dias. Porém, com o passar dos tempos, esse uso passou a trazer conseqüências danosas ao meio ambiente e ao homem, em decorrência da proporção atingida e da forma descontrolada e indiscriminada com que é usada.

Segundo o *site* da Sul Ambiental (2007), as queimadas usualmente são confundidas com incêndios florestais, por serem uma prática associada à agricultura, com a finalidade de criar áreas agrícolas em ambientes de mata. Nesse caso, porém, falaremos de desmatamento, recurso também usado para queimar resíduos, eliminar pragas ou para limpar a lavoura e facilitar a coleta, como o que se faz na plantação da cana-de-açúcar produzida em Mato Grosso. O principal prejuízo recai sobre o solo, pois além do fogo destruir toda a vegetação, acaba com nutrientes e com os minúsculos seres (decompositores) que atuam na decomposição dos restos de plantas e animais.

Nesse mesmo *site* esclarece-se a respeito do impacto das queimadas, cujo uso é altamente prejudicial a terra, pois a destruição da cobertura florestal nativa provoca a desertificação do ambiente, alterações

<sup>\*</sup> Economista pela UFMT.

<sup>\*\*</sup> D.S. (USP), Professor do Departamento de Economia da UFMT. E-mail: [arturoz@ufmt.br](mailto:arturoz@ufmt.br).

climáticas e deixa desprotegidas as nascentes e os mananciais, ocasionando uma alteração irreversível no ciclo das chuvas. Conseqüentemente, surge a necessidade de se usar uma quantidade maior de agrotóxicos e herbicidas para o controle de pragas e de plantas invasoras, prática essa que agrava ainda mais a questão ambiental, afetando os microorganismos do solo e contaminando o lençol freático e os mananciais. Ademais, ocorre a liberação de ozônio, de grandes concentrações de monóxido de carbono (CO) e de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera, substâncias que afetam a saúde dos seres vivos, além de reduzirem as atividades fotossintéticas dos vegetais, prejudicando a produtividade de diversas culturas.

As queimadas eliminam a cobertura vegetal do solo, favorecendo assim o escoamento superficial das águas das chuvas e agravando o processo erosivo, fenômeno explicado pela insuficiência de proteção da camada superficial do solo, que sofre forte compactação pelas chuvas e vai se tornando impermeável, dificultando a infiltração da água e a brota da vegetação. A queima altera, dessa forma, a umidade do solo, por causa das mudanças na taxa de infiltração de água, situação essa que torna o terreno excessivamente duro e mais propício a erosões.

O resultado de todo esse processo é a perda da produtividade agrícola, que cai à medida que a qualidade do solo piora. Com o desmatamento causado pelas queimadas acontecem ainda mudanças no regime hidrológico, as funções da bacia hidrográfica são perdidas quando a floresta é convertida para usos tais como as pastagens. A precipitação nas áreas desmatadas escoar rapidamente, ocasionando as cheias, seguidas por períodos de grande redução ou interrupção do fluxo dos cursos das águas. Depois das queimadas também se verifica o aumento do aquecimento na superfície do solo, pela maior absorção da radiação solar, fato causado não só pela perda da cobertura vegetal, mas também pela cor que fica na terra, do cinza ao preto. Outros impactos negativos são a poluição do ar, causando assim problemas de saúde à população, principalmente para as crianças e os idosos, e prejuízos em redes de eletrificação e em cercas. Além disso, a queima descontrolada de áreas não previstas causa enormes danos a áreas vizinhas e reservas ecológicas.

Nessa perspectiva, o desmatamento traz problemas ambientais e econômicos que, de alguma maneira, devem ser quantificados com a finalidade de alertar a população não somente em relação aos desastres provocados no meio natural, mas também quanto às conseqüências econômicas que representam.

No presente trabalho, pretende-se fazer uma avaliação dos efeitos econômicos das queimadas nos diferentes municípios do estado Mato Grosso, para que a comunidade na qual esteja concentrado o problema se mantenha vigilante e consciente quanto aos custos disso para o Estado.

## **2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 – Definições básicas**

Para entender o custo social e suas implicâncias algumas definições devem ser apresentadas, o que facilitará a percepção do problema ora focalizado.

#### **Queimada agrícola**

Segundo o *site* da Sul Ambiental (2007), trata-se de um procedimento controlado, que ocorre em hora e local definidos por um agricultor e com um objetivo inserido num sistema de produção (controle de pragas, renovação de pastagens, preparo da área para plantio ou colheita etc.).

Quando realizada em condições inadequadas ou acontece de forma inesperada, a queimada agrícola pode dar origem a um incêndio, um caso raro se comparado ao enorme índice de queimadas praticadas anualmente no Brasil. Entretanto, ocorre com certa freqüência em áreas de pastagens extensivas (cerrados do Centro-Oeste e regiões montanhosas no Sudeste) e podem atingir algumas áreas da Amazônia em anos particularmente secos (fenômeno do “El Niño” – Roraima em 1998).

#### **Externalidade**

De acordo com Martinez (2001), as externalidades são definidas como a influência das ações de uma pessoa no bem-estar da outra e podem ser positivas ou negativas. As externalidades positivas são aquelas que afetam favoravelmente a terceiros, como a contratação de um zelador por parte de um vizinho, que diminui a possibilidade de roubo dos moradores e demais vizinhos. As externalidades são negativas quando afetam desfavoravelmente os outros, como é o caso de se fumar na sala de aula, uma ação que prejudica os não fumantes.

Quando uma externalidade negativa atinge proporções elevadas, como é o caso do meio ambiente, o governo pode e deve intervir no mercado para reorientar os recursos de forma mais eficiente, o problema é: como? Talvez criando políticas de conservação ambiental (incentivos ao reflorestamento ou espaços de

conservação). Devemos lembrar que a oferta e a demanda contêm boa informação para a realização de uma análise do bem-estar social, esta última indicando a valoração que os compradores dão aos bens (custo privado). Na ausência de intervenção estatal, o preço funciona como um instrumento que iguala as quantidades oferecidas e demandadas. As forças de mercado são suficientes, já que maximizam os excedentes dos compradores e vendedores.

## **2.2 – A queimada e seu impacto socioambiental**

As queimadas trazem consigo múltiplos problemas, como a poluição do ar, o efeito estufa, a extinção de espécies da flora e da fauna nativas, a má qualidade de vida ao ser humano, a não sustentabilidade agrícola, além de impactos sociais. A seguir se abordará os principais prejuízos das queimadas ao meio ambiente e, dessa forma, ao ser humano.

### **2.2.1 – Efeito estufa**

Conforme Milori (2004), os gases naturais que mais contribuem para esse problema são: vapor de água (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e ozônio (O<sub>3</sub>). Portanto, a presença desses componentes na atmosfera faz parte de um ciclo vital na Terra.

Historicamente grandes quantidades de CO<sub>2</sub> têm sido liberadas na atmosfera através da conversão de campos e florestas em regiões agrícolas ou pastagens configuradas num modelo de desenvolvimento não sustentável. Estima-se que cerca de 30% da quantidade total de gases que causam o efeito estufa no mundo sejam provenientes de atividades agrícolas (Li, 1995).

### **2.2.2 – O comprometimento da flora e da fauna**

Para Ferreira (2006), a destruição da vegetação nativa do Brasil tem ocorrido nos diversos ciclos de implantação de culturas e pastagens, sendo o último deles o da monocultura canavieira.

Não existe um levantamento estatístico de cunho científico sobre a quantidade de espécies florestais e animais que morrem, em média, por hectare de canavial queimado.

Com relação à fauna, os dados disponíveis são escassos e representam uma fração bastante pequena da realidade, referindo-se apenas aos animais resgatados com vida e levados a um atendimento emergencial.

Assim, estão fora dessas constatações todos os insetos e praticamente todas as aves e os pequenos roedores, além dos animais que, mesmo lesionados, conseguem fugir e acabam por morrer em outro lugar.

### **2.2.3 – Fragilização da saúde do ser humano**

As doenças provocadas pela fumaça das queimadas e seus constituintes são aquelas comuns das vias respiratórias, agravadas pelas cancerígenas dioxinas (quando existe plástico envolvido) e pelo efeito do calor emanado do fogo, que pode ultrapassar os 600°C.

Pesquisas realizadas por Radojevic e Hassan (1999) em Brunei Darussalam, nas ilhas Bornéu, indicam alguns dos efeitos que as queimadas de florestas desencadeiam na região: drástica redução da visibilidade, fechamento de aeroportos e escolas, alto índice de acidentes de tráfego, destruição da biota, aumento na incidência de doenças, diminuição da produtividade, restrição das atividades de lazer e de trabalho, efeitos psicológicos e custos econômicos. Dentre os sintomas de doenças observados relatam infecções do sistema respiratório superior, asma, conjuntivite, bronquite, irritação dos olhos e garganta, tosse, falta de ar, nariz entupido, vermelhidão e alergia na pele e desordens cardiovasculares (Radojevic, 1998).

### **2.2.4 – Não sustentabilidade agrícola**

O *site* da Sul Ambiental (2007) afirma que o uso do fogo na agricultura é altamente pernicioso para a terra, pois culmina na desertificação do solo (como ocorreu no Nordeste brasileiro), por sua vez decorrente das alterações climáticas advindas da destruição da cobertura florestal nativa e da falta de proteção para as nascentes e mananciais, que ocasiona uma alteração irreversível no ciclo das chuvas.

As queimadas da palha da cana-de-açúcar provocam vários impactos ambientais negativos que afetam a sustentabilidade da própria agricultura, pois o fogo altera as composições químicas, físicas e biológicas do solo, prejudicando a ciclagem dos nutrientes e causando a sua volatilização.

Com as queimadas cresce substancialmente o uso de agrotóxicos e herbicidas para o controle de pragas e plantas invasoras, prática que agrava ainda mais a questão ambiental, afetando os microorganismos do solo e contaminando o lençol freático e os mananciais, contaminação que pode atingir níveis de difícil ou até mesmo de impossível recuperação.

### 2.2.5 – Impacto Social

Segundo Ferreira (2006), as queimadas existem apenas para reduzir os custos do setor sucroalcooleiro na colheita da cana-de-açúcar, pois como sabemos o rendimento do trabalhador cortador de cana ou da colheitadeira é triplicado quando a palhada é queimada.

O setor canavieiro sempre ameaça a população que reclama das queimadas, advertindo-a com o desemprego e a substituição dessa mão-de-obra pelas colheitadeiras. Esse, porém, é um argumento falacioso, pois, se hoje as queimadas fossem proibidas, seria no mínimo triplicado o número de trabalhadores requisitados para a colheita.

Alega-se ainda que esses trabalhadores se recusam a cortar a cana crua, pois o rendimento do corte é baixo, além de existir o risco de animais peçonhentos, de ferimentos e outros perigos. No entanto, se eles já cortam a cana sem ser queimada para o plantio, basta que lhes seja paga uma remuneração justa e fornecido equipamento de segurança.

Os trabalhadores que são pagos por produtividade têm morrido de exaustão, exploração absurda que não pode continuar, além do que a cana pode ser cortada crua.

## 3 – CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA

Para conhecermos a origem desses danos ao meio ambiente, focalizaremos resumidamente o processo de produção do carvão vegetal.

O propósito é entender como se dá a carbonização da madeira e assim verificar as proporções dos poluentes liberados no ar, bem como a quantidade de carvão obtido por unidade de matéria viva de madeira. Dessa maneira, buscamos informações junto aos técnicos do Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas do Ministério da Ciência e Tecnologia, as quais são relatadas a seguir:

Conforme Quadros (2005), entende-se por carbonização da madeira o processo pelo qual esse material é submetido a um tratamento térmico em ambiente no qual a temperatura e a presença de ar é controlada. Nos processos mais simples, a carbonização é conduzida de forma artesanal, com a madeira confinada em equipamentos chamados fornos de carbonização, geralmente construídos de alvenaria ou metal, sendo esse primeiro tipo o mais comum no Brasil.

Durante a carbonização ocorre a decomposição da madeira, resultando numa fração sólida, o carvão vegetal, e uma fração gasosa, eliminada como fumaça, que pode ser parcialmente condensada mediante resfriamento.

O carvão vegetal é caracterizado por ter coloração negra brilhante, ser poroso e apresentar uma maior concentração de carbono do que o material que o originou. É utilizado principalmente como termo-redutor na indústria siderúrgica e metalúrgica, na cocção de alimentos, em forma de carvão ativado para fenômenos de absorção, como matéria-prima para sínteses químicas etc.

Como informa o referido autor, os produtos obtidos pela queima da madeira são:

- ✓ **GASOSOS:** parte dos produtos gasosos produzidos durante o processo de carbonização da madeira pode ser condensada, o que permite a obtenção de um líquido composto por duas frações: o Licor Pirolenhoso e o Alcatrão.
- ✓ **Licor Pirolenhoso:** é a fração aquosa do líquido condensado, de cor marrom, sendo constituído de pelo menos 80% de água. O restante da sua composição apresenta uma gama de dezenas de componentes químicos, com destaque para o ácido acético, o álcool metílico e a acetona. No Brasil, a utilização do licor pirolenhoso tem recebido destaque no campo da agricultura orgânica e natural. Nesse contexto, há indicações práticas de que a sua aplicação, quando convenientemente diluído em água, traz benefícios para as culturas agrícolas.
- ✓ **Alcatrão insolúvel:** É também conhecido como fração oleosa ou pesada do líquido condensado, apresentando coloração negra. O alcatrão decantado apresenta composição rica em compostos fenólicos. As principais referências para uso dessa substância são: como combustível, como matéria-prima para obtenção de fenóis para fins químicos e farmacêuticos, como preservativo de madeira, na produção de solventes, tintas e vernizes etc.
- ✓ **GASES NÃO CONDENSÁVEIS:** correspondem à fração não condensável da fumaça oriunda da carbonização e que apresenta como principais componentes gás carbônico, monóxido de carbono, hidrogênio e hidrocarbonetos. É utilizado principalmente como combustível no próprio processo de carbonização.
- ✓ **CARVÃO VEGETAL:** Segundo o *site* da Wikipédia (2007), o carvão vegetal é uma substância negra obtida pela carbonização da madeira ou lenha, sendo muito utilizado como aquecedor, lareiras, churrasco e fogões a lenha.

Quadros afirma que o processo de carbonização pode ser esquematizado em quatro fases:

- **Secagem da madeira**, com a vaporização da água absorvida pela higroscopia da madeira, da água absorvida através das paredes das células e da água quimicamente ligada, ou de constituição. A faixa de temperatura nesta etapa vai de 110 a 200° C. O calor necessário para manter a temperatura adequada provém da queima de parte da madeira, seja na própria câmara de carbonização, fornos de carbonização mais rudimentares, seja em câmara de combustão própria, fornos evoluídos.
- **Pré-carbonização**, que se dá no intervalo entre 180-200° C e 250-300° C, fase ainda endotérmica na qual se obtém uma fração do líquido pirolenhoso e pequena quantidade de gases não condensáveis.
- **Carbonização**, com uma reação rápida e exotérmica, iniciada entre 250 e 300° C, na qual parte da madeira é carbonizada e a maioria do alcatrão solúvel e o ácido pirolenhoso são liberados.
- **Carbonização final**, com uma temperatura superior a 300° C, formando-se a maior parte do carvão.

Segue a representação gráfica do processo de Carbonização da Madeira e das proporções obtidas a partir de uma tonelada de madeira viva:

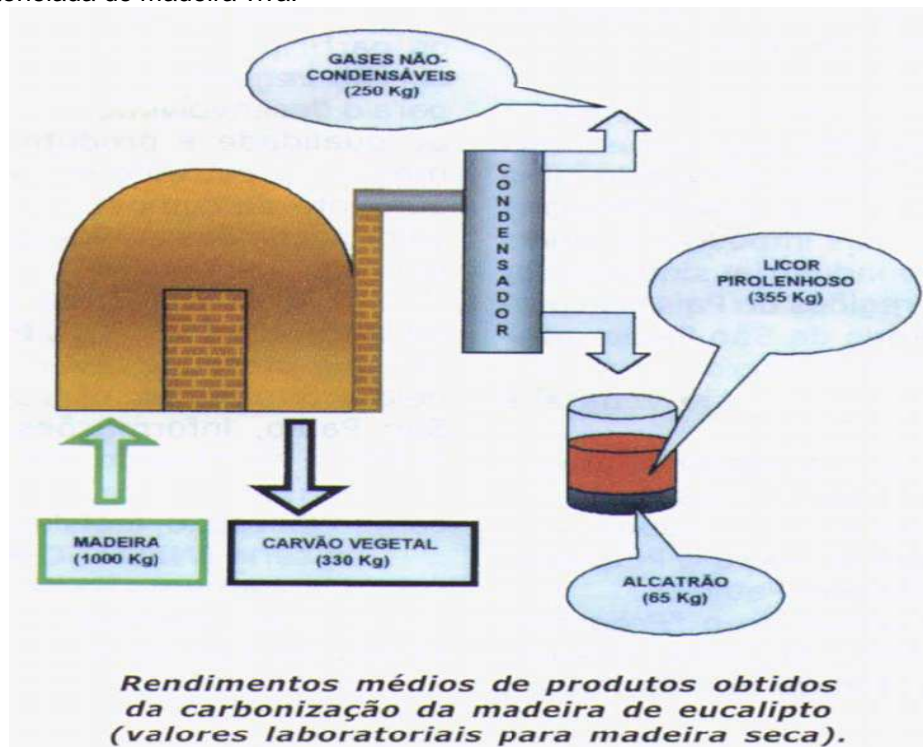


FIGURA 1 – Distribuição da queima de uma tonelada de madeira  
FONTE: Sistema Brasileiro de respostas técnicas do Ministério da Ciência e Tecnologia

#### 4 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS QUEIMADAS

Para a avaliação econômica das queimadas foram considerados os dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso – SEMA – sobre a quantidade de hectares notificada à Superintendência de Floresta no período 2001 a 2005.

Devido ao alto custo de uma avaliação econômica direta, quando seria necessário coletar informações sobre a hospitalização, os animais afetados, a extensão da flora destruída e a dimensão da queimada, foi considerada para esta pesquisa uma avaliação econômica indireta, isto é, levamos em conta que as queimadas são um processo produtivo e que temos interesse em produzir carvão, sendo a destruição geral o nosso produto final, ou seja, a quantidade de Carvão Vegetal obtida.

Então, para procedermos a uma avaliação econômica das queimadas, focalizaremos a produção de carvão vegetal, entendendo-se aqui que esse processo se assemelha à queima que acontece na natureza, portanto liberando as mesmas proporções de gases nocivos e de carvão vegetal.

#### 4.1 – Volume de carvão vegetal

Na figura 1 observou-se que uma tonelada de madeira viva produz 330 Kg de carvão vegetal.

Como foi mencionado acima, os dados coletados na SEMA apresentam áreas (quantidade de hectares) autorizadas para a queima agrícola. Na referida figura 1 temos a relação em que uma tonelada de matéria viva produz 0,33t de carvão, sendo que para a pesquisa precisaríamos da quantidade de toneladas de madeira viva autorizada para a queimada.

Como o interesse é converter áreas (ha) autorizadas para a queimada em volumes (t) brutos a serem queimados recorreremos ao trabalho de Farias *et al.* (2002), no qual o autor avaliou sistemicamente 13 parcelas de áreas fixas ao longo de toda a área, disposta de norte a sul e distantes 90m umas das outras, cada qual possuindo 20m x 25 m (500 m<sup>2</sup>).

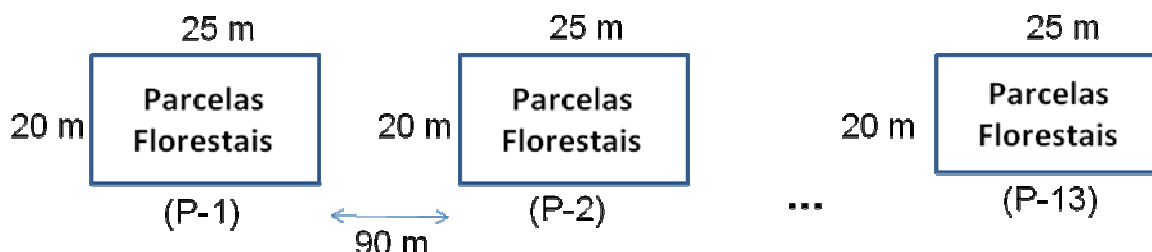


FIGURA 2 – Distribuição experimental do trabalho de Farias *et al.* (2002), com modificações feitas pelos autores

Farias utilizou nessa análise um erro amostral de 20% e uma confiabilidade de 90%, índices definidos segundo a portaria n°054, de 25 de agosto de 1997 do Instituto Estadual de Florestas – IEF.

Dessa experiência obteve-se que o volume médio de madeira viva por parcela numa floresta é de 78,92 m<sup>3</sup>/ha.

Além disso, segundo a Associação Nacional de Cruzeiros, a tonelada de frete equivale a 40 pés cúbicos ingleses, algo próximo a 1,44 m<sup>3</sup>, medida que tem origem no espaço ocupado por quatro barris de vinho Bordéus.

Dessa forma, o volume médio de matéria viva numa floresta vem a ser 54,81t/ha, o qual, convertido na quantidade de carvão vegetal aí obtida, seria definido por 18,10 t/ha, quantidade esta resultante da multiplicação do valor em toneladas pelo fator 0,33t de carvão, conforme expresso a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Volume médio de Carvão Vegetal} &= \text{Volume de Madeira Viva} \times \% \text{ de Carvão vegetal gerado} \\ \text{Volume médio de Carvão Vegetal} &= 54,81 \times 0,33 = 18,10 \text{ Ton. Carvão/ha} \end{aligned} \quad \dots(2)$$

#### 4.2 – Preço do carvão vegetal no mercado

Por outro lado, o jornal *A Nova Democracia* (2002), em seu artigo “Trabalho escravo”, afirma que o carvão vegetal está cotado no mercado pelo preço de R\$ 45,00/ m<sup>3</sup>. Com a finalidade de encontrar o preço do carvão por tonelada, estabelecemos a relação seguinte:

$$\text{Preço do Carvão em m}^3 = \text{Preço por Ton. Carvão Vegetal} \times \text{Conversão Ton./m}^3 \quad (3)$$

Então, uma tonelada de carvão vegetal é o equivalente a R\$ 64,80, como indica a expressão abaixo:

$$\text{Preço por t de carvão vegetal} = \text{R\$ } 45,00 \times 1,44 = \text{R\$ } 64,80$$

#### 4.3 – Obtenção do custo social pela queimada

Das expressões (2) e (3), temos:

$$\text{Custo Social} = \text{Volume médio (t/ha) de carvão vegetal Vegetal} \times \text{Preço (R\$/t) carvão vegetal} \times \text{Total de ha para queimada} \quad (4)$$

Como o total de hectares para queimada é fornecido pela SEMA, da expressão (4) chegamos à tabela dos custos decorrentes das queimadas no estado de Mato Grosso, no período 2001 a 2005

TABELA 1 – Custo Total no Estado de Mato Grosso (em milhões de Reais) devido às queimadas, no período 2001 a 2005.

Anos	2001	2002	2003	2004	2005
Mato Grosso	1.439	934	2.181	2.129	1.810

FONTE: SEMA (Nov/2006), com modificações feitas pelos autores

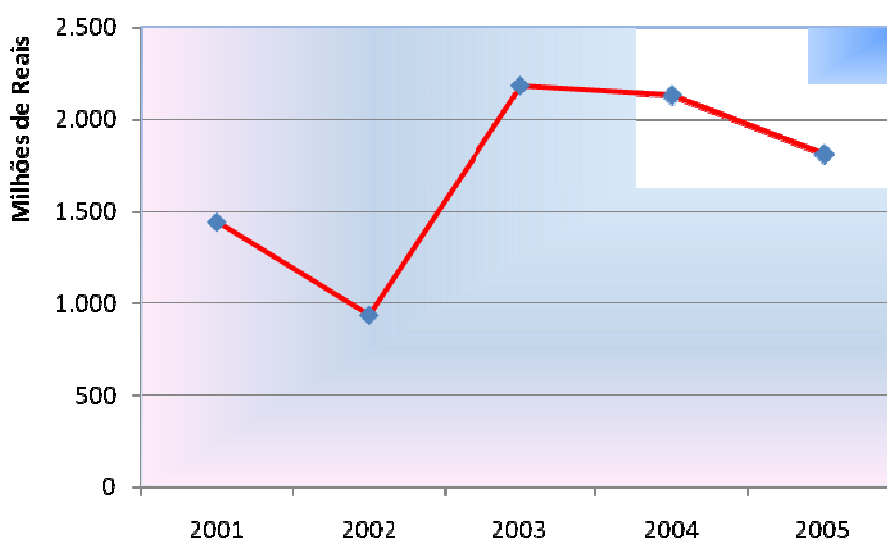


FIGURA 3 – Evolução do custo devido às queimadas no período de 2001 a 2005 no estado de Mato Grosso

Como se pode observar na Tabela 1 e na Figura 3, nos últimos três anos o custo para o Estado em consequência das queimadas, foi superior ao ocorrido em 2001 e 2002. Com isso podemos afirmar que Mato Grosso nos anos de 2003 a 2005, enfrentou grandes problemas com relação a esse aspecto, pois isso representou para a região um alto social estimado em R\$ 2.040 milhões.

Se considerarmos o Produto Interno Bruto – PIB – de Mato Grosso, que nos anos 2003 e 2004 atingiu uma média de R\$ 25.275 milhões, o custo social representa 8,07% do PIB local; agora, se consideramos o PIB do Brasil, que nos anos 2003 e 2004 foi de aproximadamente R\$ 1.661.402 milhões, o custo social representa 0,12% do PIB do país.

## 5 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS SOBRE AS QUEIMADAS

Com a finalidade de observar as similitudes das queimadas entre os Municípios do Estado de Mato Grosso, pretendemos fazer uso da técnica de agrupamentos de dados ao somar os totais da série histórica dos diferentes municípios em estudo.

Segundo Davis (2006), os agrupamentos hierárquicos são realizados por sucessivas fusões ou por sucessivas divisões. Os métodos hierárquicos aglomerativos iniciam com tantos grupos quanto aos objetos, ou seja, cada objeto forma um agrupamento. Inicialmente, os objetos mais similares são agrupados e fundidos formando um único grupo. Eventualmente, o processo é repetido, e com o decréscimo da similaridade, todos os subgrupos são fundidos, formando um único grupo com todos os objetos.

Os métodos hierárquicos divisíveis trabalham na direção oposta. Um único subgrupo inicial existe com todos os objetos e estes são subdivididos em dois subgrupos de tal forma que exista o máximo de semelhança entre os objetos dos mesmos subgrupos e a máxima dissimilaridade entre elementos de subgrupos distintos. Estes subgrupos são posteriormente subdivididos em outros subgrupos dissimilares. O processo é repetido até que haja tantos subgrupos quantos objetos.

Os resultados finais destes agrupamentos podem ser apresentados por gráficos denominados dendrogramas. Os dendrogramas apresentam os elementos e os respectivos pontos de fusão ou divisão dos grupos formados em cada estágio.

Os esforços deste capítulo serão concentrados nos métodos hierárquicos aglomerativos ("Linkage

Methods”). Serão discutidos os métodos de ligação simples (mínima distância ou vizinho mais próximo), ligação completa (máxima distância ou vizinho mais distante) e ligação média (distância média). As idéias para estes três processos estão, esquematicamente, apresentadas na Figura 5, a seguir:

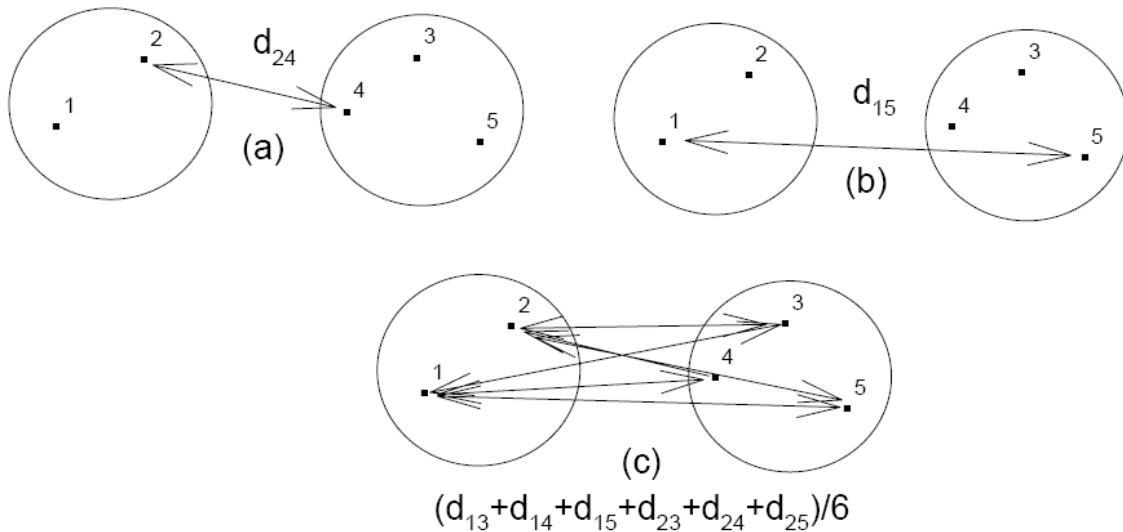


FIGURA 5 – Distâncias entre os grupos para os métodos da (a) ligação simples, (b) ligação completa e (c) ligação média.

FONTE: Extraído de Geocities – Estatística Aplicada

A ligação média é a utilizada para se chegar ao dendograma dos municípios do estado do Mato Grosso.

Para exemplificar uma ocorrência dessa natureza toma-se um caso no qual se destacam quatro objetos (A, B, C, D) e para o qual a matriz de distâncias entre os objetos é apresentada a seguir:

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & & & \\ 3 & 0 & & \\ 7 & 9 & 0 & \\ 8 & 6 & 5 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Inicialmente os objetos menos distantes devem ser fundidos. Então,  $Min(d_{h,i}) = d_{A,B} = 3$ . O próximo passo é fundir A com B formando o grupo (AB) e em seguida calcular as distâncias deste grupo e os objetos remanescentes.

As distâncias entre grupos são baseadas na média das distâncias entre todos os elementos de um grupo com relação aos elementos de outro grupo.

$$d_{(AB),C} = (d_{AC} + d_{BC}) / 2 = (7 + 9) / 2 = 8$$

$$d_{(AB),D} = (d_{AD} + d_{BD}) / 2 = (8 + 6) / 2 = 7$$

A nova matriz D para o próximo passo é:

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} AB & C & D \end{matrix} \\ \begin{matrix} AB \\ C \\ D \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & & \\ 8 & 0 & \\ 7 & 5 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$



Novamente se encontra a menor distância, agora entre D e C,  $d_{DC}=5$ , os quais foram fundidos e formaram o subgrupo DC, no nível 5. Recalculando as distâncias médias, temos:

$$d_{(DC),(AB)} = (d_{D(AB)} + d_{C(AB)}) / 2 = (7 + 8) / 2 = 7,5$$

A nova matriz D:

$$D = \begin{matrix} & DC & AB \\ DC & \begin{bmatrix} 0 & \\ & \end{bmatrix} \\ AB & \begin{bmatrix} 7,5 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Conseqüentemente, o grupo DC é fundido com o AB na distância 7,5. Na Figura 6, apresentam-se o dendrograma e os resultados alcançados:

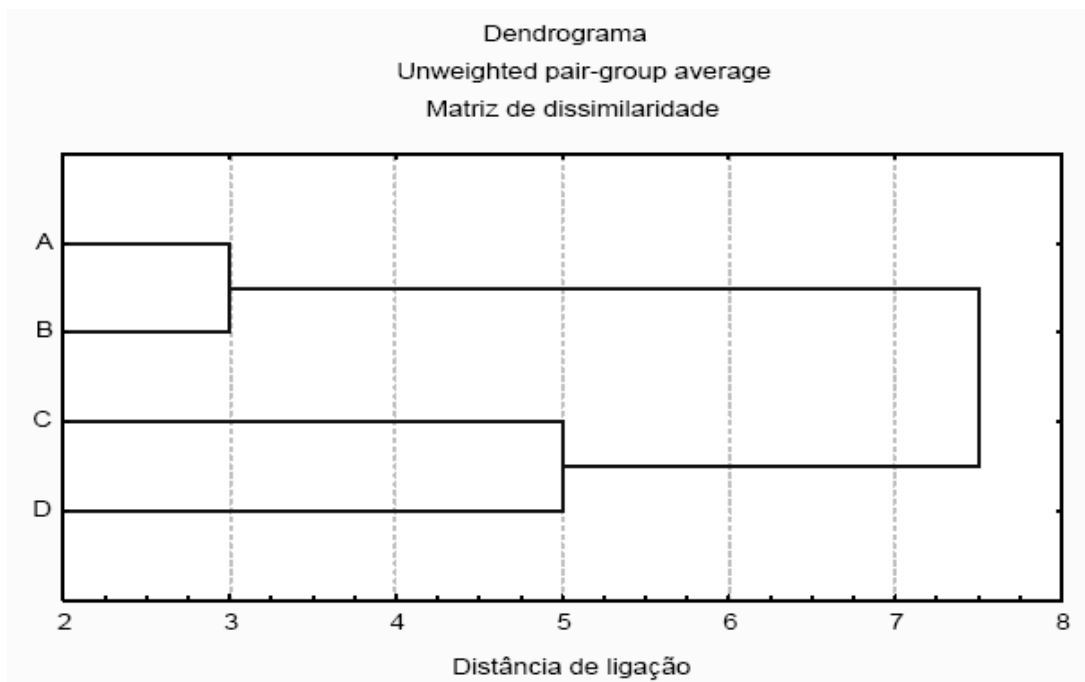


FIGURA 6 – Dendrograma para agrupar 4 objetos (A, B, C e D), pelo método da ligação média (centróide).  
 FONTE: Extraído de Geocities - Estatística Aplicada

Se desejarmos visualizar quais dos municípios do território mato-grossense apresentam maiores custos sociais devido às queimadas, devemos tratá-las em seu conjunto, utilizando o método Multivariado Hierárquico. O *software* usado para a geração do dendrograma foi o SPSS v.14, para *Windows*.

Com esse recurso, podemos estabelecer com 82% de similitude, aproximadamente, 12 grandes grupos, apresentados na Tabela 2, agrupamentos esses definidos pelo custo social observado no período 2001 até 2005, gerando uma hierarquia que se encontra demonstrada na Tabela 3.

TABELA 2 – Grupos por municípios de Mato Grosso segundo sua similitude

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
JUÍNA NOVA LACERDA NOVO MUNDO PORTO ESPERIDIÃO VERA	ALTA FLORESTA JUARA TAPURAH VILA BELA DA SATÍSSIMA TRINDADE	ARAGUAIANA ARENÁPOLIS BARÃO DE MELGAÇO COCALINHO COMODORO DOM AQUINO ITANHANGÁ ITIQUIRA JACIARA JUSCIMEIRA NOVA MARINGÁ NOVA NAZARÉ NOVO SANTO ANTÔNIO POCONÉ RIBEIRÃO CASCALHEIRA SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER SÃO JOSÉ DO POVO SAPEZAL	ARAPUTANGA DENISE FIGUEIRÓPOLIS D'OESTE GUIRATINGA INDIAVAÍ JAURU NORTELÂNDIA PEDRA PRETA POXORÉO RESERVA DO CABAÇAL RIO BRANCO RONDONÓPOLIS SALTO DO CÉU SÃO JOSÉ DO XINGU SÃO JOSÉ DOS QUATRO MARCOS SÃO PEDRO DA CIPA SERRA NOVA DOURADA
	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
	ÁREA DE LETÍGIO CONQUISTA D'OESTE CURVELÂNDIA LUCIÁRA NOVA OLIMPIA RONDOLÂNDIA SORRISO TANGARÁ DA SERRA	ÁGUA BOA BARRA DO BUGRES CÁCERES CARLINDA NOVA XAVANTINA PARANAÍTA SANTA TEREZINHA SÃO FELIX DO ARAGUAIA TORIXORÉU	ALTO PARAGUAI ARIPUANÃ CANABRAVA DO NORTE FELIZ NATAL GENERAL CARNEIRO GLÓRIA D'OESTE GUARANTÃ DO NORTE ITAÚBA LAMBARI D'OESTE MATUPÁ NOBRES NOVA GUARITA NOVA MARILÂNDIA NOVO SÃO JOAQUIM PEIXOTO DE AZEVEDO PONTES E LACERDA TESOURO
	Grupo 8		
	BARRA DO GARÇAS PONTAL DO ARAGUAIA		
Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12
ACORIZAL ALTO ARAGUAIA ALTO BOA VISTA ALTO TAQUARI ARAGUAINHA BOM JESUS DO ARAGUAIA CAMPINÁPOLIS CAMPO VERDE CASTANHEIRA CHAPADA DOS GUIMARÃES COLÍDER CONFRESA CUIABÁ JANGADA JURUENA MARCELÂNDIA MIRASSOL D'OESTE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO NOVA BRASILÂNDIA NOVA CANAÃ DO NORTE NOVA UBIRATÃ PARANATINGA PLANALTO DA SERA PONTE BRANCA PORTO ALEGRE DO NORTE ROSÁRIO OESTE SANTA CARMEM SANTA RITA DO TRIVELATO SANTO ALFONSO SÃO JOSÉ DO RIO CLARO TABAPORÃ TERRA NOVA DO NORTE UNIÃO DO SUL VÁRZEA GRANDE VILA RICA	IPIRANGA DO NORTE NOVA MONTE VERDE	ALTO GARÇAS BOA ESPERANÇA DO NORTE BRASNORTE CAMPO NOVO DE PARECIS CAMPOS DE JULIO CANARANA CLÁUDIA COLNIZA COTRIGUAÇU DIAMANTINO LUCAS DO RIO VERDE NOVA BANDEIRANTES NOVA MOTUM RIBEIRÃOZINHO SANTA CRUZ DO XINGU SANTO ANTÔNIO DO LESTE SINOP VALE DE SÃO DOMINGO	APIACÁS GAÚCHA DO NORTE NOVA SANTA HELENA NOVO HORIZONTE DO NORTE PORTO DOS GAÚCHOS PORTO ESTRELA PRIMAVERA DO LESTE QUERÊNCIA

TABELA 3 – Classificação dos grupos por ordem de grandeza no custo médio por grupo

Grupo	Nº Munic.	Custo Médio	Ordem
G7	17	8.215.427	1
G11	18	9.810.899	2
G8	2	10.616.997	3
G9	35	10.905.217	4
G1	5	11.149.514	5
G3	18	11.375.897	6
G6	9	11.626.058	7
G5	8	13.375.999	8
G4	17	14.323.533	9
G10	2	15.442.391	10
G12	8	18.316.073	11
G2	4	21.553.626	12

Com a geração do dendograma, encontramos grupos de similaridade, constituídos segundo a ordem de grandeza apresentada na Tabela 3. Isso indicaria que o Grupo 2, constituído por quatro municípios, a saber, Alta Floresta, Juara, Tapurah e Vila Bela da Santíssima Trindade, foi o que apresentou alto custo social devido às queimadas existentes na região, e o Grupo 7, composto por 17 municípios, foi o que revelou menor custo social.

A partir da hierarquia dos grupos formados podemos distribuir no mapa de Mato Grosso, mostrado a seguir, os grupos gerados com base no dendograma e marcados com 12 cores diferentes

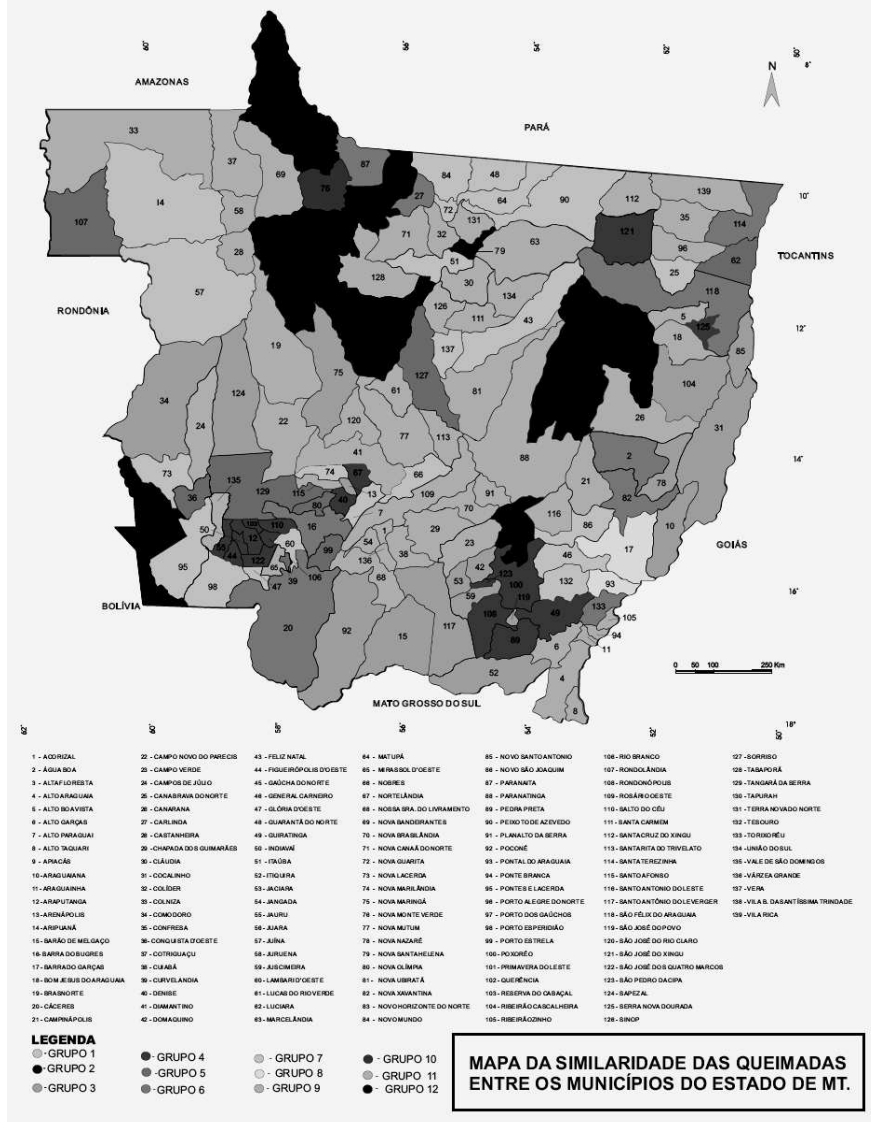


FIGURA 7 – Mapa da similaridade das queimadas entre os municípios do estado de Mato Grosso

## 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em maio de 2007, a Organização das Nações Unidas ONU, revelou que é necessário reduzir entre 50 a 85% as emissões de CO<sub>2</sub> para o ano 2050, para combater o aquecimento global que a Terra sofre. Esse relatório destacou que Brasil é o quarto país do mundo emissor de gases provocadores do efeito estufa (GEEs), e ainda, mais de dois terços de sua taxa de gases emitidos (62%) são provenientes do desmatamento das florestas tropicais.

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indica, a cobertura vegetal original e o combate ao desmatamento foram mencionados como ações mitigadoras para o aquecimento global. Incluir as áreas florestais como opção mitigadora traz custo-benefício para alcançar a estabilização climática.

O presente trabalho pretendeu discutir dois aspectos: o primeiro é conscientizar sobre os perigos que as queimadas trazem para o estado e a importância da intervenção do governo e a cidadania como um todo para atenuar o aquecimento global que vem sofrendo a Terra com as queimadas, a segunda é fazer uma avaliação econômica dos danos causados ao meio ambiente, especificamente pelas queimadas, que durante os últimos anos têm se apresentado em altos índices no estado de Mato Grosso.

Nesta experiência fez-se uma associação indireta desses custos sociais através da produção do carvão, em cujo processo ocorre a liberação dos mesmos poluentes que os emitidos pelas queimadas ao meio ambiente.

Diversas metodologias foram desenvolvidas para calcular esses prejuízos, e acredita-se ser relevante o intento de identificar o custo social decorrente das queimadas no estado de Mato Grosso.

Ao longo do trabalho, elaborou-se um conjunto de associações de medida para elaborar tal custo social para o Estado. Este foi obtido de forma indireta, considerando-se a produção do carvão vegetal para a estimativa dessa despesa. Observou-se que essa produção desencadeia um impacto que representa 8% do PIB gerado por Mato Grosso e de 0,12% do PIB gerado por todo o Brasil, índices que às claras evidenciam um alto impacto para os municípios e para o Estado, seja com doenças, recuperação de árvores, ou com a perda de espécies selvagens, entre outras.

Através do método cluster (hierárquicos), aplicado na análise estatística, descobriu-se também que os 143 municípios puderam ser agrupados em 12 grandes grupos em função da similaridade na incidência de queimadas. Dentre eles, os que apresentaram maior impacto social devido às queimadas para Mato Grosso, foram Alta Floresta, Juara, Tapurah e Vila Bela da Santíssima Trindade, os quais deveriam receber maior atenção por parte do governo do Estado.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CRUZEIROS. **Unidades de Medida**. Portugal, 14 fev 2005. Disponível em: <<http://www.ancruzeiros.pt/ancunidades.html>>. Acesso em: 06 mar. de 2007.
- BARRANTES, E. **En torno a la naturaleza, la sociedad y la cultura**. Centro de producción UNMSM. Lima-Perú: Editora, 1997.
- DAVIS, B. M; GREENS, K. A. Estimation Using Spatially Distributed Multivariate Data. **Math Geology**, Colorado, v. 15, n. 2, p. 287-300, 1983.
- DE FARIA, C. A *et al.* Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequidâneas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 5, p. 541-548, 2002.
- FERREIRA, D. F. **Análise Multivariada**. Minas Gerais, 1996. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/dex522.pdf>>. Acesso em 15 Fev. 2007.
- FERREIRA, M. E. T. **A queimada da cana e seu impacto socioambiental**. Disponível em: <<http://www.sucro-ethique.org/A-queimada-da-cana-e-seu-impacto>>. Acesso em: 01 fev. 2007.
- JOURNAL A NOVA DEMOCRACIA. **TRABALHO ESCRAVO. O Imperialismo, o Latifúndio e a Burguesia Burocrática Ressuscitam a Escravidão**. Ano 1, n. 4, Nov. 2002. Disponível em: <<http://www.anovademocracia.com.br/04/18.htm>>. Acesso em: 07 mar. 2007.
- MILORI, D. M. B. P. **Efeito Estufa X Agricultura**. Agronline, 29 Mar 2004. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=155>>. Acesso em: 15 fev. 2007.
- RIBEIRO, H. E VICENTE DE ASSUNÇÃO, J. Efeitos das Queimadas na Saúde Humana. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, São Paulo, Abr 2002, p. 125 – 148.
- SISTEMA SUL AMBIENTAL – BRASIL. Queimadas: Benefício ou Crime. Edição 12 de Fevereiro de 2007. Disponível em <<http://www.sulambiental.com.br/brasilqueimadas.htm>>. Acesso: 01 mar. 2007.
- VAQUERIZO ROMERO, R. **Estatística Aplicada**. Disponível em <[http://es.geocities.com/r\\_vaquerizo/index.htm](http://es.geocities.com/r_vaquerizo/index.htm)>. Acesso: 01 mar. 2007.