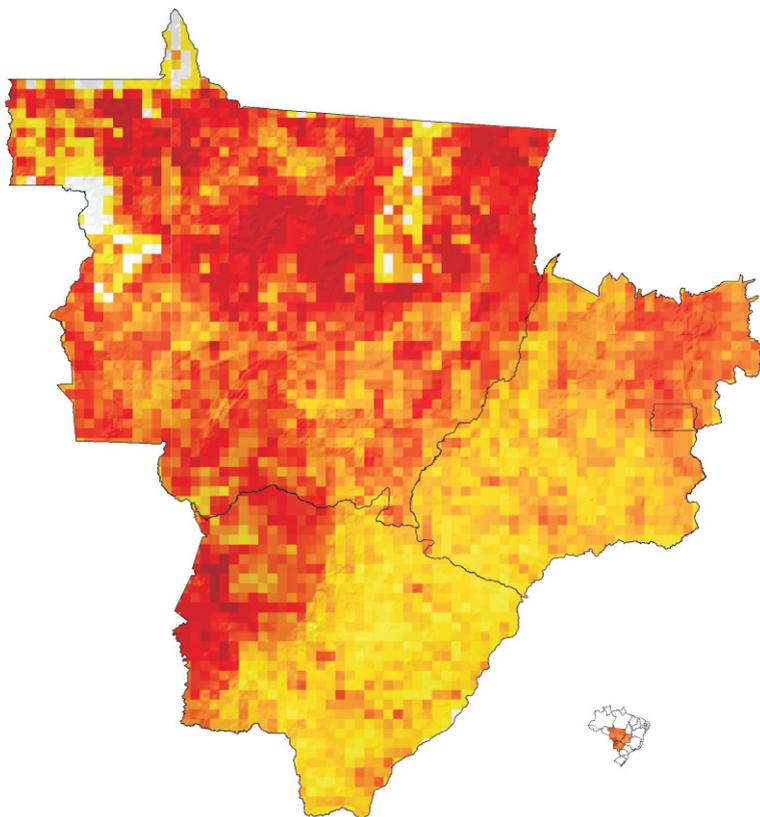


**Variação Espaço-Temporal da Incidência de Queimadas na Região Centro-Oeste do Brasil entre 2003 e 2010**



ISSN 1679-0154

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 42**

## **Variação Espaço-Temporal da Incidência de Queimadas na Região Centro-Oeste do Brasil entre 2003 e 2010**

Elena Charlotte Landau

Daniel Pereira Guimarães

Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45  
Caixa Postal 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
Fone: (31) 3027-1100  
Fax: (31) 3027-1188  
Home page: [www.cnpms.embrapa.br](http://www.cnpms.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cnpms.embrapa.br](mailto:sac@cnpms.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Sidney Netto Parentoni  
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau  
Membros: Flávia Cristina dos Santos Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros  
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro  
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa  
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa  
Foto(s) da capa:

**1ª edição**

1ª impressão (2011): on line

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Milho e Sorgo**

---

Landau, Elena Charlotte.

Variação espaço temporal da incidência de queimadas na região Centro-Oeste do Brasil entre 2003 e 2010/ Elena Charlotte Landau, Daniel Pereira Guimarães. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

27 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1619- 0154; 42).

1. Queimada. 2. Agricultura. 3. Sensoriamento remoto. I. Guimarães, Daniel Pereira. II. Título. III. Série.

CDD 632.18 (21. ed.)

---

© Embrapa 2011

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Introdução</b> .....	7
<b>Material e Métodos</b> .....	8
<b>Resultados e Discussão</b> .....	9
<b>Conclusões</b> .....	13
<b>Referências</b> .....	15



# Variação Espaço-Temporal da Incidência de Queimadas na Região Centro-Oeste do Brasil entre 2003 e 2010

*Elena Charlotte Landau<sup>1</sup>*

*Daniel Pereira Guimarães<sup>1</sup>*

## Resumo

A maioria das áreas queimadas no Brasil está relacionada com práticas agrícolas, desmatamentos e incêndios florestais, causando impactos ambientais significativos, tanto em escalas local quanto global. O monitoramento de queimadas permite identificar áreas em que esta prática vem se acentuando. Este trabalho analisou a variação espaço-temporal da incidência de áreas queimadas na Região Centro-Oeste entre 2003 e 2010. Foram considerados registros de focos de calor obtidos pelos sensores MODIS Terra e Aqua. Observou-se grande variação da incidência de áreas queimadas. Em 2004, 2007 e 2010 foram identificadas as maiores densidades de áreas queimadas e, em 2006 e 2009, as menores. Mato Grosso foi o Estado que apresentou maior incidência. Observou-se aumento anual considerável da incidência de áreas queimadas na direção Norte, adentrando o Bioma da Floresta Amazônica (“Arco do Desmatamento”). Os meses com maior ocorrência de áreas queimadas foram agosto e setembro, meses anteriores ao início do período de

---

<sup>1</sup>Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG-424 km 45. Caixa Postal 151, CEP 35702-098. Sete Lagoas/MG. E-mail: landau@cnpms.embrapa.br, daniel@cnpms.embrapa.br

chuvas, em que ocorre a preparação do solo para fins agrícolas. Locais com maior incidência ou tendência de aumento de queimadas representam áreas prioritárias para prevenir incêndios florestais e incentivar os produtores a adotar processos tecnológicos mais sustentáveis, visando reduzir impactos ambientais locais e globais.

Palavras-chave: monitoramento, queimadas, MODIS, análise espaço-temporal

# **Spatio-Temporal Variation in the Incidence of Fires in the Centro-Oeste Region of Brazil Afrom 2003 to 2010**

---

## **Abstract**

Burned areas in Brazil are mostly related to agricultural practices, deforestation and forest fires, causing significant environmental impacts. Monitoring burned areas allow to identify places where this practice increased. This study analyzed the spatial and temporal variation on the incidence of burned areas in the Center-West Region of Brazil from 2003 to 2010. Hot spots records obtained by the Terra and Aqua MODIS sensors were considered. We observed a wide variation in the incidence of burned areas. In 2004, 2007 and 2010 occurred the highest densities of burned areas occurred, and in 2006 and 2009, the lowest ones. Mato Grosso was the state with the highest incidence. In the north part of the region (“Arc of Deforestation”), we observed a considerable annual increase in the incidence of burned areas, entering the biome of the Amazon Forest. The months with the highest occurrence of burned areas were August and September, just before the start of the rainy season, when the preparation of the soil for agricultural purposes mostly occur. Places with higher incidence or increasing trend of fires represent priority areas to prevent forest fires and encourage

producers to adopt more sustainable technological processes,  
reducing local and global environmental impacts.

Keywords: Fire monitoring, satellite fire detection, burnings, MODIS.

## Introdução

A queimada é uma antiga prática agropastoril ou florestal que utiliza o fogo de forma controlada para viabilizar a agricultura ou renovar as pastagens. No Brasil, a maioria das áreas afetadas por queimadas está relacionada com práticas agrícolas generalizadas, desmatamento e incêndios florestais. Na agricultura, queimadas representam práticas frequentemente utilizadas para remoção de material acumulado, preparação do solo, facilitação da colheita de plantios, renovação de áreas de pastagens, queima de resíduos, eliminação de pragas e doenças, etc. (ALENCAR et al., 2004; MIRANDA et al., 2006; PIROMAL et al., 2008). Trata-se de uma alternativa geralmente eficiente, rápida e considerada pelos agricultores como de custo relativamente baixo quando comparada a outras técnicas que podem ser utilizadas para o mesmo fim. Apesar da ampla utilização de queimadas na agricultura brasileira, o custo-benefício dessa tecnologia é questionável, tanto em escala local quanto regional. Queimadas causam um impacto ambiental significativo, prejudicando a fertilidade dos solos (perdas consideráveis de macronutrientes e micronutrientes do solo), destruição da diversidade biológica, fragilização do agroecossistema, liberação de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, destruição de linhas de transmissão e outras formas de patrimônio público e privado, produção de gases nocivos à saúde humana (provocando doenças respiratórias), diminuição da visibilidade atmosférica, limitação do tráfego aéreo, entre outros. As queimadas interferem diretamente na qualidade do ar, na física, na química e na biologia dos solos, na vegetação atingida pelo fogo e, indiretamente, podem gerar fumaça capaz de reduzir significativamente a radiação solar e temperatura sobre áreas vizinhas, contribuir para a diminuição da taxa de formação de nuvens e, conseqüentemente, no regime de formação de chuvas em função do aumento da concentração de aerossóis na atmosfera; favorecer a erosão superficial e

consequente assoreamento dos corpos d'água; aumentar as emissões de carbono e outros gases (dióxido de carbono, monóxido de carbono e óxido de nitrogênio), contribuindo para aumentar os problemas do efeito estufa e impactos na camada de ozônio; influenciar na alteração do clima, favorecendo a ocorrência de eventos extremos como secas prolongadas e/ou ocorrência de chuvas mais intensas e irregulares (HOLBEN et al., 1996; CARDOSO et al., 2000; DIAZ et al., 2002; HERINGER; JACQUES, 2002; NARDOTO; BUSTAMANTE, 2003; RHEINHEIMER et al., 2003; SOUZA et al., 2005; DICK et al., 2008; LEAL, 2008).

Além das queimadas em si, incêndios florestais também resultam em áreas queimadas. Incêndios florestais representam o fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ter sido provocado tanto pelo homem (intencionalmente ou por negligência), quanto por uma causa natural, como os raios solares e relâmpagos (MIRANDA et al., 2006). Parte dos incêndios florestais é de natureza acidental, indesejados e difíceis de controlar, ocorrendo em vegetação propícia a esse tipo de fenômeno, como florestas degradadas, entremeadas por arbustos e gramíneas. Na Floresta Tropical brasileira, a principal causa de incêndios florestais resulta da ação desordenada provocada pelo homem que, ao promover o desmatamento e utilizar o fogo de forma descontrolada, cria condições favoráveis para a ocorrência de grandes incêndios. No Brasil, a maior parte das queimadas concentra-se na Região Centro-Oeste (CAMPOS, 2000; COUTINHO, 2005) A atual ocupação humana da Região Centro-Oeste deriva de um cenário de transformações e de um histórico de estratégias, motivações políticas e ações, estando intimamente relacionada com ações governamentais de incentivo ao povoamento da mesma e a tentativas de controle e solução dos impactos ambientais e sociais gerados ao longo dos últimos 50 anos (COUTINHO, 2009). Principalmente no caso da Amazônia, a expansão da

fronteira agrícola normalmente inicia-se com a chegada de serrarias para extração da “madeira de lei” e corte raso da floresta. Invariavelmente, segue-se a ocupação pela pecuária extensiva (FERREIRA et al., 2005) e, mais recentemente, pela produção de grãos (ALENCAR et al., 2004; BECKER, 2001), e pelas indústrias de processamento e beneficiamento de grãos e carne (GOUVELLO et al., 2010). O uso do fogo está associado principalmente com o processo de implantação e estabelecimento da pecuária, em que o agropecuarista realiza queimadas para facilitar a abertura e eliminação da vegetação remanescente do meio do pasto ou da lavoura.

As condições meteorológicas (presença de vento, temperatura ambiente, umidade relativa), o relevo e a hora da queimada são condicionantes da temperatura atingida pelo fogo e do tempo necessário para a queima total do material vegetal disponível. Em anos mais secos – como nos episódios do El Niño – o número e a extensão das queimadas e incêndios aumentam em todo o planeta (NOBRE et al., 1991). Além disso, em função da temperatura e do tempo, os gases gerados podem ter uma natureza muito diferente (mais ou menos oxidados). O mesmo ocorre no tocante à biologia do solo. Em função da hora da queimada (de dia ou de noite, ao meio-dia ou ao entardecer), as reações fotoquímicas em nível das emissões gasosas serão diferenciadas.

Além da relação com fatores climáticos, Coutinho (2005, 2009) observou uma relação direta da ocorrência de queimadas com a aptidão agrícola da terra e proximidade de eixos viários pavimentados, bem como relação inversa com determinadas situações de restrição de uso, como por exemplo, a delimitação e demarcação de unidades de conservação e áreas indígenas.

Em função dos riscos ambientais, a incidência de áreas queimadas tem provocado preocupação e polêmica em âmbito nacional e internacional. A tecnologia do sensoriamento remoto representa

o meio mais eficiente e de menor custo relativo para viabilizar o monitoramento de queimadas e incêndios florestais em áreas extensas e/ou de difícil acesso. Desde os anos 80, tem sido possível monitorar a ocorrência de queimadas no Brasil a partir de imagens de satélite. No final de década de 1990, a região em que se concentrava maior número de queimadas era a Centro-Oeste (MIRANDA et al., 2006). Principalmente no bioma do Cerrado, nas últimas décadas tem sido grande a substituição da vegetação natural por áreas destinadas a atividades agropecuárias (SANO et al., 2008; SILVA et al., 2010), decorrente de incentivo do Governo Federal no início da década de 1970, impulsionando a expansão da agricultura no Centro-Oeste brasileiro. Atualmente, diversas instituições nacionais e internacionais são responsáveis pelo monitoramento diário de queimadas, disponibilizando informações sobre períodos que abrangem desde um dia até um ou dois anos. No caso da Região Centro-Oeste, apesar do ritmo acelerado de conversão da vegetação em pasto ou lavoura, nos últimos cinco anos têm sido escassas as publicações comparando a dinâmica espaço-temporal de queimadas abrangendo períodos maiores a dois anos sucessivos, que permitam identificar tendências atualizadas de aumento ou diminuição da intensidade de queimadas. A partir de julho de 2002, tem sido possível a identificação de focos de calor considerando registros do sensor MODIS a bordo das plataformas Terra e Aqua, com uma periodicidade de imageamento de uma mesma área a cada 1-2 dias no Equador, gerando imagens com resolução espacial de 1 x 1 km (JUSTICE et al., 2002; GIGLIO et al., 2003).

Focos de calor representam áreas com temperatura registrada acima de 47 °C. Dependendo da região, nem todos os focos de calor são necessariamente focos de fogo ou incêndios, podendo, por exemplo, estar relacionados com a localização geográfica de altos-fornos ou pólos petroquímicos. No caso da Região Centro-Oeste, praticamente todos os focos de calor registrados pelo

satélite representam registros de áreas queimadas (decorrentes de queimadas ou incêndios florestais), possibilitando a consideração dos registros efetuados por esses satélites para fins de monitoramento de queimadas e incêndios florestais. Alguns estudos confirmam a adequação do sensor MODIS para o monitoramento de queimadas considerando a resolução temporal e espacial das imagens (MORISSETTE et al., 2005; CSISZAR et al., 2006; PIROMAL et al., 2008; JARVIS et al., 2010; TAKAHATA et al., 2010), por apresentar níveis de erro semelhantes aos demais algoritmos e imagens disponíveis para a detecção de áreas queimadas.

Os registros de ocorrência de queimadas e a análise estatística das mesmas são informações essenciais para a definição de estratégias de prevenção e combate a incêndios, além de indispensáveis para assegurar um gerenciamento territorial eficiente e organizado dos mesmos. A distribuição das queimadas ao longo do ano também representa uma informação importante no planejamento da prevenção dos incêndios, pois indica as épocas de maior ocorrência de queimadas. A disponibilidade de informações atualizadas sobre a localização das áreas queimadas é importante para avaliar perdas econômicas e efeitos ecológicos, monitorar mudanças no uso e cobertura da terra e elaborar modelos atmosféricos e de impactos climáticos devidos à queima de biomassa vegetal (PIROMAL et al., 2008).

O objetivo deste trabalho é analisar a variação espaço-temporal da intensidade de queimadas na Região Centro-Oeste do Brasil, possibilitando a avaliação de tendências de aumento ou diminuição de queimadas nos últimos anos, considerando as principais variações climáticas no período. As informações permitirão identificar áreas prioritárias para incentivar os produtores a adotar processos tecnológicos mais sustentáveis, bem como atuar na prevenção de incêndios florestais, visando minimizar futuros impactos ambientais em escalas locais até globais.

## Material e Métodos

O estudo abrangeu a Região Centro-Oeste brasileira, situada entre as latitudes 9°21'S e 24°04'S e as longitudes 45°54'W e 61°33'W, ocupando 1,63 milhões de quilômetros quadrados (18,64% do território nacional). Quatro biomas fazem parte da região: 58% da área é ocupada por Cerrado, 26% por Mata Atlântica, 13% por Floresta Amazônica e 3% pelo Pantanal Mato-grossense. O clima na maior parte da região é do tipo tropical alternadamente úmido e seco. Na área situada a noroeste da região, predomina o Clima Equatorial Úmido. O clima Tropical apresenta invernos secos e verões chuvosos, e temperaturas médias que variam entre 20 e 25°C. O Clima Equatorial Úmido é influenciado pela convergência de frentes, apresentando temperaturas médias entre 24 e 26°C. A pluviosidade média anual na Região Centro-Oeste varia desde 1.250 mm, no Pantanal Mato-grossense, a 3.000 mm, no norte do Estado do Mato Grosso. De maneira geral, mais de 70% da precipitação anual ocorre de novembro a março. No inverno as chuvas são raras, razão pela qual a estação se caracteriza por uma estiagem prolongada.

Para organização dos registros de queimadas, inicialmente foram georreferenciados os 1.121.890 registros de focos de calor verificados na Região Centro-Oeste entre jan/2003 e dez/2010, obtidos pelos sensores MODIS/Terra e MODIS/Aqua (FIRMS MODIS..., 2011). No caso da Região Centro-Oeste, a grande maioria dos focos de calor representam áreas afetadas decorrentes de queimadas, razão pela qual todos os focos de calor registrados pelo sensor foram considerados como sendo de queimadas no presente trabalho.

O mapa resultante do georreferenciamento dos registros de focos de calor foi sobreposto com o da malha municipal do Brasil de 2005 (IBGE, 2005) e o de Biomas (IBGE, 1993), permitindo a

identificação do município e do Bioma para cada foco de calor foi registrado. Para cada município, foi calculada a frequência de focos de calor registrada por ano e por mês. Posteriormente, dividindo o número de registros verificados por ano e por mês pela área de cada município, foi calculada a densidade (quantidade relativa) de registros observados por área, permitindo a visualização objetiva da variação do fenômeno em escala municipal. Todas as informações foram espacializadas por município, permitindo a observação da variação espaço-temporal da densidade de focos de calor ou áreas queimadas registrados no período na Região. Os resultados foram comparados com variações climáticas no período, considerando informações relacionadas com o regime de chuvas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2011).

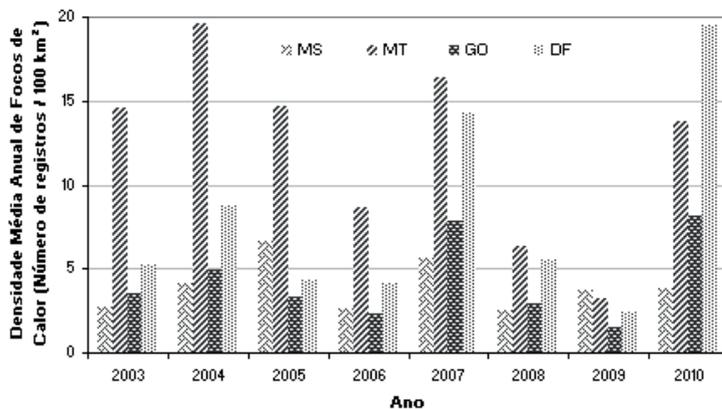
## **Resultados e Discussão**

Considerando o período estudado, o Estado de Mato Grosso foi o que apresentou as maiores densidades de queimadas. A concentração de focos de calor nesse Estado também foi observada em estudos anteriores (CAMPOS, 2000; COUTINHO, 2005; MIRANDA et al., 2006). O Estado representa o “maior universo territorial de áreas efetivamente ocupadas pela agricultura na Amazônia” (COUTINHO, 2005). Entre 2003 e 2010 foi observada uma grande variação anual da incidência de queimadas, tendo sido registrado maior densidade média de queimadas nos anos 2004, 2007 e 2010, e menor densidade média nos anos 2006 e 2009. A tendência de variação da densidade de queimadas foi semelhante nos diferentes Estados da Região (Figura 1a). Principalmente 2004 e 2010 foram anos muito secos, com temperaturas relativamente mais altas, umidade relativa do ar mais baixa e praticamente sem chuva durante o inverno, facilitando o uso e a propagação do fogo. No caso de 2010, o pesquisador do INPE Alberto Setzer, em entrevista à Agência Brasil, também considera que o aumento

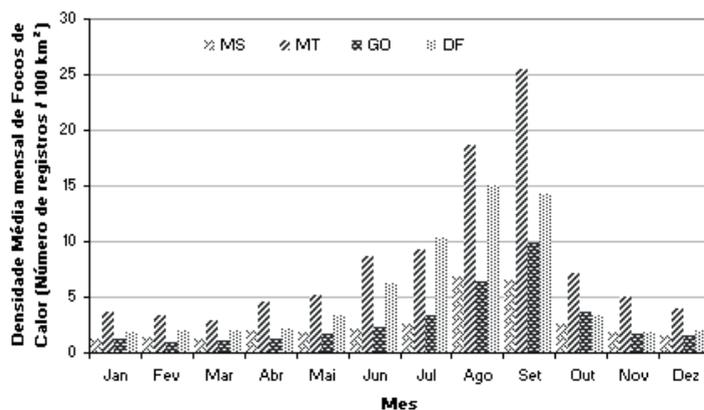
expressivo dos focos de queimadas entre 2009 e 2010 esteve relacionado com a dinâmica do setor agropecuário e com o período eleitoral. Na avaliação do pesquisador, trata-se de um momento econômico favorável à expansão dos rebanhos e das áreas agrícolas, implicando num aumento do uso de fogo pelos produtores rurais, para abrir pastagem e limpar a terra para o cultivo. Com a estiagem e a vegetação seca, o risco de perder o controle da queimada é quase inevitável. Já o período eleitoral influencia na fiscalização. “Por ser ano eleitoral, a fiscalização não está tão intensa quanto poderia estar”. Adicionalmente, a indefinição sobre o futuro da legislação ambiental brasileira - com a possibilidade de mudanças no Código Florestal - também pode estimular, segundo Setzer, crimes ambientais, inclusive as queimadas (AGÊNCIA BRASIL, 2010).

Os municípios da Região Centro-Oeste responsáveis pelo maior índice de queimadas registradas em 2004 foram: Itanhangá, Vera, Santa Carmen, Ipiranga do Norte, Sinop, Porto dos Gaúchos, Nova Ubiatã, Alto da Boa Vista, Cláudia, Tabaporã e Nova Maringá, todos situados na Mesorregião Norte Mato-Grossense, no Estado do Mato Grosso (Figura 2). Em 2004, os três primeiros apresentaram densidade média anual maior do que 100 focos registrados por 100 km<sup>2</sup> e, os demais citados, entre 50 e 100 focos por 100 km<sup>2</sup>. Os municípios da Região que apresentaram intensidade média maior do que 50 de focos por 100 km<sup>2</sup> em 2007 foram: Itanhangá, Confresa, Vila Rica, Alto da Boa Vista e Serra Nova Dourada, todos situados no Estado do Mato Grosso e, excetuando o primeiro município, localizados na Mesorregião Nordeste Mato-Grossense. Em 2010, os municípios que apresentaram incidência média anual maior do que 50 focos por 100 km<sup>2</sup> foram: Reserva do Bacabal e Serra Nova Dourada. Em 2006 e 2009, o município que apresentou maior densidade de focos de fogo foi Itanhangá, com cerca de 39 focos por 100 km<sup>2</sup> em 2006 e próximo de 17 focos por 100 km<sup>2</sup> em 2009.

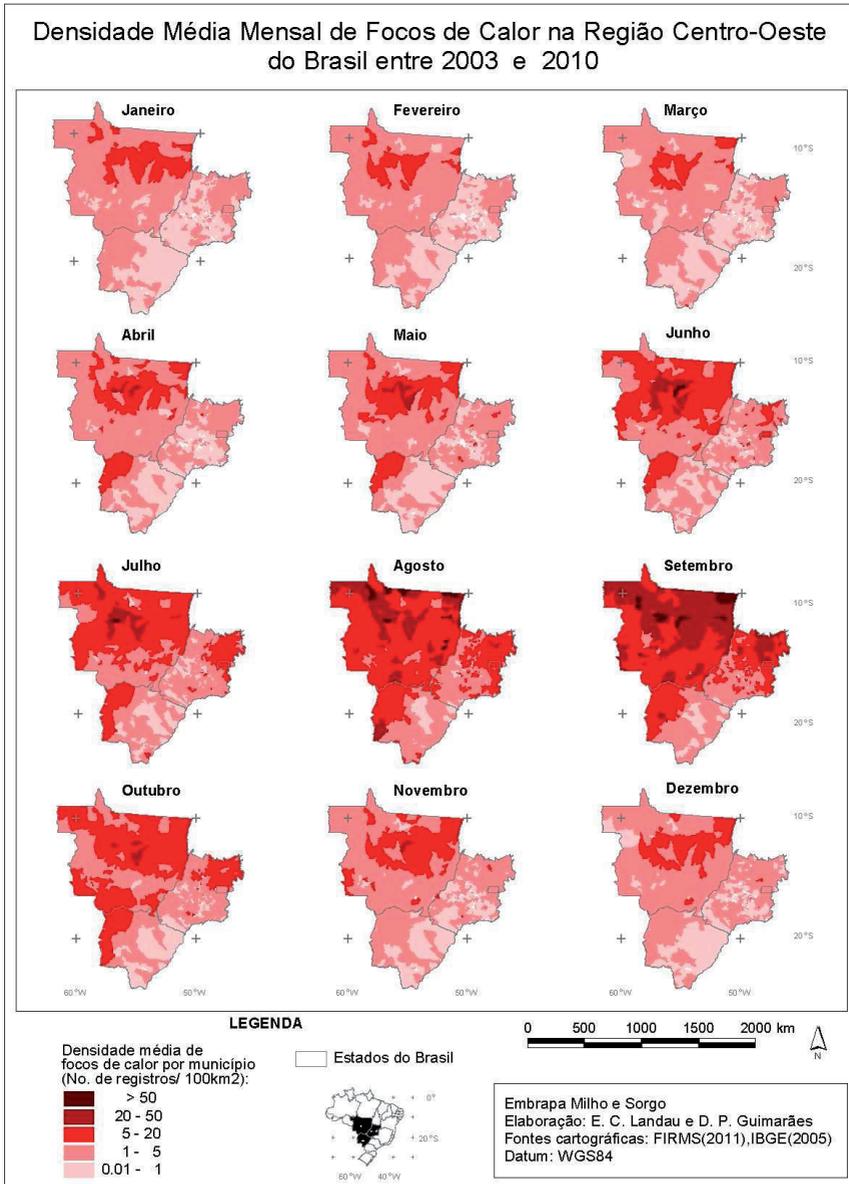
a)



b)



**Figura 1.** Densidade média de focos de calor registrados na Região Centro-Oeste do Brasil entre 2003 e 2010: a) variação anual, b) variação mensal.



**Figura 2.** Variação espaço-temporal da densidade média anual de focos de calor por município da Região Centro-Oeste do Brasil entre 2003 e 2010.

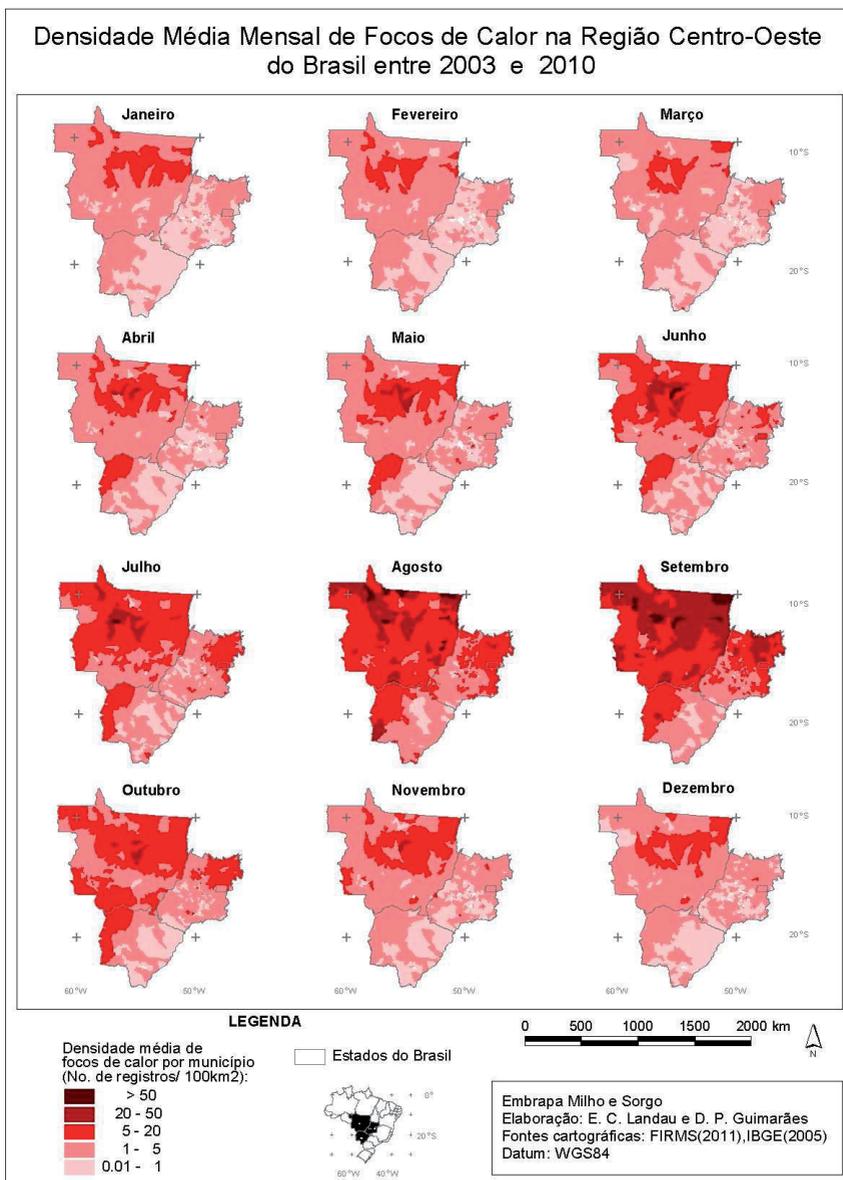
Em relação aos limites dos Biomas, verificou-se um aumento anual da intensidade de queimadas para o Norte, adentrando os limites do Bioma da Floresta Amazônica. Em 2003 e 2004, o grupo de municípios que apresentaram maior intensidade de queimadas localizava-se no limite entre os Biomas do Cerrado e da Floresta Amazônica. Já em 2007, o grupo de municípios com maior intensidade de queimadas localizava-se a 150-200km ao Norte desse limite. Outros autores (COUTINHO, 2005; MIRANDA et al., 2006; IBGE, 2008) também observaram a crescente pressão antropópica principalmente nas áreas de fronteira agrícola, resultando numa dinâmica desenfreada de desmatamento e ocupação e de uso das terras, principalmente na região considerada como “Arco do Desflorestamento e das Queimadas”, que abrange o sul e o leste da Amazônia Legal.

Os municípios situados no Bioma do Pantanal também apresentaram grande variação da intensidade de áreas queimadas no período considerado, tendo sido observadas as menores densidades de focos de calor em 2003 e 2006 e, as maiores, nos anos 2005 e 2010. Nestes dois últimos anos, o município do Bioma do Pantanal que apresentou maior densidade de queimadas foi Barão de Melgaço, localizado na Microrregião Alto-Pantanal, que apresentou densidade entre 21 e 24 focos por 100km<sup>2</sup> nesses anos. Coutinho (2005) também destacou o aumento do número de focos de calor nesse município entre 2004 e 2005.

Os municípios que apresentaram menor densidade de focos de calor entre 2003 e 2010 foram os localizados na Mesorregião Leste do Estado do Mato Grosso do Sul, situados quase inteiramente dentro do Bioma do Cerrado. Municípios dos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul que têm áreas significativas dentro do Bioma da Mata Atlântica também estão entre os que apresentaram menores densidades de queimadas no período.

Quanto à distribuição da ocorrência de queimadas ao longo do ano, verificou-se uma alta concentração de focos nos meses de julho a outubro em todos os Estados da Região Centro-Oeste, sendo observados picos de ocorrência nos meses de agosto e setembro, principalmente em setembro (Figuras 1b e 3). De uma maneira geral, este padrão foi observado em municípios ocorrentes nos diferentes biomas. Outros autores também observaram o mesmo padrão de concentração anual dos focos de calor no final do período de estiagem (COUTINHO, 2005; MIRANDA et al., 2006; SORIANO; PELLEGRIN, 2007). Novamente citando o pesquisador Alberto Setzer do INPE, o mesmo ressalta que as queimadas naturais são provocadas por raios, ocorrendo, conseqüentemente, no período das chuvas, e tendo um efeito menos devastador que os incêndios provocados por ação antrópica (AGÊNCIA BRASIL, 2010). A concentração de focos de calor nos meses de agosto e setembro relaciona-se, portanto, com a ocorrência de queimadas ou incêndios provocados. O fato da maior parte das queimadas terem sido registradas em agosto e setembro também indica o não cumprimento da portaria governamental, que proíbe a realização de queimadas geralmente entre os dias 15 de julho e 15 de setembro, época de forte estiagem e radiação solar, em que os ventos são frequentemente mais fortes, aumentando os riscos de ocorrência de incêndios sem ou de difícil controle.

Alternativas tecnológicas para a diminuição da incidência de fogo na região devem ser consideradas, visando reduzir o impacto ambiental. Regiões com maior incidência ou tendência de aumento de queimadas representam áreas prioritárias para prevenir incêndios florestais e incentivar os produtores a adotar processos tecnológicos mais sustentáveis, visando reduzir impactos ambientais locais e globais. Miranda et al. (2006) colocam que é preciso repassar aos pequenos e médios produtores as inúmeras técnicas que existem para solucionar os problemas sem usar o fogo. O autor cita o caso dos pecuaristas, que ateiam fogo no pasto



**Figura 3.** Variação espaço-temporal da densidade média mensal de focos de calor por município da Região Centro-Oeste do Brasil entre 2003 e 2010.

para controlar os carrapatos. Ele propõe que sejam feitos rodízios com o gado no pasto, liberando as áreas por uma média de 70 dias, fazendo com que os carrapatos sejam controlados sem o uso de fogo. Outro modelo que pode ser adotado é estimular a integração lavoura-pecuária. Alternativas tecnológicas adicionais são propostas pela Campos (2000).

## Conclusões

A Região Centro-Oeste é responsável por parte significativa das queimadas ocorrentes no país. A maior concentração de focos continua sendo verificada na porção noroeste do Estado do Mato Grosso, circundando o conhecido “Arco do Desflorestamento e das Queimadas”, que abrange o sul e o leste da Amazônia Legal. Representam áreas de fronteira agrícola, em que após o desmatamento, as queimadas são realizadas para possibilitar o uso posterior da terra para a pecuária e agricultura.

A variação espaço-temporal da incidência de queimadas encontra-se altamente relacionada com os padrões de ocupação do solo e variações climáticas, entre outros. Anos com períodos de estiagem mais prolongados tendem a apresentar maior incidência de queimadas que anos mais chuvosos. Ao longo do ano, os meses de agosto e setembro, em que a umidade relativa do ar é mais baixa e que precedem a época de chuvas e de preparação do solo para fins agrícolas, concentram as maiores incidências de queimadas. O monitoramento atualizado das queimadas é essencial para subsidiar o gerenciamento territorial eficiente e organizado com base na dinâmica espaço-temporal de padrões e impactos ambientais relacionados.

A ocorrência de queimadas é condicionada ou determinada por distintos contextos ecológicos, econômicos e sociais, resultando na expansão da fronteira agrícola e manejo inadequado das

culturas que, sem planejamento ambiental, fomentam a destruição e a degradação dos ecossistemas. A adoção de alternativas tecnológicas viáveis e sustentáveis para a região é essencial para possibilitar a redução, na prática, dos impactos ambientais decorrentes de queimadas, da escala local até a global.

### Referências Bibliográficas

AGÊNCIA BRASIL. **INPE**: focos de queimadas aumentam 100% em relação a 2009. Notícia publicada em 17 de agosto de 2010. Comentário 48. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,OI4628323-EI306,00-Inpe+focos+de+queimadas+aumentam+em+relacao+a.html>>. Acesso em: 22 ago. 2011.

ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; McGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. C. V.; SOLARES FILHO, B. S. **Desmatamento na Amazônia**: indo além da “emergência crônica”. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2004. 85 p.

BECKER, B. K. Síntese do processo de ocupação da Amazônia: lições do passado e desafios do presente. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília, 2001. p. 5-28.

CAMPOS, F. A. A. (Coord.). **Alternativas para a prática das queimadas na agricultura**: recomendações tecnológicas. Brasília, DF: Ministério da Agricultura: Embrapa, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento: Embrapa, Assessoria de Comunicação Social, 2000. 63 p.

CARDOSO, E. L.; CRISPIM, S. M. A.; RODRIGUES, C. A. G.; BARIONI JUNIOR, W. Composição e dinâmica da biomassa aérea após a queima em savana gramíneo-lenhosa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2309-2316, nov. 2000.

COUTINHO, A. C. **Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local**. 2005. 308 f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

COUTINHO, A. C. Padrões da distribuição espacial de queimadas no Estado de Mato Grosso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 2285-2292.

CSISZAR, I. A.; MORISETTE, J. T.; GIGLIO, L. Validation of active fire detection from moderate-resolution satellite sensors: the MODIS example in Northern Eurasia. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, New York, v. 44, n. 7, p. 1757-1764, 2006.

DIAZ, M. del C. V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M. J. C.; MOTTA, R. S. da; ALENCAR, A.; GOMES, J. C.; ORTIZ, R. A. **O preço oculto do fogo na Amazônia: os custos econômicos associados às queimadas e incêndios florestais**. 2002. 43 p. Relatório do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) em colaboração com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Centro de Pesquisa Woods Hole (WHRC). Versão setembro de 2002. Disponível em: <[http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/material3os/preco\\_fogo\\_diaznepstad.pdf](http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/material3os/preco_fogo_diaznepstad.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2011.

DICK, D. P.; MARTINAZZO, R.; DALMOLIN, R. S. D.; JACQUES, A. V. A.; MIELNICZUK, J.; ROSA, A. S. Impacto da queima nos atributos químicos e na composição química da matéria orgânica do solo e na vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 5, p. 633-640, maio 2008.

FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

FIRMS MODIS Fire archive download. Disponível em: <<http://firefly.geog.umd.edu/download>>. Acesso em: 30 jul. 2011.

GIGLIO, L.; DESCLOITERS, J.; JUSTICE, C. O.; KAUFMAN, Y. An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 87, p. 273-282, 2003.

GOUVELLO, C. de; SOARES-FILHO, B. S.; NASSAR, A. (Ed.). **Uso da terra, mudanças do uso da terra e florestas**: estudo de baixo carbono para o Brasil. Washington: Banco Mundial, 2010. 292 p. Relatório de síntese técnica.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 399-406, 2002.

HOLBEN, B. N.; ECK, T. F.; SETZER, A.; SLUTSKER, I.; PEREIRA, A.; MARKHAM, B.; VANDE-CASTLE, J. Temporal and spatial variability of aerosol loading and properties during the Amazon and North American temperate and boreal forest burning seasons. In: LEVINE, J. (Ed.). **Biomass burning and global change**. Cambridge: MIT Press, 1996. p. 618-636.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2008. Rio de Janeiro, 2008. 472 p. (Estudos e Pesquisas Informação Geográfica, n. 5).

IBGE. **Malha municipal digital do Brasil de 2005**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>>. Acesso em: 28 jul. 2011.

IBGE. **Mapa de biomas de 1993, escala 1:5.000.000**. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>>. Acesso em: 28 jul. 2011.

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. 2011. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

JARVIS, A.; TOUVA, J. L.; SCHMITZ, M. C.; SOTOMAYOR, L.; HYMAN, G. G. Assessment of threats to ecosystems in South America. **Journal for Nature Conservation**, v. 18, p. 180-188, 2010.

JUSTICE, C. O.; GIGLIO, L.; KORONTZI, S.; OWENS, J.; MORISETTE, J. T.; ROY, D. The MODIS fire products. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 83, p. 244-262, 2002.

LEAL, T. Doentes pelo fogo: queimadas na Amazônia causam problemas respiratórios e oculares na população do Acre. **Ciência Hoje On-line**, 08 ago. 2008. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/medicina-e-saude/doentes-pelo-fogo>>. Acesso em: 29 ago. 2011.

MIRANDA, E. E. de; MORAES, A. V. de C.; OSHIRO, O. T. **Queimadas na Amazônia brasileira em 2005**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 19 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Comunicado Técnico, 18).

MORISETTE, J. T.; GIGLIO, L.; CSISZAR, I.; SETZER, A.; SCHROEDER, W.; MORTON, D.; JUSTICE, C. O. Validation of MODIS active fire detection products derived from two algorithms. **Earth Interactions**, v. 9, n. 9, p. 1-25, 2005.

NARDOTO, G. B.; BUSTAMANTE, M. M. da C. Effects of fire on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in savannas of Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 955-962, ago. 2003.

NOBRE, C.A.; SELLERS, P. J.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, Boston, v. 4, n. 10, p. 957-988, 1991.

PIROMAL, R. A.; SBRAVATTI, R. J.; RIVERA-LOMBARDI, Y. E.; SHIMABUKURO, A. R. F.; KRUG, T. Utilização de dados MODIS para a detecção de queimadas na Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 77- 84, 2008.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, J. C. P.; FERNANDES, V. B. B.; MAFRA, A. L.; ALMEIDA, J. A. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, Santa

Maria, v. 33, p. 49-55, 2003.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 153-156, 2008.

SILVA, G. B. S. da; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; ADAMI, M.; SANO, E. E. Discriminação da cobertura vegetal do Cerrado matogrossense por meio de imagens MODIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 186-194, fev. 2010.

SORIANO, B. M. A.; PELLEGRIN, L. A. **Monitoramento do número de focos de calor e variáveis meteorológicas observados em 2007 no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 3 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 64). Disponível em: <[http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=COT64](http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT64)>. Acesso em: 16 ago. 2011.

SOUZA, Z. M. de; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 271-278, mar. 2005.

TAKAHATA, C.; AMIN, R.; SARMA, P.; BANERJEE, G.; OLIVER, W.; FA, J. E. Remotely-sensed active fire data for protected area management: eight-year patterns in the Manas National Park, India. **Environmental Management**, New York, v. 45, n. 2, p. 414-423, 2010.

**Embrapa**

---

*Milho e Sorgo*



Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA