

Distribuição de Focos de Calor no Estado de Roraima

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Reinhold Stephanes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Ernesto Paterniani
Hélio Tollini
Marcelo Barbosa Saintive
Membros

Diretoria-Executiva

Silvio Crestana
Diretor-Presidente

Tatiana Deane de Abreu Sá
José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Diretores-Executivos

Embrapa Roraima

Antônio Carlos Centeno Cordeiro
Chefe Geral

Roberto Dantas de Medeiros
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Miguel Amador de Moura Neto
Chefe Adjunto de Administração



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1981 - 6103
Dezembro, 2007*

Documentos 15

Distribuição de Focos de Calor no Estado de Roraima

Maristela Ramalho Xaud
Haron Abraham Magalhães Xaud
Moisés C. Mourão de O. Júnior

Boa Vista, RR
2007

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Embrapa Roraima

Rod. BR-174 Km 08 - Distrito Industrial Boa Vista-RR

Caixa Postal 133.

69301-970 - Boa Vista - RR

Telefax: (095) 3626.7018

e-mail: sac@cpafrr.embrapa.br

www.cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Marcelo Francia Arco-Verde

Secretário-Executivo: Ramayana Menezes Braga

Membros: Bernardo de Almeida Halfeld-Vieira

Gilvan Barbosa Ferreira

Jerri Edson Zilli

Liane Marise Moreira Ferreira

Ranyse Barbosa Querino da Silva

Normalização Bibliográfica: Maria José Borges Padilha

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo

1ª edição

1ª impressão (2007): 300

Xaud, Maristela Ramalho

Distribuição de Focos de Calor no Estado de Roraima / Maristela Ramalho Xaud, Haron Abraham Magalhães Xaud, Moisés C. Mourão Júnior. -Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2007.

16 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 15).

ISSN:1981 – 6103

1. Focos de calor. 2. Roraima. 3. Distribuição. I Xaud, Han Abraham Magalhães. II. Mourão Júnior, Moisés C.

CDD: 634.9618

Autores

Maristela Ramalho Xaud

Eng. Agrônoma. M.Sc. Sensoriamento Remoto. Pesquisadora,
Embrapa Roraima. BR-174, km 08, Cx. P. 133, Boa Vista, Roraima,
Brasil - maris@cpafrr.embrapa.br

Haron Abraham Magalhães Xaud

Eng. Agrônomo. M.Sc. Sensoriamento Remoto. Pesquisador,
Embrapa Roraima. BR-174, km 08, Cx. P. 133, Boa Vista, Roraima,
Brasil - haron@cpafrr.embrapa.br

Moisés C. Mourão de O. Júnior

Biólogo, M.Sc., Métodos Quantitativos em P&D. Pesquisador da
Embrapa Roraima. Br 174, km 08, Distrito Industrial, CEP 69.301-970,
Boa Vista-RR. e-mail: mmourao@cpafrr.embrapa.br

SUMÁRIO

Introdução.....	05
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão	10
Referências.....	12

Distribuição de Focos de Calor no Estado de Roraima

Maristela Ramalho Xaud
Haron Abraham Magalhães Xaud
Moisés C. Mourão de O. Júnior

1. INTRODUÇÃO

1.1 Histórico de fogo em Roraima

O Estado de Roraima é composto majoritariamente de florestas, representando mais de 70% de seu território. Essa extensa cobertura florestal apresenta diferentes características, relacionadas principalmente a índices pluviométricos distintos ao longo do ano. Ao sul, a oeste e no limite norte do Estado, encontram-se as florestas mais úmidas. À medida que se aproximam das áreas não-florestais (savanas, localmente conhecidas como lavrados), as florestas são denominadas de transição e apresentam-se mais abertas e menos úmidas, devido a variações adaptativas ao maior período de seca a que está submetida essa região durante parte do ano (4 a 6 meses).

Essas áreas de contato entre formações florestais e não-florestais representam os principais alvos no processo de expansão agrícola. Em Roraima, o contato é abrupto, sem grandes variações de tipos intermediários de vegetação. O processo de ocupação recente na região florestal de transição é caracterizado por assentamentos de agricultores familiares, regularizados por projetos de colonização instituídos após as primeiras derrubadas, sem zoneamento e ordenamento territorial adequados.

Associadas ao processo de ocupação nas áreas florestais, destacam-se as queimadas agrícolas como parte integrante da agricultura itinerante (de corte e queima) e na limpeza de pastagens. O fogo é utilizado tanto para eliminar os resíduos das derrubadas, tendo em vista a necessidade de abertura de áreas florestais visando o estabelecimento de cultivos agrícolas, como também para manejo das pastagens já implantadas.

Ocasionalmente, o fogo escapa de áreas de queimadas controladas (ou não) em fazendas e assentamentos, avançando acidentalmente sobre áreas de florestas naturais.

Em Roraima, a ocorrência de incêndios florestais tem sido cada vez mais freqüente. Após o incêndio de 1998, observou-se o aumento da susceptibilidade das áreas florestais

atingidas, mesmo em condições normais de estação seca. Isso pode ser explicado pelo impacto significativo do fogo modificando a estrutura original do ecossistema, principalmente abrindo clareiras e alterando o sub-bosque. Com influência periódica do fenômeno El Niño na região, aumentando a duração e a intensidade da estação seca, observa-se um aumento do déficit hídrico no sistema florestal, levando a vegetação, como forma de defesa fisiológica, a liberar folhas, galhos e gravetos (“materiais combustíveis finos”) em maior quantidade. A redução da umidade do ar e a elevação da temperatura, associadas ao aumento da intensidade das queimadas agrícolas propiciam à ignição e à propagação do fogo de superfície no ecossistema florestal, atingindo troncos e galhos maiores mortos e ampliando sua ação, principalmente em clareiras (Barbosa et al., 2004).

Como consequência dos incêndios de 1998 em Roraima, Xaud e Silva (2004) relatam que no ano de 2001 (estação seca considerada normal), foi necessário realizar intensa campanha de monitoramento e controle de queimadas agrícolas, com utilização de dados orbitais e presença de helicópteros de combate, brigadas municipais e acionamento do exército, para evitar que se repetisse a severidade do incêndio de 1998 . Em 2003, quando novamente houve forte influência do El Niño, fazendo com que a umidade relativa do ar ficasse, em média, abaixo de 60% e a temperatura máxima quase sempre ultrapassasse os 35°C, mesmo com todo o sistema de monitoramento e controle montado no Estado por órgãos ambientais, defesa civil, exército, sociedade civil e agricultores, não se conseguiu evitar que várias frentes de fogo acidental (originado de queimadas agrícolas) avançassem sobre áreas de produção e florestas intactas, ocasionando novamente prejuízos econômicos, sociais e ambientais a agricultores, ao Estado e à sociedade como um todo (Barbosa et al., 2004).

1.2 Monitoramento orbital de queimadas no Brasil

O Brasil tem se destacado nos últimos anos, principalmente após 1998 (incêndio em Roraima) pelo monitoramento de queimadas com imagens de satélites. Tal monitoramento é particularmente útil para regiões remotas sem meios intensivos de acompanhamento.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que tem entre seus objetivos desenvolver tecnologias e aplicações com satélites artificiais e produtos relacionados ao tempo e clima que sejam de utilidade para a sociedade, tem sido responsável pelo monitoramento orbital de queimadas com satélites, assim como por estimar e prever riscos de queima da vegetação e as emissões produzidas. São centenas os produtos gerados e distribuídos diariamente, como coordenadas geográficas dos focos, alertas por e-mail de

7 Distribuição de Focos de Calor no Estado de Roraima

ocorrências em áreas de interesse especial, risco de fogo, estimativas de concentração de fumaça, etc. Todos os dados e produtos são divulgados na internet pelo INPE sem custo para o usuário, cerca de três horas após sua geração (INPE, 2007). A Figura 1 mostra a distribuição de focos de calor na Amazônia Legal brasileira, produto disponibilizado que sintetiza a ocorrência dos focos ao longo do ano, segundo um período observacional de 5 anos. Assim como esse produto, o Instituto gera outros produtos relacionados às queimadas no Brasil e na América do Sul para que o governo e a sociedade se beneficiem das informações geradas.

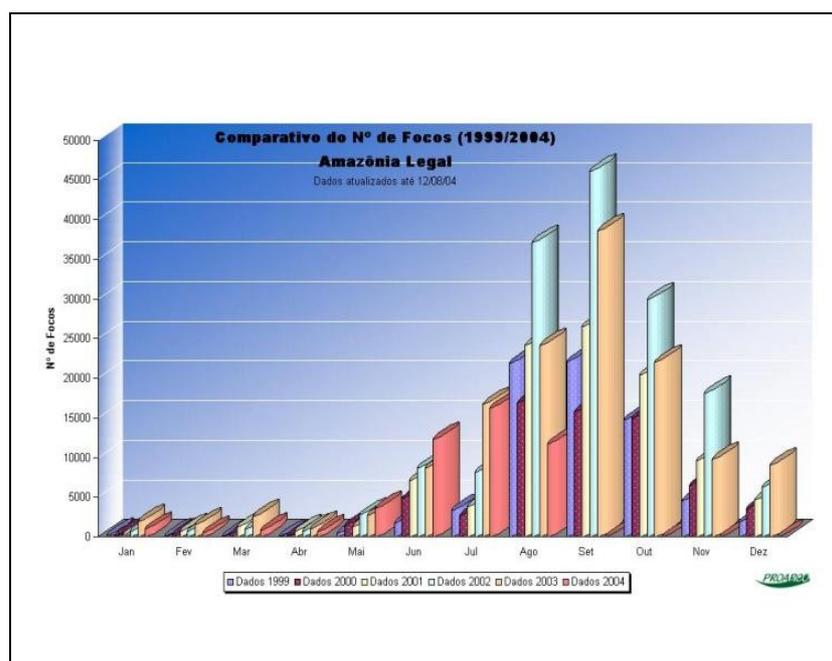


Fig. 1: Tipo de dado disponibilizado pelo INPE: gráfico da distribuição dos focos de calor no período de 1999/2004 na Amazônia Legal Brasileira.

Fonte: INPE, 2004.

São utilizados todos os satélites que possuem sensores ópticos operando na faixa termal do espectro eletromagnético (média de 4 μ m) e que sejam acessíveis ao INPE. Atualmente (2007), são processadas operacionalmente as imagens AVHRR dos satélites polares NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18, as imagens dos satélites geoestacionários GOES-10, GOES-12, e MSG-2 e as imagens MODIS dos satélites polares NASA TERRA e AQUA (Figuras 2 e 3). Cada satélite de órbita polar produz pelo menos um conjunto de imagens por dia, e os geoestacionários geram algumas imagens por hora, sendo que no total o INPE processa mais de 100 imagens por dia

especificamente para detectar focos de calor. As recepções são feitas nas estações de Cachoeira Paulista (SP) e de Cuiabá (MT).



Fig.2: Aspectos dos satélites NOAA, GOES e TERRA.

Fonte: EMBRAPA, 2004.

O princípio físico da detecção de focos de calor por sensoriamento remoto consiste na emissão de energia termal do material aquecido (ou em chamas) e na recepção por sensores que tenham esta faixa característica, gerando imagens digitais onde são selecionados “pixels” (elementos de resolução) de interesse. Geralmente há uma saturação da resposta do sensor. Para os satélites de órbita polar (NOAAs a 800 km de distância, e TERRA e AQUA a 730 km), trabalhos de validação de campo indicam que uma frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura, ou maior, pode ser detectada. Para os satélites geoestacionários (25.000 km de distância), a frente de fogo precisa ter o dobro de tamanho para ser localizada. Entretanto, como o píxel do satélite de órbita polar tem 1km x 1km ou mais, uma queimada de algumas dezenas de m² será identificada como tendo pelo menos 1 km². Nas imagens dos satélites geoestacionários, onde o píxel tem 4km x 4km, esta pequena queimada passará a ser indicada por uma área de 16km² ou mais. Assim, um foco de queima (píxel de queima), pode indicar tanto uma pequena queimada, assim como várias pequenas queimadas ou uma muito grande no seu interior. Ou seja, este sistema do INPE detecta a existência de foco de calor na vegetação, não tendo condições de avaliar o tamanho da área que está queimando ou o tipo de vegetação afetada.



Fig.3: Imagem MODIS, do satélite AQUA com focos de calor detectados.

Fonte: EMBRAPA, 2004.

Em outras palavras, a relação foco de calor e a área queimada não é direta nas imagens de satélite. Um foco de calor indica a existência de fogo em um píxel da imagem, que varia de 1km x 1km até 4km x 4km. Neste píxel pode haver uma ou várias queimadas distintas. Do mesmo modo, se uma queimada for muito extensa, ela será detectada em alguns “pixels” vizinhos, ou seja, vários focos estarão associados a uma única grande queimada. Ainda é comum uma mesma queimada ser detectada por vários satélites. Adicionalmente, em muitos casos, pela variação natural do tamanho dos “pixels” entre os vários satélites, uma mesma queimada poderá ser indicada em locais com diferentes coordenadas geográficas conforme o satélite que a detectou.

Dessa forma, é importante ressaltar que algumas condições impedem ou prejudicam a detecção das queimadas, tais como: frentes de fogo com menos de 30 m; fogo apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores; nuvens cobrindo a região (não incluindo as nuvens de fumaça, que não interferem); queimada de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis; fogo em uma encosta de montanha, quando o satélite imagea o outro lado; imprecisão na localização do foco de calor, que no melhor caso é de cerca de 1 km, mas podendo chegar a 6 km. Trabalhos de validação indicam que cerca de 80% dos focos estão em um raio de 1 km das coordenadas indicadas.

Este sistema de monitoramento orbital de queimadas detecta a ocorrência de focos de calor, informação extremamente importante e necessária para milhares de usuários. A utilização dos dados de focos de calor ao longo dos anos monitorados pelo INPE, considerando o modo regular de detecção e o crescente volume de dados, tem sido referência nos estudos de queimadas na América Latina (Justino *et al.*, 2002, Deppe *et al.*, 2004, Sismanoglu e Setzer, 2005, Araújo *et al.*, 2007).

Alguns satélites foram e vem sendo utilizados no monitoramento de queimadas há muitos anos (como o caso do NOAA-12, desativado em 2007) e a possibilidade de análise dos dados acumulados aumentam o entendimento sobre a ocorrência de queimadas no Brasil ou em regiões específicas.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os dados gerados no monitoramento orbital de queimadas para o Estado de Roraima, no período de 1999 a 2007, levando em consideração a detecção do sensor AVHRR/NOAA-12 em sua passagem noturna.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados constantes no banco de dados Queimadas (INPE, 2007), sendo selecionado o Estado de Roraima e a passagem noturna do satélite NOAA-12, nos anos de 1999 a 2007. Essa série de dados é a mais extensa utilizada no monitoramento de queimadas na região de estudo. O presente satélite foi desativado em agosto de 2007.

Para cada ano, os dados foram organizados por município, contendo todos os focos e as informações relacionadas (localização, data, tipo de vegetação, susceptibilidade, etc.).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados no gráfico a seguir (Figura 4). Os anos de 2001, 2003 e 2007 apresentam acréscimo no número de focos em todos os municípios em relação aos demais anos. De acordo com os dados de precipitação da região central do Estado (município de Mucajaí e Cantá), esses anos apresentaram pronunciadas estações secas, caracterizadas por extensos intervalos de dias sem chuva. Importante salientar que no ano de 2003 houve influência do fenômeno climático *El Niño*, prolongando e

intensificando a estação seca em todo o Estado (Barbosa e Fearnside, 2000; Barbosa et al., 2004; Barbosa et al., 2005).

O município de Mucajaí apresenta o maior número de focos de calor principalmente nesses anos. Os municípios de Cantá, Alto Alegre, Caracarái e Iracema também se encontram entre aqueles que mais apresentam focos.

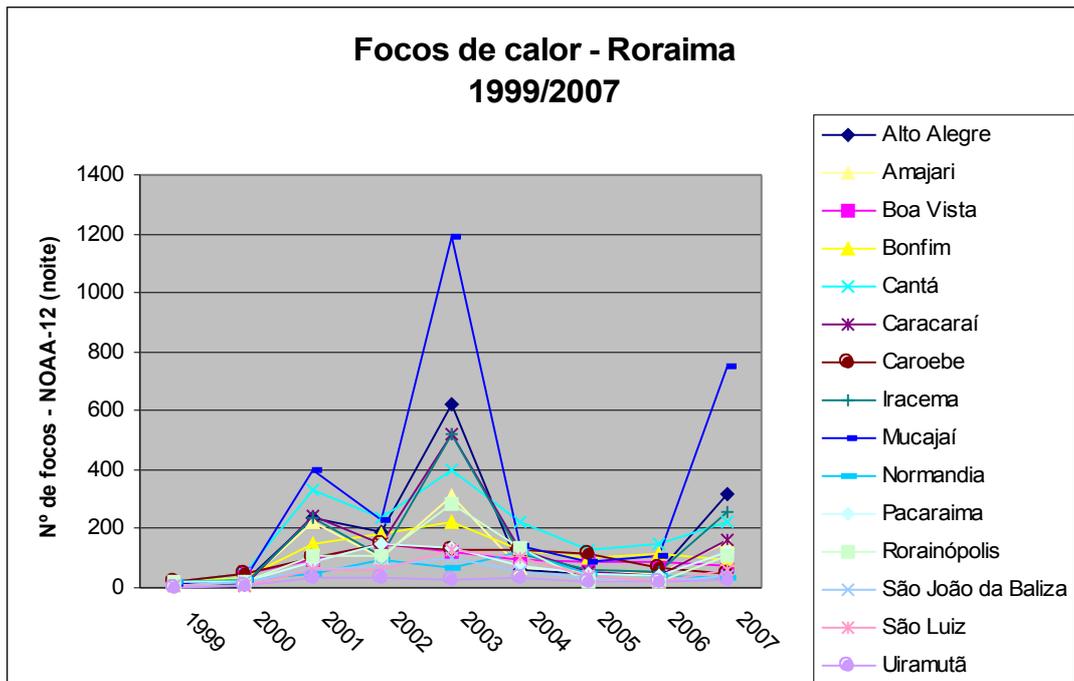


Fig. 4: Distribuição dos focos de calor de Roraima, detectados pelo satélite NOAA-12, em passagem noturna, durante os anos de 1999 e 2007.

Observa-se que as maiores variações entre anos se encontram nesses municípios, com áreas de florestas de transição e forte presença antrópica (assentamentos, áreas de colonização e fazendas). Nos municípios localizados em áreas de savanas (lavrado), como por exemplo, os municípios de Uiramutã e Normandia, observa-se pouca variação anual, indicando que a quantidade de focos nesses municípios tem pouca influência da severidade da estação seca. Os municípios do sul do Estado, situados em áreas florestais mais úmidas, apresentam característica intermediária, ainda tendendo para menor influência da intensidade da estação seca. Rorainópolis e Caroebe se destacam na região sul, como os municípios com maior número de focos.

Os dados revelam que as áreas de transição entre as formações florestais e não-florestais (municípios de Mucajaí, Cantá, Alto Alegre, Caracará e Iracema) apresentam maior número de focos e são mais influenciadas pelo rigor da estação seca. Isso acontece em função das florestas dessas áreas serem menos úmidas e mais abertas, sendo mais susceptíveis às queimadas e incêndios florestais nos anos secos, mas também em função do intenso uso do fogo e das queimadas como prática agrícola nessa região.

A região sul do Estado apresenta florestas mais úmidas, diminuindo consideravelmente o número de focos em relação às áreas de transição. Porém, em 2003, observa-se que principalmente o município de Rorainópolis apresentou considerável aumento do número de focos. Tal comportamento pode ter relação com a severidade da estação seca daquele ano, comprometendo a umidade natural das florestas desse município, como também pode indicar a intensa prática de queimadas nesse município naquele ano.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L.M.A.; SILVA, T.M.V.; NASCIMENTO, E.R.P. *Análise dos focos de calor em áreas florestais ao longo do Arco do Desflorestamento*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, 2007. p. 4421-4423.

BARBOSA, R.I.; FEARNSTIDE, P.M. *As lições do fogo*. **Ciência Hoje**. v. 27, n. 157, p. 35-39, 2000.

BARBOSA, R.I.; XAUD, M.R.; SILVA, G.N.F.; CATTÂNEO, A.C. *Cinzas na Amazônia: incêndios florestais reencontram Roraima*. Rio de Janeiro: **Ciência Hoje**, v. 35, n. 207, p.22-27, 2004.

BARBOSA, R.I.; XAUD, M.R.; SILVA, G.N.F.; CATTÂNEO, A.C. *Les cendres en Amazonie*. **Palais de la Découverte**. Paris, n. 329, p. 57-63, 2005.

DEPPE, F.; PAULA, E.V.; MENEGHETTE, C.R.; VOSGERAU, J. *Comparação de índice de risco de incêndio florestal com focos de calor no Estado do Paraná*. Curitiba: **Revista Floresta**, v.34, n.2, p.119-126, 2004

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Satélites de monitoramento.**

Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em:

<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Banco de dados queimadas:**

Monitoramento de focos. Cachoeira Paulista: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,

2007. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>

JUSTINO, F.B.; SOUZA, S.S.; SETZER, A. *Relação entre “focos de calor” e condições meteorológicas no Brasil*. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12., Foz do Iguaçu.

Anais. Foz do Iguaçu, 2002. p. 2086-2093.

SISMANOGLU, R.A.; SETZER, A. *Risco de fogo da vegetação na América do Sul: comparação de três versões na estiagem de 2004*. In: Simpósio Brasileiro de

Sensoriamento Remoto, 12., Goiânia. **Anais**. Goiânia, 2005. p. 3349-3355.

XAUD, M.R.; SILVA, G.F.N.S. *Implementação de monitoramento de queimadas na prevenção e no controle de incêndios florestais no Estado de Roraima*. In: Sétimo

Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas – FOREST 2004, Brasília. Volume de Resumos. Rio de Janeiro: Biosfera, 2004. p. 83-84.

Embrapa

Roraima

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

