



Ministério da Ciência e Tecnologia
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Núcleo de Pesquisas de Roraima

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR NO ESTADO DE RORAIMA PARA O PERÍODO DE JANEIRO-1999 A DEZEMBRO-2009 (SATÉLITES NOAA 12-N E NOAA 15-N)

Dr. REINALDO IMBROZIO BARBOSA

Comitê de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais de Roraima

Representante INPA

reinaldo@inpa.gov.br

06.02.2010

Boa Vista - Roraima



Ministério da
Ciência e Tecnologia



1. Objetivo

O objetivo deste estudo é o de apresentar a distribuição espacial e temporal dos focos de calor derivados dos satélites NOAA¹ 12-Noite (jan-1999 a abr-2007) e NOAA 15-Noite (mai-2007 a dez-2009) para o estado de Roraima. Considerações gerais foram realizadas ao longo de todo este documento como forma de aumentar o grau de informações e auxiliar o Comitê de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais de Roraima nas tomadas de decisões para os períodos mais críticos de estiagem regional.

2. Metodologia

2.1 Considerações Preliminares

. Foi utilizado o banco de dados queimadas (BD Queimadas) para detecção de focos de calor derivados dos satélites meteorológicos NOAA 12-Noite (jan-1999 a abr-2007) e NOAA 15-Noite (mai-2007 a dez-2009) disponibilizados gratuitamente pela parceria INPE/PROARCO (<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>)². Foi considerada apenas a passagem destes dois satélites porque são as que produzem os dados com melhor consistência e de maior observação temporal de coleta, além de serem os mais tradicionalmente utilizados nos trabalhos de comparação entre regiões e países. A resolução espacial do sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), acoplado a estes satélites, é de ~1,1 km (Nadir), sendo considerada satisfatória para este tipo de trabalho³.

. A contagem dos focos de calor não reflete a área queimada, indicando apenas a localização e/ou a persistência dos focos em um dado ecossistema. Uma porcentagem baixa destes focos deve ser considerada como erro de leitura por parte do sensor AVHRR por diferentes fatores. Além disto, focos menores que 30 m x 0,5 m podem não ser detectados pelo sensor. Entretanto, em ambos os casos, isso não invalida a enorme maioria das leituras remotas.

. Não foram utilizados artifícios de somas ou comparações do número de focos total entre os demais 24 satélites disponibilizados pelo BD Queimadas. Este tipo de estratégia de avaliação de risco de fogo não representa a realidade da situação e incorpora erros desnecessários à análise.

2.2 Análise dos Dados

Todo o banco de dados disponibilizado pelo INPE/PROARCO, derivado dos satélites acima mencionados, foi convertido em planilhas eletrônicas do aplicativo Excel-Microsoft e tratado com a ferramenta “Tabela Dinâmica” no sentido de operar mais facilmente as informações (individuais e coletivas) de um total de 16.901 focos de

¹ **NOAA** é a sigla para *National Oceanic and Atmospheric Administration*, que é o departamento norte americano responsável pela administração dos satélites desta linha.

² **INPE** = *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* e **PROARCO** = *Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento*.

³ Por exemplo, o satélite **GOES** (*Geostationary Satellite Server*) possui um sensor de resolução de 4 km, não sendo considerado satisfatório para o nível de detalhamento desejado neste trabalho.

calor⁴ dentro do período acima estabelecido. As informações básicas (variáveis) sobre cada foco apreendida para este estudo foram as seguintes: coordenadas geográficas (Lat/Long), data da observação do foco (desmembrada em dia, mês e ano), tipo de satélite (NOAA 12 Noite e NOAA 15 Noite), município e tipo de vegetação (grandes categorias fitofisionômicas criadas pelo PRODES⁵ para avaliação do desmatamento na Amazônia). A estas foi adicionada a variável categórica “macrossistema” que teve por objetivo aglomerar tipos de vegetação semelhantes em categorias macro ecossistêmicas: **florestal** (campinarana, floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila densa, floresta estacional semidecidual e floresta de contato) e **não-florestal** (savanas, campinas e outras áreas abertas não especificadas). Feito isto, as seguintes questões foram formuladas:

a. qual o padrão médio de distribuição temporal dos focos de calor no estado de Roraima, por macrossistema, considerando os dados disponíveis pelo BD Queimadas?

b. quais os meses de maior concentração de focos de calor?

c. quais as principais fitofisionomias afetadas pelos focos?

d. quais os municípios com maior número de focos de calor por unidade de área política?

Cada uma destas questões foi respondida através da formatação de gráficos e tabelas que apresentassem as tendências e os valores absolutos e relativos representativos. Cada questão sofreu uma breve análise através de comentários sobre os padrões e tendências observados.

3. Resultados

3.1 Padrão de Distribuição Temporal

3.1.1 Padrão Anual

A Tabela 1 apresenta o total de focos de calor detectados anualmente pelos satélites especificados na base de dados digitais do BD Queimadas. A média geral estabelecida entre 1999 e 2009 (anos com dados completos) foi de 1536 focos/ano, sendo 1167 (76%) detectados em sistemas florestais e 369 (24%) em não-florestais.

⁴ Este é o número total de focos de calor contabilizando todos os focos do NOAA 12 Noite, janeiro de 1999 a abril de 2007, somados aos focos do NOAA 15 Noite, maio de 2007 a dezembro de 2009. Por opção metodológica, 303 focos do NOAA 15 Noite (janeiro-abril de 2007) foram descartados para evitar duplicidade de informação entre os dois satélites. Os 21 focos de julho a dezembro de 1998 e os 34 de janeiro de 2010 não foram contabilizados nesta análise por não representarem séries completas de dados anuais. O NOAA 12 parou de coletar dados em agosto de 2007, quebrando uma longa série de dados sobre focos de calor.

⁵ Programa do governo brasileiro gerenciado pelo INPE que avalia as taxas de desmatamento de toda a Amazônia Legal brasileira. A principal base fitogeográfica utilizada pelo PRODES é a do Projeto RADAMBRASIL na escala de 1:1.000.000.

Tabela 1 – Número de focos detectados anualmente por macrosistemas (florestal e não-florestal) no estado de Roraima para o período de 1999 a 2009.

Ano	Florestal		Não-florestal		Total de Focos	Satélite
	n	%	n	%		
1999	138	62.7	82	37.3	220	NOAA 12 N
2000	227	62.7	135	37.3	362	NOAA 12 N
2001	1875	77.6	541	22.4	2416	NOAA 12 N
2002	1318	65.3	701	34.7	2019	NOAA 12 N
2003	4083	85.4	696	14.6	4779	NOAA 12 N
2004	1120	69.1	502	30.9	1622	NOAA 12 N
2005	612	65.5	322	34.5	934	NOAA 12 N
2006	587	65.0	316	35.0	903	NOAA 12 N
2007	2139	83.3	428	16.7	2567	(1)
2008	511	72.4	195	27.6	706	NOAA 15 N
2009	232	62.2	141	37.8	373	NOAA 15 N
Total	12869	-	4087	-	16901	-
Média	1167	76.0	369	24.0	1536	-

(1) NOAA 12 N até abril de 2007 e NOAA 15 N de maio a dezembro de 2007.

O padrão geral de distribuição anual é muito associado aos eventos climáticos globais que provocam longos períodos de seca (com ou sem El Niño) ou de chuva (La Niña) na região compreendida pelos limites geopolíticos de Roraima (Figura 1). Por exemplo, o grande período chuvoso estabelecido pelo La Niña do biênio de 1998-99 (logo após o grande incêndio de 1997-98⁶ – El Niño) provocou o menor número de focos (82 em 1999) ao longo de todo o período analisado. De forma contrária, em 2003 foi observado o maior valor numérico de focos de todo o período (4779) por conta do forte evento (El Niño) do biênio 2002-03. Neste biênio, mesmo com os setores de gestão e fiscalização locais já ordenados, não foi possível deter o avanço do fogo pelos ecossistemas florestais (~4 a 5000 km² de área florestal re-impactada). Ou seja, a governança efetiva sobre as ações necessárias para evitar o fogo fora de controle deveriam ter sido voltadas mais à quebra do início das queimadas do que para combater o fogo já formado.

Em todos os anos foi observada uma maior predominância de focos em sistemas florestais (76%) em detrimento dos não-florestais (24%). Os focos em florestas são mais persistentes, pois a base do combustível de longo prazo que o alimenta é a biomassa de troncos da floresta. Uma área queimada na floresta pode emitir calor detectável pelos sensores durante vários dias dependendo do período climático. Por exemplo, em 2002-03 vários focos foram persistentes nas regiões florestais por que formaram uma linha contínua de fogo que se alastrava basicamente da região nordeste (contato e estacional) em direção ao sudoeste (ombrófila densa). Os sistemas não-florestais possuem sua estrutura baseada em vegetação graminosa e arbóreo-arbustiva, de baixo porte e esparsa. Não há material combustível nestes ecossistemas que faça com que os focos durem o suficiente para estressarem o sensor do satélite por mais de uma vez. Desta forma, a análise quantitativa de número de

⁶ A área de floresta primária efetivamente impactada pelo fogo foi estimada entre 11 a 13.000 km².

focos entre um e outro sistema deve ser vista com atenção redobrada, pois maior número de focos nas florestas não significa necessariamente maior número de queimadas/incêndios ou maior área atingida, mas apenas que eles persistem mais do que em savanas ou campinas (não-florestais).

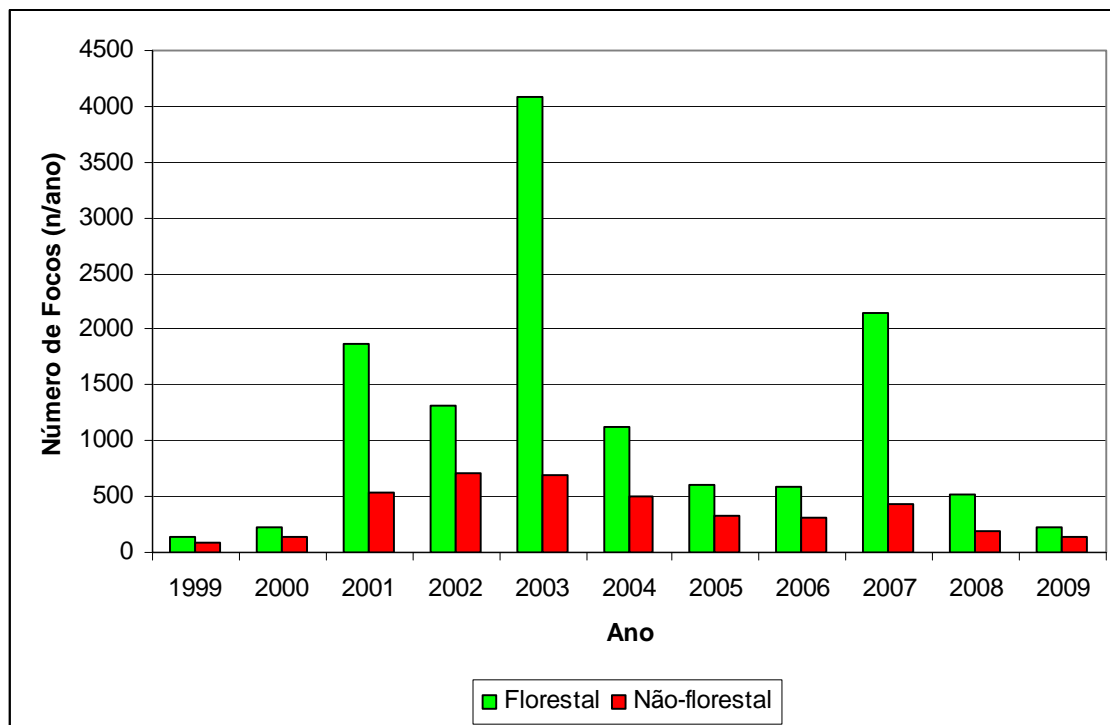


Figura 1 – Padrão de distribuição dos focos de calor, por macrossistema (florestal e não-florestal), detectados pelos satélites NOAA 12 N e NOAA 15 N para o período de 1999 a 2009.

3.1.2 Padrão Mensal

A Figura 2 apresenta o padrão de distribuição mensal dos focos de calor para todo o estado de Roraima ao longo do período amostral de 1999 a 2009. O padrão mensal é forte ao apontar uma tendência de aceleração do número de focos a partir de dezembro, atingindo seu pico principal entre fevereiro e março, quando o Comitê deve ter um nível de atenção redobrado caso não haja chuvas fora de época que reduzam o nível de estiagem. É neste período mais crítico do ano que o material combustível mais fino (folhas e gravetos) depositado no solo dos ecossistemas florestais se torna altamente inflamável devido a drástica redução de seu teor de umidade; pode atingir 0 % em áreas de corte raso ou de corte seletivo. Em trabalhos anteriores do próprio Comitê, foi determinado que quando os valores de umidade do combustível fino atingissem níveis inferiores a 8 % todas as autorizações de queima deveriam ser suspensas até que os índices pluviométricos e de umidade relativa do ar alcançassem situações toleráveis para a retomada das queimas controladas. O Comitê adotava como padrão índices superiores a 60% de umidade relativa do ar e inferiores a

32°C de temperatura no interior da floresta entre 11-15 h do dia⁷. Tradicionalmente, independente do ano climático (seco, chuvoso ou normal), estas condições apenas começam a se transformar em realidade a partir das primeiras chuvas do início da primavera boreal, que ocorrem com probabilidade de ~85% entre 18-25 de março ao longo de todo complexo savanas-floresta de contato. São estas chuvas do final do mês que quebram a tendência de pouca pluviosidade entre janeiro-fevereiro (~30 mm/mês) e elevam a precipitação média de março para ~50 mm.

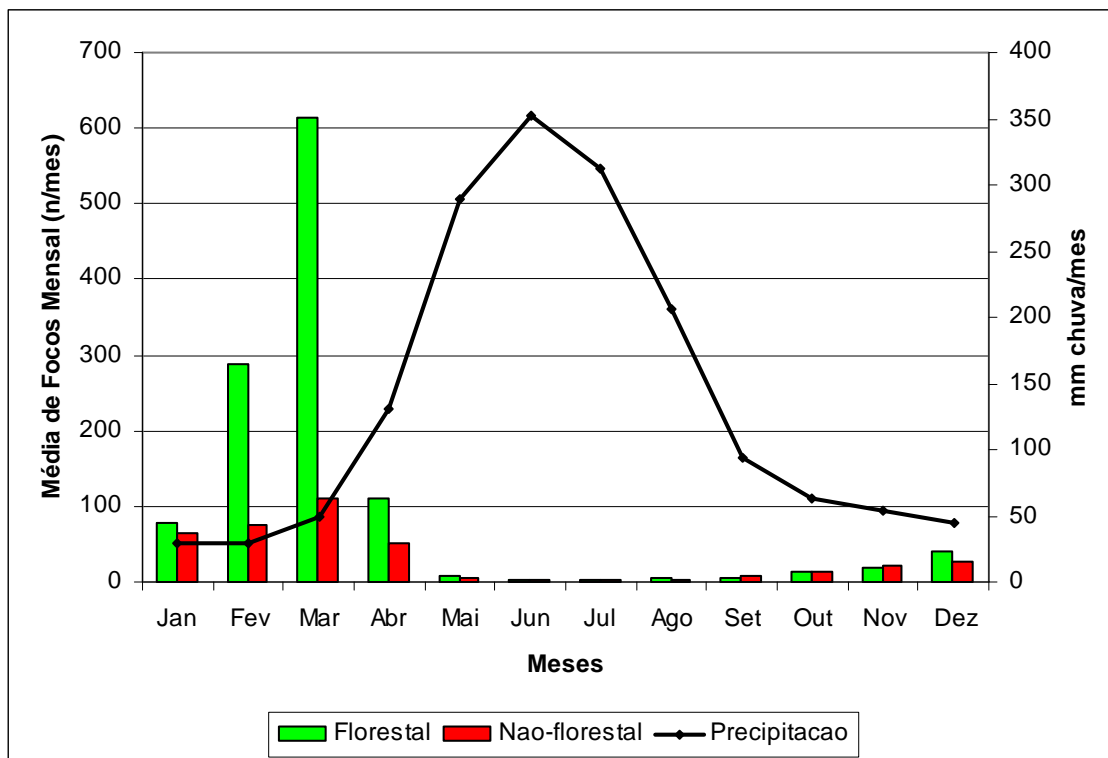


Figura 2 – Padrão de distribuição dos focos de calor, por mês e macrosistema, no estado de Roraima para o período de janeiro de 1999 a dezembro de 2009. Médias mensais de precipitação correspondem ao período de janeiro de 1910 a junho de 2009 para a cidade de Boa Vista (Fonte: INMET-Manaus e SRPV-Boa Vista).

3.2 Distribuição Espacial Fitofisionômica

A fitofisionomia mais afetada por focos de calor foi a de Floresta de Contato com 6709 focos (~40% do total) para todo o período analisado (1999-2009) (Tabela 2). Estes são os tipos florestais que fazem limite com todo o sistema de savanas (norte/nordeste) e campinas (centro-sul) de Roraima, creditando as condições ideais para rápido decréscimo da umidade relativa do ar e do aumento da temperatura nas bordas dentro do período de estiagem regional (dezembro a março). Isto gera francas condições microambientais para redução acelerada da umidade do combustível fino

⁷ Dados derivados da parceria INPA, IBAMA (PrevFogo-RR), Embrapa e DEMA (hoje FEMACT) coletados entre março-1999 e fevereiro-2003 ao longo das principais áreas de colonização atingidas pelo grande incêndio de 1997-98. Todos os valores são provenientes de florestas (primárias e corte seletivo) estabelecidas em bordas de áreas antropizadas (desmatamentos, pastagens e cultivos agrícolas).

depositado no chão da floresta, tornando-o altamente inflamável e possibilitando o consequente alastramento do fogo em uma situação de seca persistente.

Tabela 2 – Distribuição dos focos de calor por macrossistemas e fitofisionomias entre 1999 e 2009 no estado de Roraima.

Macrossistema	Fitofisionomia	A n o											Total	%
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
Florestal	Contato	52	79	1036	571	2411	415	238	289	1329	211	78	6709	39.7
	Ombrófila Densa	76	141	789	709	1548	658	348	270	770	275	140	5724	33.9
	Ombrófila Aberta	4	6	25	17	19	26	11	15	13	9	6	151	0.89
	Estacional Semidecidual	5	1	3	17	46	18	9	13	20	8	6	146	0.86
	Campinarama	1		22	4	59	3	6		7	8	2	112	0.66
Não-florestal	Não-Floresta	82	135	541	701	696	502	322	316	428	195	141	4059	24.0
Total		220	362	2416	2019	4779	1622	934	903	2567	706	373	16901	-

As Florestas Ombrófilas Densas do sul do Estado também foram muito afetadas por queimadas, representando ~34% do total de focos para todo o período. Diferente das áreas de contato, o sul de Roraima possui índices pluviométricos mais elevados e distribuição das chuvas mais equilibrada do que a região norte-nordeste do Estado. Entretanto, para o biênio 2009-2010 (El Niño), a estiagem para alguns municípios do sul de Roraima vem sendo alvo de calamidade pública, com a Defesa Civil estadual tendo que atuar fortemente para evitar perdas sócio-econômicas e ambientais maiores do que as que já vem ocorrendo. O modelo de desenvolvimento das localidades situadas tanto nas florestas de contato quanto nas ombrófilas do sul do Estado é calcado no desmatamento. Em situações de grave estiagem por conta do evento El Niño, este tipo de situação favorece largamente a maximização dos efeitos danosos da seca por conta da falta de proteção natural do solo. Ou seja, o Sol aquece diretamente o solo desmatado sem nenhuma barreira florestal trazendo consequente aumento de temperatura na escala micro e meso ambiental⁸.

O número de focos de calor por fitofisionomia possui uma relação direta com o total de área desmatada. Os valores derivados do banco de dados do INPE/PRODES indicam que do total de área desmatada em Roraima até agosto/2006 (8.043,33 km²), 44,6% (3588,08 km²) foram relacionados a alterações nas Florestas de Contato e, 43,5% (3498,58 km²) em Florestas Ombrófilas Densas (Figura 3). Isto indica que, embora não haja uma relação direta entre número de focos de calor e quantificação de áreas alteradas, esta condicionante pode dar indicativos fortes de que o processo

⁸ Este fato está relacionado diretamente com a troca do albedo (razão entre a radiação solar refletida e incidente em uma superfície). A troca da paisagem florestal por outra antropizada não-florestal afeta profundamente o balanço de radiação.

de desmatamento em determinadas localidades está em franco processo de desenvolvimento.

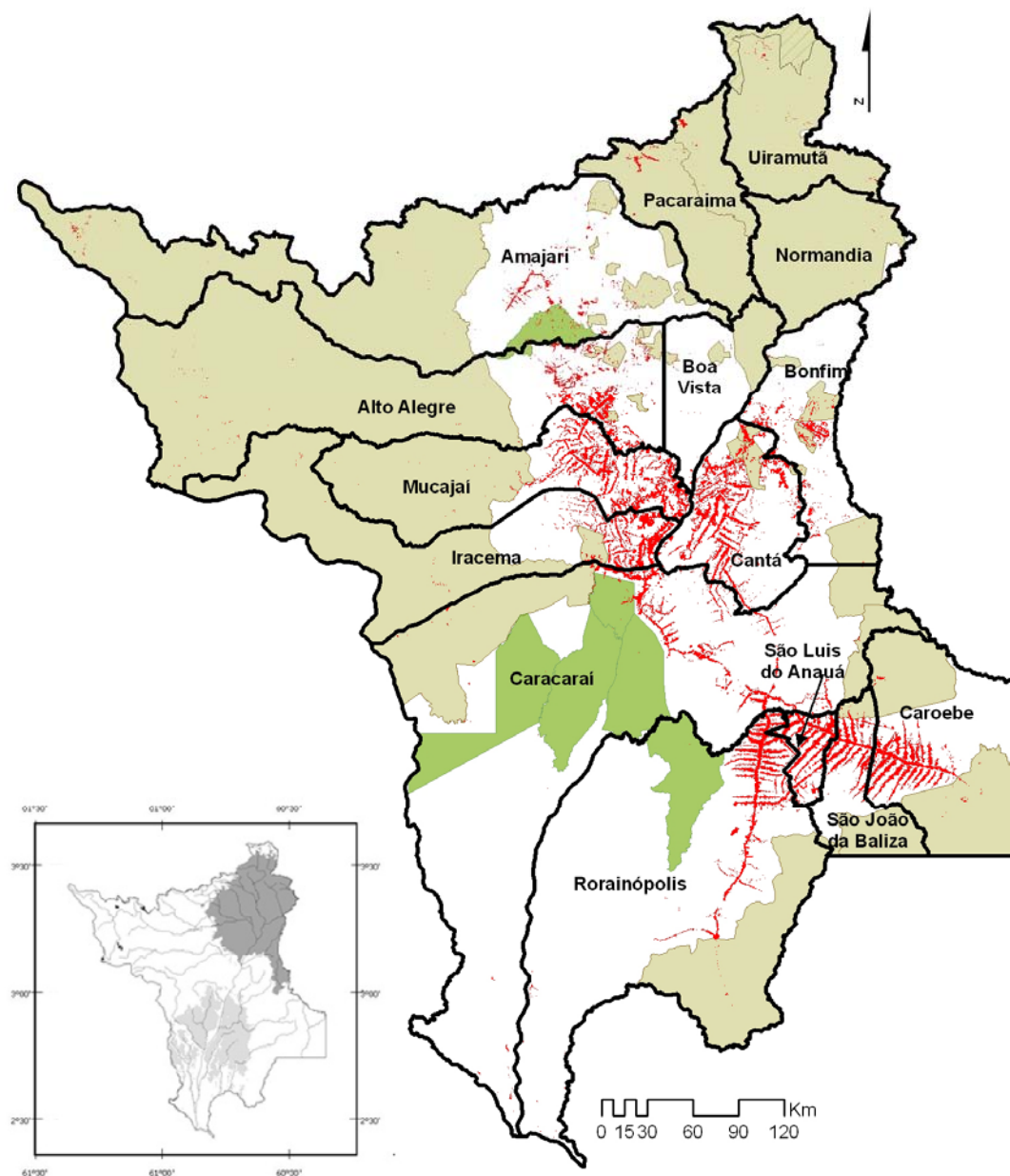


Figura 3 – Distribuição do desmatamento entre os municípios de Roraima até 2006. (Base de dados do INPE, Programa PRODES digital). Bege – Terras Indígenas; Verde – Unidades de Conservação Federal; Vermelho – desmatamento; Branco – “áreas de uso” livre. Mapa menor à esquerda representa os grandes tipos de vegetação: Branco – florestas; Cinza escuro – savanas; Cinza claro – campinas e campinaranas.

3.3 Distribuição Espacial Municipal

O número de focos de calor por unidade municipal para o período de 1999 e 2009 é apresentado na Tabela 3. Mucajaí (3064 focos / 18,1% do total) é o mais afetado, coincidindo com a maior área municipal de florestas antropizadas de Roraima até ago/2006: 1233,1 km² de florestas desmatadas fora de áreas de proteção como

unidades de conservação ou terras indígenas. Da mesma forma, Cantá, Alto Alegre e Iracema possuem grandes números de focos de calor associados aos maiores taxas de desmatamento municipal de Roraima (conferir indicativos do desmatamento na Figura 3). O processo de desenvolvimento destes municípios, calcado em corte raso da floresta, deve ser repensado para se evitar riscos de perdas socioambientais com pouco benefício à população destas localidades. Dezenas de estudos por toda a Amazônia relatam que a perda da superfície florestal causa redução na precipitação pluviométrica. Vários municípios de Roraima se encontram hoje em estado de calamidade pública mais por conta da severa seca (que se agrave fortemente com o desmatamento) do que por conta de descontrole de queimadas que se transformam em incêndios florestais.

Tabela 3 – Distribuição dos focos de calor (absoluto e relativo) detectados nos municípios de Roraima entre 1999-2009, por macrossistemas.

Município	Florestal		Não-florestal		Total	
	n	%	n	%	n	%
Mucajaí	3038	99.2	25	0.8	3063	18.1
Cantá	1889	97.6	46	2.4	1935	11.4
Alto Alegre	1143	69.1	511	30.9	1654	9.8
Iracema	1474	100.0		0.0	1474	8.7
Caracaraí	1316	92.9	101	7.1	1417	8.4
Bonfim	387	34.0	751	66.0	1138	6.7
Amajari	601	55.4	483	44.6	1084	6.4
Caroebe	931	100.0		0.0	931	5.5
Boa Vista	83	9.8	760	90.2	843	5.0
Rorainópolis	775	92.7	61	7.3	836	4.9
Pacaraima	174	23.6	562	76.4	736	4.4
Normandia		0.0	573	100.0	573	3.4
São Luiz	518	100.0		0.0	518	3.1
São João da Baliza	455	100.0		0.0	455	2.7
Uiramutã	58	23.8	186	76.2	244	1.4
Total	12842	76.0	4059	24.0	16901	100.0

4. Conclusões

. os meses com maior número de focos de calor estão fortemente associados à estiagem regional, em especial fevereiro e as três primeiras semanas de março;

. o maior número de focos é detectado nas regiões florestais por causa da persistência do fogo em material combustível de longo prazo (biomassa de troncos);

. focos em sistemas não-florestais representam passagem de fogo com baixa persistência, mas que podem adentrar nas florestas de contato por causa do aceleração do processo de flamabilidade do material combustível fino (folhas e galhos);

. as fitofisionomias mais atingidas por focos de calor e desmatamentos são as florestas de contato e as ombrófilas densas, as mais afetadas por desmatamentos;

. os municípios mais atingidos por focos de calor são os que possuem as maiores áreas desmatadas e, por isso, devem possuir maior atenção no período seco, em especial quando do aparecimento de fortes eventos El Niño;

. governança dos órgãos gestores e fiscalizadores em anos de extrema seca amenizam e reduzem profundamente os problemas derivados destes eventos, como é o caso refletido no baixo número de focos de calor observado em janeiro de 2010 (34 focos: 18 em florestas e 16 em não-florestas).

5. Bibliografia Consultada

BARBOSA, R.I. 1998. Avaliação preliminar da área dos sistemas naturais e agroecossistemas atingida por incêndios no Estado de Roraima (01.12.1997 a 31.03.1998) em 02.04.1998 (Relatório Técnico I). Relatório de Pesquisa. Boa Vista, INPA/Roraima.

BARBOSA, R.I. 1998. Avaliação preliminar da área dos sistemas naturais e agroecossistemas atingida por incêndios no Estado de Roraima (01.12.1997 a 30.04.1998) em 16.05.1998 (Relatório Técnico II). Relatório de Pesquisa. Boa Vista, INPA/Roraima.

BARBOSA, R.I. 2003. Incêndios florestais em Roraima: implicações ecológicas e lições ao desenvolvimento sustentado. Documento Yanomami 3: 43-53.

BARBOSA, R.I. 2003. Fogos florestais em Roraima: lições para a Amazônia. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, Fortaleza - Ceará.

BARBOSA, R.I. 2004. Incêndios Florestais em Roraima, Norte da Amazônia Brasileira. In: RAZERA, A.; NOGUEIRA, E.M.; FREITAS, D.V.; GONÇALVES, J.F.C.; LUIZÃO, F.J., Manaus. 3º Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1º Encontro de Engenharia Florestal da Região Norte (22 a 26.06.2004) - Políticas Públicas, Científicas e Perspectivas Tecnológicas. Manaus. p. 309.

BARBOSA, R.I.; FEARNside, P.M. 1999. Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do Evento El Niño (1997/98). Acta Amazonica 29 (4): 513-534.

BARBOSA, R.I.; FEARNside, P.M. 2000. As lições do fogo. Ciência Hoje 26 (157): 35-39.

BARBOSA, R.I.; FEARNside, P.M. 2003. Cientistas medem a liberação de gases do efeito estufa e destruição de ecossistemas causada pelo mega-incêndio de Roraima em 1997/98. Brasília: Canal Ciência / IBICT. (Hipertexto).

BARBOSA, R.I.; FEARNSIDE, P.M. 2005. Fire frequency and area burned in the Roraima savannas of Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 204 (2-3): 371-384.

BARBOSA, R.I.; PINTO, F.; CAMPOS, C. 2008. Os dados do desmatamento em Roraima são realmente fraudulentos? *Jornal Folha de Boa Vista, Boa Vista - Roraima*, 7 e 8 de Junho de 2008.

BARBOSA, R.I.; PINTO, F.; CAMPOS, C. 2008. Desmatamento em Roraima: Dados Históricos e Distribuição Espaço-Temporal. Relatório Técnico. Boa Vista-Roraima, INPA/Núcleo de Pesquisas de Roraima. 10p. (Documento Elaborado em 16.06.2008 para Subsidiar as Discussões sobre Desmatamento no Estado de Roraima - Entregue à FEMACT-RR, IBAMA, SEPLAN, SMGA).

BARBOSA, R.I.; XAUD, M.R.; SILVA, G.F.N.; CATTÂNEO, A.C. 2003. Forest Fires in Roraima, Brazilian Amazonia. *International Forest Fire News* 28 (jan-jul): 51-56.

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

BARBOSA, R.I.; XAUD, M.R.; SILVA, G.F.N.; CATTÂNEO, A.C. 2005. Des cendres en Amazonie. *Découverte (Revue du Palais de la Découverte)* 329 (juin 2005): 57-63.

CAMPOS, C.; PINTO, F.; BARBOSA, R.I. 2008. O "Lavrado" de Roraima: Importância Biológica, Desenvolvimento e Conservação na maior Savana do Bioma Amazônia. Diagnóstico. Boa Vista-Roraima, INPA/Núcleo de Pesquisas de Roraima. 8p. (Documento encaminhado ao Ministério do Meio Ambiente através do Ofício INPA/Roraima sn. de 17.06.2008).

SILVA, G.F.N.; XAUD, M.R.; COSTA, V.P.; ESBELL, D.M.; BARBOSA, R.I. 2003. Tropical rain forest fires monitoring and control in Roraima, Brazil. In: 3rd INTERNATIONAL WILDLAND FIRE CONFERENCE AND EXHIBITION, Sydney - Austrália.

XAUD, H.A.M; XAUD, M.R.; BARBOSA, R.I. 2007. Aquecimento global – Aspectos Gerais (Parte 1). *Jornal Folha de Boa Vista, Boa Vista - Roraima*, 24 de fevereiro de 2007.

XAUD, H.A.M; XAUD, M.R.; BARBOSA, R.I. 2007. Aquecimento global – Aspectos Regionais e Locais – Parte 2. *Jornal Folha de Boa Vista, Boa Vista - Roraima*, 26 de fevereiro de 2007.

XAUD, M.R.; SILVA, G.F.N.; XAUD, H.A.M.; BARBOSA, R.I.; ESBELL, D.M.; COSTA, V.P. 2003. Monitoramento de queimadas e incêndios florestais em Roraima: informações orbitais e locais subsidiando tomadas de decisão. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (CD-ROM), Belo Horizonte.