

Monitoramento dos focos de incêndios na Mesorregião Oeste do Estado do Maranhão

Juliane Borralho de Andrade¹
Fabrício Brito Silva²
Francisco Xavier Rabelo Júnior³
Sylvia Leticia Oliveira Silva³
Isis Lorena Medeiros Rozário³
João Firminiano da Conceição Filho¹

¹Núcleo Geoambiental/Laboratório de Geoprocessamento
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Caixa Postal 09 – São Luís – MA, Brasil
{julianeuema, filho.10}@bol.com.br

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
fabricio@dsr.inpe.br

³Universidade de Estadual do Maranhão – UEMA
Caixa Postal 09 – São Luís- MA, Brasil
{sloseng, xavierabelo, isislorena}@hotmail.com

ABSTRACT. The significant increase in the occurrence of fires throughout the national territory, the result of prolonged drought and low humidity of air, already makes 2007 a critical years, with bleak outlook. In August of the year 2007, the satellites recorded 21 thousand of fire outbreaks in the country, the number is more than twice the number recorded in the same period in 2006, when outbreaks were registered 8.2 thousand. In September 2006, were accounted for almost 22 thousand. The total in 2007 exceeded 64 thousand. In this context, this study aimed to quantify the outbreaks of fires within the Mesorregião west of the state of Maranhao evaluating a time series of eight years through the algorithm to detect the product MOD14 burned. It was concluded that there was growth in the number of outbreaks of Mesorregião fires in the West during the years 2000 to 2007, mainly in the years 2005 and 2007, with highest of outbreaks of fire, except in 2006 that showed a reduction and that the occurrence of outbreaks happened on the day Julian 241, mainly in Microregion Empress and a decline from the Julian day 321.

Palavras-chave: remote sensing, MODIS sensor, burned areas, sensoriamento remoto, sensor MODIS, áreas queimadas.

1. Introdução

O Maranhão é o estado com o maior número de queimadas no Nordeste. A destruição é maior na área de Cerrado. Em agosto de 2007, foram registrados 1.078 focos de incêndio no estado, cinco vezes mais que no mesmo período de 2006. E só nos primeiros dias de setembro de 2007, os satélites registraram exatamente 1.563 focos (INPE/CPTEC, 2007). Os incêndios colocam em risco o fornecimento de energia para mais de um milhão de pessoas na capital, aumentam o perigo nas rodovias à noite e arrasam plantações de pequenos agricultores no estado. O fogo destrói as reservas legais entre as lavouras de soja e assusta os animais silvestres ao sudoeste do Maranhão.

A explicação para tal propagação de incêndios é simples: nesta época, a estação seca está em seu auge na maior parte do Brasil. Assim, todos, do grande fazendeiro ao trabalhador rural mais humilde, aproveitam que a vegetação está mais ressequida e, antes que as primeiras chuvas de verão comecem, lançam fogo no pasto ou em áreas de mata (embora a magnitude dos efeitos de uns e outros sejam obviamente diferentes). A prática vem de tempos

imemoriais, e alguns dos indígenas que aqui viviam em tempos pré-colombianos já se utilizavam dela (assim como ainda o fazem atualmente).

Em áreas já desmatadas, com pastagens, a queimada serve para estimular a rebrota das gramíneas, pois as plantas mais jovens são mais apreciadas pelo gado. Porém, sempre existe o perigo, e isso frequentemente acontece, de que o fogo se espalhe para áreas com vegetação nativa. Muitas vezes, isto é até intencional, para que se ampliem as áreas de pastagens. Outras queimadas são feitas para acabar de “limpar” áreas que foram recentemente desmatadas, com as toras e galhos empilhados em montes e aguardando a sua vez de arder. Pior ainda: em muitos locais, o fogo é usado diretamente para queimar a mata ainda em pé e limpar o terreno para a agricultura ou a pecuária.

Outro problema, talvez até mais grave devido às implicações de longo prazo, são as conseqüências para o aquecimento global. As queimadas em áreas de mata lançam uma enorme quantidade de gás carbônico na atmosfera em um curto período de tempo, que não é absorvido de volta. O motivo é que a massa total de matéria orgânica presente em uma mata é muito maior do que a massa que irá se acumular na área recém-queimada. Toda a diferença permanece na atmosfera. Por causa destas queimadas que o Brasil é um dos grandes países poluidores. O impressionante total de 75% das nossas emissões de carbono está ligado ao desmatamento, boa parte do qual é feito através do fogo.

A disponibilidade de informações detalhadas e atualizadas sobre a localização e extensão das áreas queimadas é muito 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.

Existem vários métodos de detecção de fogo, por exemplo, sistema de vigilância móvel (carros, motos, avião), sistema de vigilância fixa (torres de vigilância), etc. Um método complementar a isso seria o sensoriamento remoto, que auxiliaria na detecção mais eficiente de incêndios e de focos de calor, permitindo uma ação mais rápida e auxiliando na tomada de decisão (Oliveira, 2006).

O sensoriamento remoto representa uma ferramenta particularmente útil para obter essas informações, principalmente em extensas áreas afetadas pelo fogo e/ou áreas de difícil acesso.

Uma inovação do sensor MODIS é a disponibilização de produtos elaborados a partir de seus dados brutos. Com isso, a equipe científica dos produtos terrestres desenvolveu o produto MOD14, que fornece a localização de focos de calor, baseado na emissão dos alvos nos comprimentos de onda de 4 μ m e 11 μ m. O algoritmo utiliza uma árvore de decisão, baseado nestas faixas espectrais, e gera interpretações com vários níveis de confiança, conforme os ângulos de incidência da fonte e de observação do sensor (Pantoja, 2005).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo quantificar os focos de queimadas dentro da Mesorregião Oeste do Estado do Maranhão avaliando uma série temporal de oito anos através do algoritmo de detecção de queimadas do produto MOD14.

2. Metodologia do Trabalho

O estudo abrangeu parte do Estado do Maranhão mais precisamente a Mesorregião Oeste, onde esta apresenta três microrregiões: a microrregião de Imperatriz composta por 16 municípios (São Pedro da Água Branca, Vila Nova dos Martírios, Cidelândia, Imperatriz, São Francisco do Brejão, João Lisboa, Davinópolis, Senador La Roque, Buritirama, Lajeado Novo, Acailândia, Montes Altos, Governador Edison Lobão, Ribamar Fiquene, Amarante do MA, Itinga do MA; a microrregião do Pindaré composta por 22 municípios (Bom Jesus da Selva, Buriticupu, Santa Luzia, Marajá do Sena, Lagoa Grande do MA, Lago da Pedra, Paulo Ramos, Altamira do MA, Vitorino Freire, Brejo da Areia, Tufilândia, Alto Alegre do Pindaré, Santa Inês, Bom Jardim, São João do Carú, Governador Newton Belo, Zé Doca, Araganã, Nova Olinda do MA, Santa Luzia do Paruá, Pindaré Mirim, Presidente Médice) e a

microrregião do Gurupi composta por 14 municípios (Centro do Guilherme, Maranhãozinho, Turilândia, Governador Nunes Freire, Maracaçumé, Centro Novo do MA, Junco do MA, Boavista do Gurupi, Amapá do MA, Turiaçú, Cândido Mendes, Godofredo Viana, Luis Domingues, Carutapera).

Utilizou-se 184 imagens do produto MOD14A2 com resolução espacial de 1000 m referente ao período de junho a dezembro nos anos de 2000 a 2007, composição de 8 dias. O produto MODIS foi adquirido sem custos via internet através do site de distribuição da NASA. O endereço oficial foi o EOS *Data Gateway* (<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>). Os dados MODIS foram disponibilizados no formato HDF (*Hierarchical Data Format*) e foram convertidos para o formato GEO-TIFF de projeção ISIN (*Integerized Sinusoidal*) para a projeção UTM/WGS84, sendo utilizado para estes objetivos o programa *MODIS Reprojection Tool* (ModisTool). Este aplicativo foi disponibilizado pela plataforma Windows no endereço (<http://edcdaac.usgs.gov/landdaac/tols/modis/index.asp>).

Em seguida as imagens foram importadas para o software SPRING 4.2 (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas), onde foi organizado um Banco de Dados. Foi criado um Banco de Dados, aonde foram criadas categorias (Modelo Numérico do Terreno- MNT e Classes Temáticas para o fatiamento). Foram criados 23 PI's (Planos de Informações) para cada categoria. Estes PI's constaram dos dias julianos, referente ao período de 10 de junho a 30 de novembro, que correspondem a: 153, 161, 169, 177, 185 193, 201, 209, 217, 225, 233, 241, 249, 257, 265, 273, 281, 289, 297, 305, 321 e 329.

As classes temáticas utilizadas foram: falta dado, não processado, água, nuvem, não-fogo, desconhecido, fogo baixa confiança, fogo confiança nominal e fogo alta confiança.

As classes fogo baixa confiança, fogo confiança nominal e fogo alta confiança, foram quantificadas visualmente através de ferramentas do SPRING, sendo que a soma das classes se constituíram no total dos focos em cada município das três Microrregiões pertencentes à Mesorregião Oeste do Estado.

3. Resultados e Discussão

Foi observado na Mesorregião Oeste, que nos anos de 2005 e de 2007 foram os anos que apresentaram a maior incidência de focos como mostra a Figura 1, já o ano 2006 apresentou os menores índices de focos entre os anos de 2000 a 2007. Dados do INPE revelam que no ano de 2005 o estado do Maranhão apresentou no período de janeiro a outubro 17.804 focos (INPE, 2008), ou seja, por volta de 6.000 focos a mais que no ano anterior, entretanto no ano de 2007 os dados do INPE revelam uma queda nesse mesmo período no número dos focos no estado, fato este não observado na Mesorregião Oeste, que foi ano em que os números de focos aumentaram significativamente, principalmente nas Microrregiões do Pindaré e de Imperatriz, como podemos observar na Figura 1.

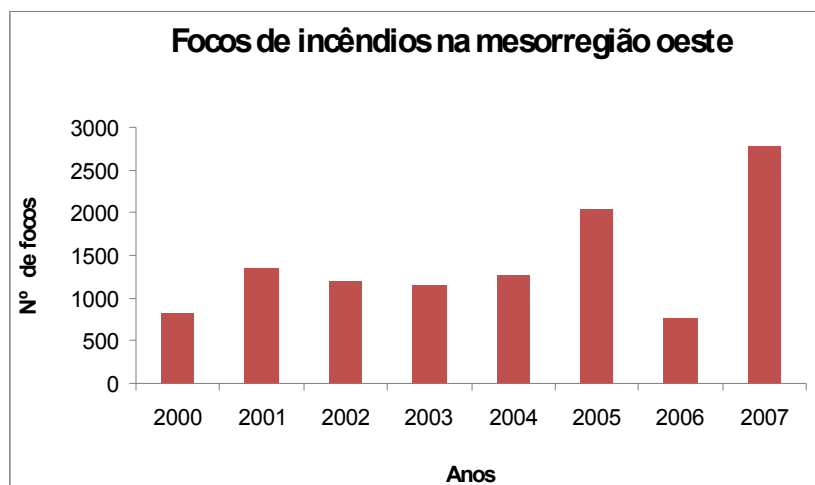


Figura 1. Focos de incêndios na Mesorregião Oeste nos anos de 2000 a 2007.

Os municípios de Amarante do Maranhão, Santa Luzia, Bom Jesus da Selva, Itinga do Maranhão, Bom Jardim, Buriticupu, Açailândia, Alto Alegre do Pindaré e Centro Novo do Maranhão tiveram os maiores números de focos de incêndios como mostra a Tabela 1. Isto revela o aumento nos números de focos nessa região do Estado chegando a ter quase quatro vezes mais focos em 2007 em relação ao ano anterior, sendo que nos municípios de Amarante e Santa Luzia o número de focos chegou a ser quase dez vezes mais em 2007 que em 2006.

Tabela 1. Focos de incêndios nos municípios da Mesorregião Oeste do Estado do Maranhão.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Munípios	Nº de focos							
Microrregião de Imperatriz								
São Pedro da Água Branca	2	4	13	15	9	17	2	20
Vila Nova dos Martírios	12	11	43	25	23	9	13	36
Cidelândia	16	18	31	22	20	31	13	45
Imperatriz	9	15	6	11	10	17	9	21
São Francisco do Brejão	15	15	10	9	10	19	2	15
João Lisboa	23	35	40	25	26	37	6	26
Davinópolis	1	3	6	1	2	10	0	3
Sen La Roque	8	11	7	7	9	27	1	20
Buritirama	4	4	15	16	5	6	6	26
Lajeado Novo	2	13	9	3	8	24	10	17
Açailândia	107	107	117	101	148	272	69	173
Montes Altos	2	21	14	6	13	50	8	37
Gov. Edison Lobão	12	12	15	6	3	23	4	10
Ribamar Fiquene	5	15	7	1	15	15	5	19
Amarante do MA	52	70	79	98	106	206	41	386
Itinga do MA	65	118	101	82	129	185	89	236
Microrregião do Pindaré								
Bom Jesus da Selva	38	61	40	52	67	61	56	243
Buriticupu	41	66	58	64	73	50	37	215
Santa Luzia	63	130	90	113	85	212	38	304
Marajá do Sena	4	7	5	5	3	9	2	44
Lagoa Grande do MA	2	10	5	14	6	13	2	29
Lagoa da Pedra	6	23	15	12	8	32	3	45

Paulo Ramos	3	13	11	14	2	16	0	21
Altamira do MA	1	1	3	6	1	13	0	12
Vitorino Freire	5	11	13	15	1	16	6	18
Brejo da Areia	2	9	4	7	0	16	1	16
Tufilândia	0	1	4	2	2	8	2	16
Alto Alegre do Pindaré	16	66	39	43	35	80	11	122
Santa Inês	3	2	6	3	2	5	1	13
Bom Jardim	51	104	79	109	118	239	72	226
São João do Carú	1	13	8	14	11	24	8	30
Gov. Newton Belo	6	15	14	20	16	32	6	34
Zé Doca	21	73	53	47	43	63	36	50
Araguanã	9	8	8	6	10	17	0	14
Nova Olinda do MA	25	15	31	14	12	13	8	17
Santa Luzia do Paruá	10	12	8	1	11	2	5	7
Pindaré Mirim	1	2	3	4	1	4	2	4
Pres. Médice	4	12	6	5	2	3	3	4
Microrregião do Gurupi								
Centro do Guilherme	25	27	13	6	26	6	26	20
Maranhãozinho	10	13	18	6	30	11	6	6
Turilândia	14	13	14	10	7	4	4	4
Gov. Nunes Freire	30	12	20	3	26	6	14	8
Maracaçumé	11	10	7	8	8	1	4	1
Centro Novo do MA	23	68	48	73	72	106	83	121
Junco do MA	21	8	11	2	16	7	10	2
Boa Vista do Gurupi	3	3	4	2	7	5	2	3
Amapá do MA	10	15	10	9	8	5	7	2
Turiaçú	3	15	12	11	7	3	17	5
Candido Mendes	11	16	19	8	1	3	8	14
Godofredo Viana	1	5	1	1	2	4	0	4
Luis Domingues	1	7	1	2	3	0	0	1
Carutapera	11	13	9	8	10	8	11	14

Nas Microrregiões os focos de incêndios tiveram um aumento, principalmente nos anos de 2005 e 2007 onde houve um salto considerável no numero de focos quando comparados com os outros anos, fato este não observado na Microrregião do Gurupi (Figura 2), que houve uma diminuição no ano de 2005 e um leve aumento em 2007, indo contra ao que aconteceu nas outras duas Microrregiões. Na Microrregião do Gurupi não houve oscilação acentuada no número de focos entre os anos, fato este que pode ser explicado pela sua localização, onde existe uma carga fluvial e pluvial muito acentuada, onde geralmente os rios descarregam para o mar e os índices pluviométricos variam entre 2000mm a 2800mm (Atlas do Maranhão, 2002), mas só isso não justifica tal fato, pode-se também relatar o número menor de municípios em relação às outras Microrregiões.

A Microrregião do Pindaré apresentou a maior quantidade de focos da Mesorregião Oeste, fato este que pode ser justificado por ser a Microrregião que apresenta a maior quantidade de municípios, apresente a maior área territorial em relação às outras microrregiões e por apresentar geralmente uma agricultura de subsistência, onde o pequeno produtor o utiliza o fogo para limpar a área de plantio. Além, das condições climáticas favorecerem para este fato. Outro fator que se deve levar em conta é que dos nove municípios que apresentaram os maiores números de focos, cinco pertencem a Microrregião do Pindaré, confirmando essa Micro com o maior numero de focos em relação as outras.

A Microrregião de Imperatriz ficou atrás apenas da Microrregião do Pindaré em números de focos, esse fato ocorreu em função da maioria dos municípios apresentarem o menor

número de focos em relação à Microrregião de Pindaré, entretanto a Microrregião de Imperatriz teve os municípios de Amarante do MA, Itinga do MA e Açailândia, como os principais responsáveis pelo número crescente de focos, principalmente nos anos de 2005 e 2007 (Figura 2).

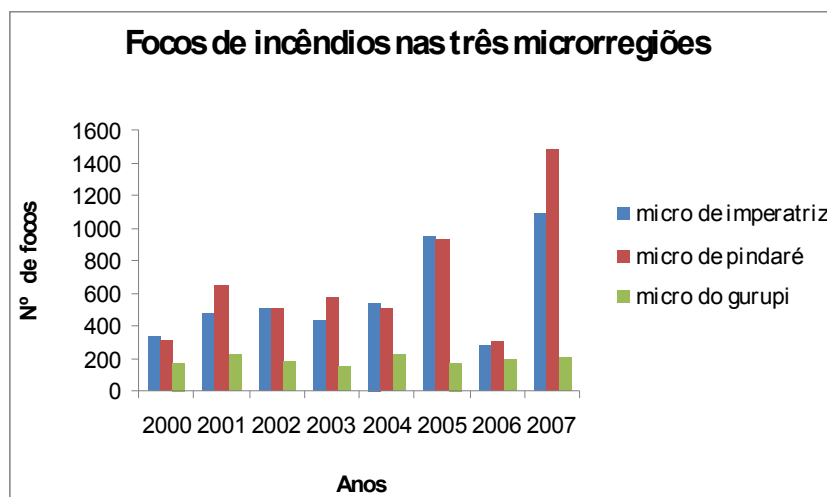


Figura 2. Focos de incêndios nas Microrregiões da Mesorregião Oeste.

Observa-se através da Figura 3, que a ocorrência dos focos inicia-se na Microrregião de Imperatriz, principalmente no ano de 2005 no dia juliano 161, mas que as concentrações dos focos acontecem mesmo no dia juliano 241 e tendo um declínio no dia juliano 329, fato este que não acontece no ano de 2005, pois a um aumento acentuado no número de focos chegando aos 140 focos nesse ano. O ano de 2007 apresentou o maior pico no número de focos entre todos os anos, principalmente no dia juliano 249 chegando a mais de 160 focos, confirmando ser o ano com o maior número de focos.

A ocorrência dos focos a partir do dia juliano 161 se deu principalmente no município de Açailândia, aonde os focos foram observados durante todo o periodo, ou seja, dos dias julianos 153 ao 329.

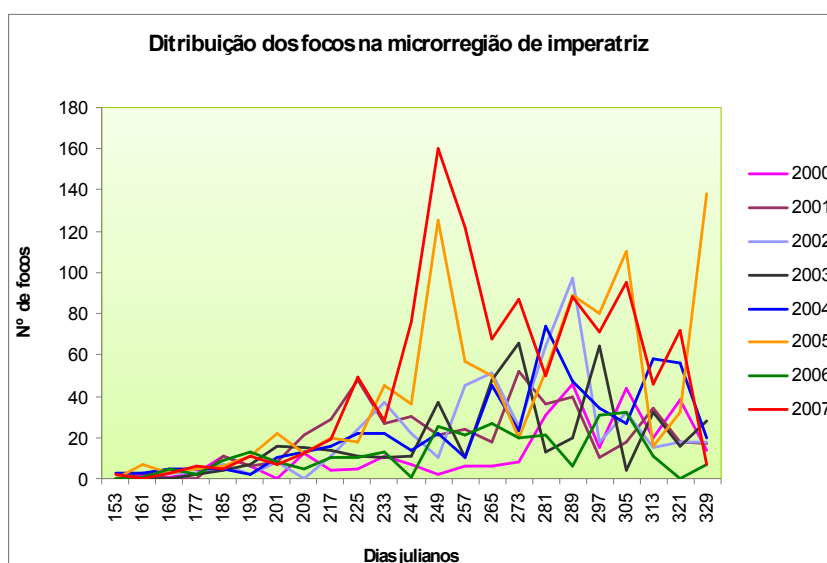


Figura 3. Época de ocorrência dos focos na Microrregião de Imperatriz

Nessa Microrregião foi observado que os focos começaram de fato a ocorrer no dia juliano 233 e tendo seu pico de concentração nos dias julianos 281 ao 321, tendo um declínio acentuado no dia juliano 329. O ano de 2005 é observado três picos de ocorrência de focos, nos dias julianos 281, 305, 321 tendo neste último o quantitativo de 251 focos. Já o ano de 2007 tem seu pico de ocorrência dos focos no dia juliano 297, chegando a surpreendente marca de mais 300 focos, fato este que contribui para essa Microrregião se destacar entre as outras, como a de maior, em ocorrência de focos de incêndios (Figura 4.).

Deve-se levar em consideração que, por ser caracterizada onde prevalece a agricultura de subsistência, pode-se considerar esse fator como um dos que contribuíram para esse número alto de focos.

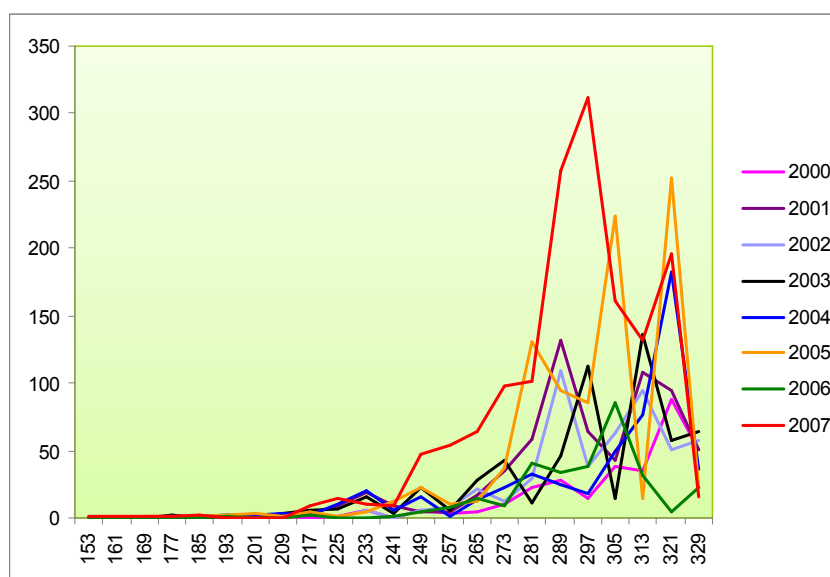


Figura 4. Época de ocorrência dos focos na microrregião do Pindaré.

Diferentemente das outras duas Micro, a Microrregião do Gurupi apresentou o maior pico de concentração no ano de 2004 no dia juliano 321, com cerca de 90 focos. Tendo sua concentração de focos nos dias julianos 281 ao 321, ocorrendo um declínio no dia juliano 329, principalmente nos anos de 2004, 2005, 2007, fato contrário ocorreu nos de 2000, 2001, 2002 e 2003 em que se observa uma elevação no número de focos no dia juliano 329 (Figura 5). Por ser a Microrregião que apresenta o menor número de municípios, uma grande concentração de rios e presença da Floresta Ombrófila, acredita-se que estes sejam os fatores para essa menor ocorrência de focos em relação às outras Microrregiões.

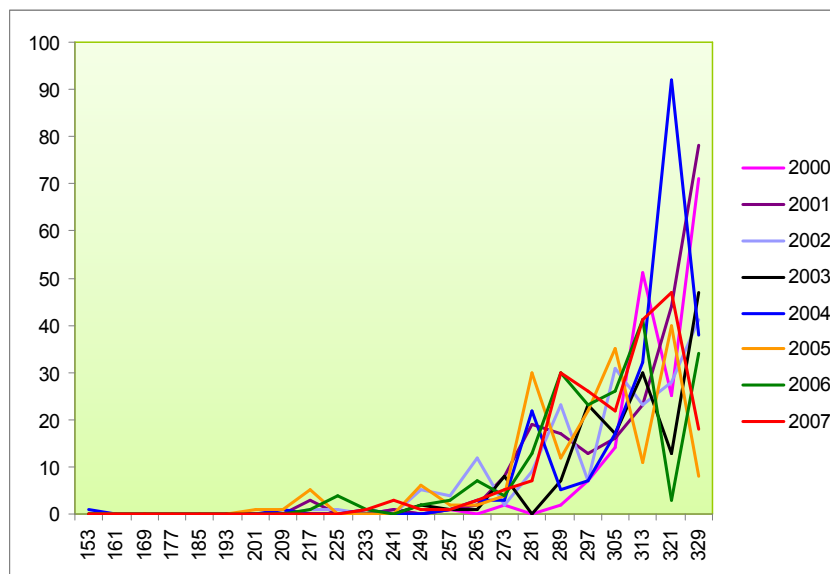


Figura 5. Época de ocorrência dos focos na microrregião do Gurupi.

4. Conclusão

Houve crescimento no número de focos de incêndios na Mesorregião Oeste no decorrer dos anos de 2000 a 2007, principalmente nos anos de 2005 e 2007, que apresentaram os maiores índices de focos de incêndios, exceto no ano de 2006 que apresentou uma redução no número de focos;

A Microrregião do Pindaré foi a que mais contribuiu para o crescimento no número de focos na Mesorregião Oeste, principalmente nos anos de 2005 e 2007;

A ocorrência dos focos se dá a partir do dia juliano 241, principalmente na Microrregião de Imperatriz tendo um declínio a partir do dia juliano 321;

As Microrregiões de Pindaré e do Gurupi apresentam um comportamento parecido em relação à época de ocorrência dos focos que começam a partir do dia juliano 281 indo até 313 e tendo um declínio no dia juliano 329.

Referências Bibliográficas

Atlas do Maranhão/Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís: GEPLAN. 2002.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em : <http://inpe.br>. Acesso em 20 out 2008.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. **Earth Observing System Data Gateway**. Disponível em: < <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>> Acesso: 03 out.2007

Oliveira, A. L. S. de, **Avaliação dos sensores EOS/MODIS E NOAA/AVHRR na detecção e registro de incêndios e queimadas**. Viçosa: UFV, 2006.

Pantoja, N.V., Selhorst, D., Rocha, K. da S., Lopes, F.M. da C., Vasconcelos, S.S. de & Brown, I.F. Observações de queimadas no leste do Acre: subsídios para validação de focos de calor derivados de dados de satélites. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3215-3222. CD-ROM.ISBN 85-17-00018-8.

Setzer, A.W. Operational satellite monitoring of fires in Brazil. **International Forest Fire News**, v. 9, p. 8-11, 1993.