

**Identificação de queimadas naturais ocorridas no período
chuvoso de 2003-2004 no Parque Nacional das Emas, Brasil,
por meio de imagens dos sensores do satélite CBERS-2**

Alfredo Pereira¹
Helena França²

¹Divisão de Sensoriamento Remoto – DSR / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Avenida dos Astronautas, 1758, São José dos Campos, SP, Brasil - 12227-010
alfredo@dsr.inpe.br

²Departamento de Engenharia Civil / Universidade de Taubaté - UNITAU
Rua Expedicionário José Pereira, 99, Taubaté, SP, Brasil - 12020-330
helena.franca@unitau.br

Abstract. Anthropogenic burnings are common during the dry season in the Brazilian savanna (Cerrado) but in the Emas National Park around 65% to 85% of the burnings are natural, caused by lightning in rain season. This work used the first images acquired by the sensors CCD, IRMSS and WFI, onboard CBERS-2, from 12/Nov/2003 to 07/June 2004, to assess the incidence of natural burnings in the Park during the rain season. The identification of the burned areas in the images was done based on the scars leaved by the ashes and by re-growth of the burned vegetation. The better spectral identification of the burned areas were in the near infrared (0.77-0.89 μm) and in the middle infrared (1.55-1.75 μm and 2.08-2.34 μm). Fifteen burnings were identified, while fourteen occurred during the rain season and were induced by lightning. The burned area was around 8,000 hectares, where 5,300 hectares corresponded to natural burnings. The single natural burning area ranged from one to 1,759 hectare.

Palavras-chave: natural burning, fire, lightning, savanna, CBERS, queimada natural, fogo, raios, cerrado.

1. Introdução

A provável ocupação humana do Cerrado começou há cerca de 12 mil anos e existem evidências da ocorrência de queimadas desde 32 mil anos AP (Antes do Presente). Então, é provável que queimadas ocorridas antes da ocupação antrópica fossem naturais, ou seja, causadas por raios (Ferraz-Vicentini e Salgado-Laboriau, 1996; Salgado-Laboriau *et al.*, 1997; Barbieri *et al.*, 2000). Nos dias atuais, a maioria das queimadas no Cerrado é causada pelo homem. Apesar da utilização de modernas técnicas na agropecuária, ainda é utilizada a antiga e barata prática de manejo de atear fogo à vegetação para renovação e limpeza de pastagens, para abertura e limpeza de áreas agrícolas, bem como para rebrota de pastagens naturais (Coutinho, 1990; 2004; Mistry, 1998a, b). Por outro lado, o fogo deixou de ser usado na limpeza de restos de culturas anuais mecanizadas (Ramos Neto, 2000). Coutinho (1990) e França (2000) estimaram que 20 a 30% do Cerrado são queimados anualmente. Mantovani e Pereira (1998) estimaram que cerca de 65% da área do Cerrado já foi modificado para utilização agropecuária. A ocorrência de queimadas na estação seca e a intensa ocupação agropecuária sofrida pela região nas quatro últimas décadas diminuem a possibilidade de ocorrências das queimadas naturais, pelo decréscimo de material combustível susceptível à queima durante a estação chuvosa, período de ocorrência de raios.

O PNE está localizado no bioma Cerrado e até 1994 esteve sujeito a incêndios antrópicos periódicos e sem controle. França e Setzer (1997) analisaram imagens dos sensores dos satélites Landsat e mostram que no período entre 1984 e 1995 incêndios atingindo mais de 70% da área do PNE ocorriam a cada 3 anos. A partir de então, segundo Ramos Neto (2000), a maioria dos incêndios antrópicos foram controlados e a queimadas passaram a ter sua origem principal nos raios. Conforme Ramos Neto (2000), das 45 queimadas ocorridas no

período de junho/1995 a maio/1999, 40 (89%) foram causadas por raios, com 30 (67%) ocorrendo no período chuvoso — outubro a abril. Em termos de área, dos aproximados 71 mil ha queimados no período, cerca de 62 mil ha (87% da área do PNE) tiveram origem em raios, e desses, por volta de 29 mil ha (41%) queimaram no período chuvoso. França *et al.* (2004) observaram a ocorrência de 15 queimadas no PNE no período chuvoso entre 01/out/2002 e 31/mar/2003, sendo 13 (87%) causadas por raios, com a área abrangida pelas queimadas naturais totalizando 37,4 mil ha (28% do PNE).

Atualmente, é comum o estudo de queimadas com a utilização de imagens obtidas por sensores orbitais. A identificação, monitoramento e mapeamento de queimadas no Cerrado por meio das imagens dos sensores "MultiSpectral Scanner" (MSS) e "Thematic Mapper" (TM) a bordo de satélites da série Landsat, assim como por imagens do sensor "Advanced Very High Resolution Radiometer" (AVHRR) a bordo dos satélites NOAA, estão documentados em diversos trabalhos. Santos e Aoki (1981) utilizaram imagens MSS do Parque Nacional de Brasília (PNB), com 80 m de resolução espacial, com o canal 7 (0,8-1,1 μm , infravermelho próximo) distinguindo melhor a área queimada; imagens TM com 30 m de resolução espacial foram utilizadas por Ponzoni *et al.* (1986) no PNB e Shimabukuro *et al.* (1991) no PNE. Os autores concluíram que os canais 4 (0,76-0,90 μm , infravermelho próximo) e 5 (1,55-1,75 μm , infravermelho médio) tiveram melhores resultados para discriminar as áreas queimadas.

Conforme Pereira e Setzer (1993a, b), em floresta, o canal 4 do TM/Landsat foi melhor para identificar as marcas das queimadas, enquanto que a detecção do fogo foi melhor no canal 3 (3,5-3,9 μm , infravermelho termal) do AVHRR/NOAA, com resolução espacial de 1 km. França e Setzer (2001) utilizaram o canal 2 (0,725-1,1 μm , infravermelho próximo), 3 e o IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) para monitorar e mapear as marcas de queimadas no PNE, identificando tanto as cinzas quanto a regeneração da vegetação queimada. Além disso, o sistema sensor AVHRR/NOAA tem melhor resolução temporal, com imagens diárias de uma região, em relação ao TM/Landsat de 16 dias.

A quase totalidade de estudos sobre queimadas no Cerrado referem-se à estação seca, período em que elas são mais frequentes e têm origem antrópica. Queimadas naturais no Cerrado, causadas por raios, só recentemente foram documentadas (Ramos Neto, 2000; França *et al.*, 2004), e devem tornar-se objetos de estudos mais aprofundados.

O programa "China-Brasil Earth Resources Satellite" (CBERS) foi iniciado em 1988 e o primeiro satélite, CBERS-1, foi lançado em 14/out/1999. O CBERS-1 foi substituído pelo CBERS-2, lançado em 21/out/2003. Desde nov/2003, os sensores do CBERS-2 estão coletando regularmente imagens sobre o território brasileiro, as quais estão disponíveis aos usuários brasileiros sem restrição de qualquer ordem, inclusive financeira (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2004a). Nesse contexto, as imagens CBERS poderão contribuir para o estudo de queimadas naturais no Cerrado.

O objetivo desse trabalho foi identificar e delimitar as queimadas causadas por raios no PNE durante a estação chuvosa de 2003-2004 por meio da interpretação de imagens dos sensores a bordo do satélite CBERS-2 e de informações de campo.

2. Materiais e Método

2.1. Área de Estudo

A área de estudo é o Parque Nacional das Emas, administrado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Ele foi criado em 1961, tendo os limites modificados em 1972. Está localizado no extremo sudoeste de Goiás, no município de Mineiros, na divisa com os estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, entre as latitudes

17°51'50"S e 18°20'55"S e as longitudes 52°44'10"W e 53°07'05"W, com área de 133 mil ha – **Figura 1.**

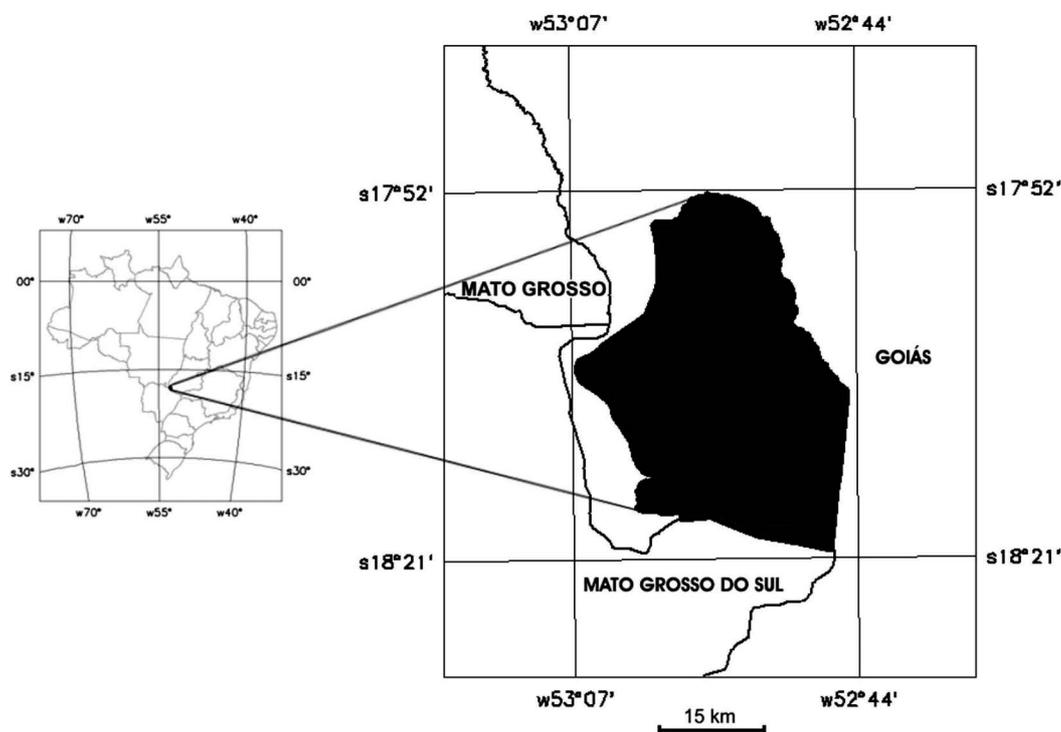


Figura 1 - Localização do Parque Nacional das Emas, GO, Brasil.

Predominam no PNE as fitofisionomias campo limpo, campo sujo e campo-cerrado, que ocupam 79% da área; o cerrado *stricto sensu* cobre 14% da área (Ramos Neto, 2000). Outras fitofisionomias que ocorrem são: mata galeria, floresta mesófila estacional semidecidual, campo úmido e vereda. O campo limpo e o campo sujo predominam nas chapadas e são as principais fitofisionomias do Parque (Ramos Neto, 2000).

A altitude varia entre 700 e 1.000 m e o relevo nas chapadas é plano a suave ondulado, com desnível máximo de 100 m, ocupado em grande parte por solos do tipo latossolo vermelho-escuro e vermelho-amarelo, ambos distróficos (Ramos Neto, 2000). O clima é sazonal tropical temperado, com temperatura média entre 22 e 24°C, máximas entre 36 e 38°C e mínimas entre -4 e 0°C (IBAMA, 1989). A precipitação varia de 1.500 a 1.700 mm, com o período chuvoso entre outubro e abril e três meses de seca, junho a agosto, com precipitação inferior a 60 mm, sendo os meses de maio e setembro considerados de transição (IBAMA, 1989; Ramos Neto, 2000).

2.2. Materiais

A bordo do satélite CBERS-2, cujo horário local de cruzamento com o Equador é as 10h30, estão três sensores imageadores: "High Resolution CCD Câmera" (CCD), "InfraRed Multi-Spectral Scanner" (IRMSS) e "Wide Field Imager" (WFI) — **Tabela 1** (INPE, 2004b).

Foram utilizadas as seguintes datas de imagens do sensor CCD: 12/nov/2003, 21/mar, 16/abr, 12/maio e 07/jun/2004. Do sensor IRMSS: 21/mar, 16/abr, 12/maio e 07/jun/2004, estando a de 12/nov/2003 ausente do banco de imagens. E do sensor WFI: 12/nov, 15/nov, 21/nov, 14/dez/2003, 27/fev, 21/mar, 27/mar, 13/abr, 16/abr, 22/abr, 12/mai e 07/jun/2004. As imagens foram obtidas gratuitamente no "Catálogo de Imagens CBERS-2" (INPE, 2004b).

Além disso, foram utilizados os "quick-looks" de imagens TM/Landsat-5 do período de 23/jun/2003 a 20/abr/2004 do "Catálogo de Imagens Landsat/5-7" (INPE, 2004c).

Tabela 1 - Características dos sensores CCD, IRMSS e WFI a bordo do satélite CBERS-2.

CARACTERÍSTICA		SENSOR		
		CCD	IRMSS	WFI
Faixa espectral (μm)	pancromático	XS5 - 0,51-0,73	1 - 0,50 - 1,10	
	azul	XS1 - 0,45-0,52		
	verde	XS2 - 0,52-0,59		
	vermelho	XS3 - 0,63-0,69		1 - 0,63-0,69
	infraverm. ¹ próximo	XS4 - 0,77-0,89		2 - 0,77-0,89
	infravermelho médio		2 - 1,55-1,75	
	infravermelho médio		3 - 2,08-2,35	
	infravermelho termal		4 - 10,40-12,50	
Resolução espacial (m)		20	80; 160 termal	260
Faixa imageada (km)		113	120	890
Resolução temporal (dias)		26	26	5
¹ infraverm.: infravermelho		Fonte: INPE (2004a)		

Foram utilizadas as seguintes cartas topográficas na escala 1:100.000: Parque Nacional das Emas – SE.22-Y-A-III, Baús – SE.22-Y-A-II e Mineiros – SE.22-V-C-VI. As cartas digitais foram obtidas gratuitamente no banco de dados "Cartas Topográficas do Mapeamento Sistemático" (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2004).

Além disso, foram utilizados: a) dados de áreas e datas de várias queimadas, fornecidos por funcionários e pesquisadores que atuam no PNE; b) dados coletados *in situ*; c) Sistema de Informações Geográficas (SIG) para processamento dos dados.

2.3. Método

As seguintes etapas foram realizadas:

- 1) Seleção das imagens cobrindo o PNE no "Catálogo de Imagens CBERS-2".
Foram selecionadas todas as imagens de 12/nov/2003 — a primeira existente —, até 31/jun/2004, excluindo aquelas nas quais o PNE estivesse todo coberto por nuvens.
- 2) Georreferenciamento das imagens.
Foi georreferenciada com cartas topográficas a imagem CCD de 12/nov/2003 e as demais imagens foram georreferenciadas em relação a essa imagem.
- 3) Identificação e delimitação das queimadas nas imagens CCD e IRMSS.
Foi utilizado o SIG para interpretação visual das queimadas na tela do microcomputador. Conforme França e Setzer (1997, 2001), a marca de uma queimada pode ser observada pelo contraste com o entorno tanto das cinzas quanto da regeneração da vegetação queimada.
- 4) Cálculo da área das queimadas no SIG.
- 5) Cálculo do período de ocorrência das queimadas.
Em primeiro lugar, o período foi estabelecido analisando-se as imagens CCD e IRMSS. Em seguida, quando possível, o período de ocorrência foi restringido ainda mais por meio das imagens WFI. Para isso, as queimadas já detectadas no CCD/IRMSS eram procuradas nas imagens WFI. Devido a pior resolução do WFI, isso só foi possível para as queimadas com cerca de 50 ha ou mais.
- 6) Observação "dos quick-looks" TM/Landsat-5.

- 7) Coleta de dados *in situ*.
- 8) Coleta e análise e dos dados de área e data das queimadas.

Os dados foram fornecidos por funcionários e pesquisadores do PNE e foram comparados com as informações obtidas por meio das imagens e dos dados coletados *in situ*.

3. Resultados

Foram detectadas e delimitadas 15 queimadas no PNE nas imagens CCD-IRMSS/CBERS-2 do período de 12/nov/2003 a 07/jun/2004 – **Figura 2**. Comparando os dados dessas imagens, "quick-looks" TM-Landsat-5, observações de campo e dos funcionários e pesquisadores do PNE, conclui-se que a queimada 01 foi antrópica e ocorreu na estação seca, no dia 07/jul/2003, resultado de fogo que fugiu do controle durante trabalho de manutenção dos aceiros. As outras 14 queimadas (93%) foram causadas por raios e ocorreram na estação chuvosa – **Tabela 2**. Esse resultado é superior aos 67% encontrado por Ramos Neto (2000) de ocorrência de queimadas naturais nos períodos chuvoso de junho/1995 a maio/1999. Por outro lado, os dados são similares aos 87% de ocorrência de queimadas naturais no período de out/2002 a mar/2003 encontrados por França *et al.* (2004).

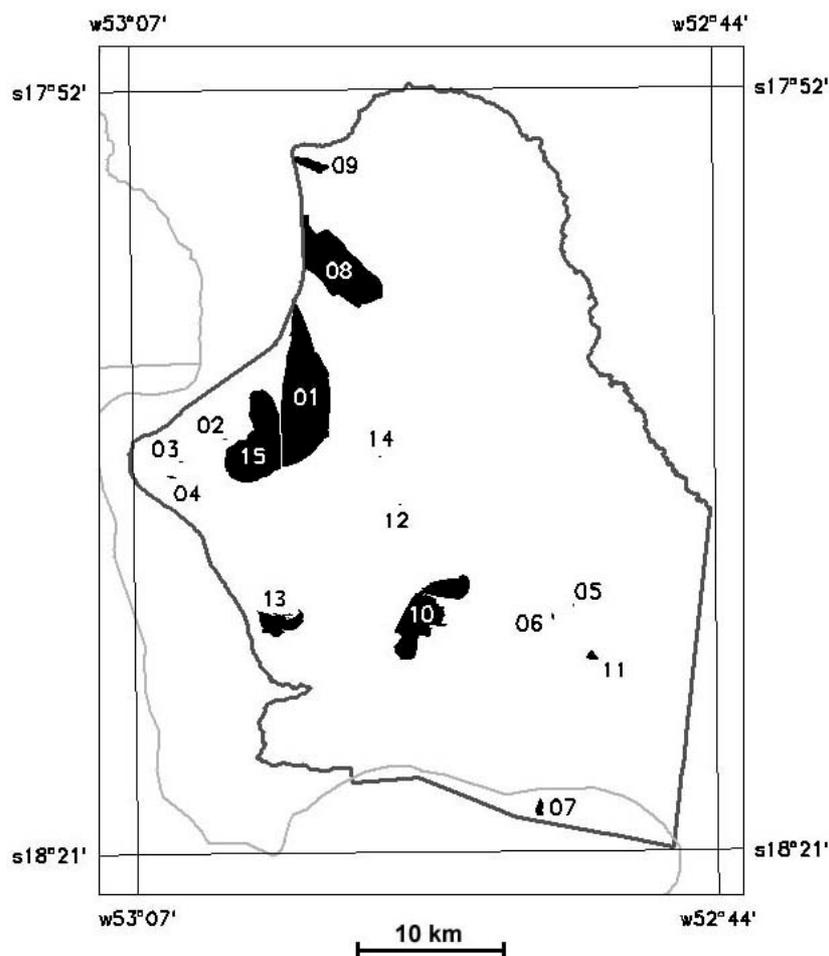


Figura 2 - Queimadas ocorridas no Parque Nacional das Emas delimitadas a partir de imagens CCD-IRMSS/CBERS-2, captadas no período de 12/nov/2003 a 07/jun/2004.

A área abrangida pelas queimadas foi aproximadamente 8 mil ha (6% da área do PNE), dos quais cerca de 5,3 mil ha (4% do PNE) decorreram de queimadas naturais. A área abrangida pelas queimadas naturais correspondeu a 66% da área queimada total. A área de queimadas naturais é inferior ao encontrado por França *et al.* (2004) que estimou em 37,4 mil ha a área queimada naturalmente no período de out/2002 a mar/2003 e Ramos-Neto (2000) que estimou em 20 mil ha a área queimada por raios em 4 anos de observação no PNE.

A área individual das queimadas naturais variou de um a 1.759 ha, sendo 11 (79%) com área inferior a 500 ha e as três restantes (21%), entre 1.000 e 5.000 ha. Os dados são similares aos de Ramos Neto (2000) com 73% e 17% para as mesmas classes de tamanho de queimadas naturais do período chuvoso. As queimadas naturais foram menores quando comparadas às de causas antrópicas que ocorriam antes de 1994, concordando com Ramos Neto (2000). Cabe observar que o avanço do fogo no caso de cinco queimadas foi interrompido pelos aceiros, sendo o tamanho final não determinado por causas naturais.

Duas queimadas tiveram dados de área medidos *in situ*: a 03 e a 15 – **Tabela 2**. Não houve diferença entre as estimativas de área das imagens CBERS-2 e dos dados *in situ* para a queimada 03 e no caso da queimada 15 ocorreu uma subestimação de 0,4% da estimativa CBERS-2.

Tabela 2 - Queimadas ocorridas no Parque Nacional das Emas no período entre 21/jun/2003 e 07/jun/2004, identificadas em imagens dos sensores a bordo do satélite CBERS-2.

Queimada (ver Fig. 2)	Período de ocorrência <i>imagem</i>	Data <i>campo</i> ¹	Causa <i>imagem</i> <i>campo</i> ¹	Área <i>imagem</i> (ha)	Área <i>campo</i> ¹ (ha)	% da área do PNE
1	ant. ² 12/nov/2003	07/jul/2003	antrópica	2.699	-	2,0
2	ant. ² 12/nov/2003	-	raio	2	-	0,0
3	ant. ² 12/nov/2003	-	raio	2	2	0,0
4	ant. ² 12/nov/2003	-	raio	6	-	0,0
5	ant. ² 12/nov/2003	-	raio	1	-	0,0
6	ant. ² 12/nov/2003	-	raio	4	-	0,0
7	ant. ² 12/nov/2003	05/out/2003	raio	49	-	0,1
8	ant. ² 21/mar/2004	02/out/2003	raio	1.759	-	1,3
9	ant. ² 15/nov/2003	21/out/2003	raio	143	-	0,1
10	21/nov–14/dez/2003	28/nov/2003	raio	1.341	-	1,0
11	21/nov–14/dez/2003	27/nov/2003	raio	38	-	0,0
12	ant. ² 21/mar/2004	-	raio	2	-	0,0
13	27/mar–13/abr/2004	07/abr/2004	raio	353	-	0,3
14	16/abr–12/mai/2004	-	raio	2	-	0,0
15	22/abr–12/mai/2004	23/abr/2004	raio	1.643	1.636	1,2
Total				8.044	-	6,0

¹ campo: dados coletados *in situ* e por funcionários e pesquisadores do PNE; ² ant.: anterior.

O sensor CCD foi mais adequado para delimitação das queimadas. Isso era esperado em função de possuir um canal no infravermelho próximo e da resolução espacial de 20 m (área do pixel de 0,04 ha) face à de 80 m do IRMSS (pixel de 0,64 ha), à de 160 m do canal termal do IRMSS (pixel de 2,56 ha) e à de 260 m do WFI (pixel de 6,76 ha). Por outro lado, o WFI com resolução temporal de 5 dias e um canal no infravermelho próximo foi o mais adequado para determinação do período de ocorrência das queimadas, mas com o fator limitante que a área mínima identificável é em torno de 50 ha. A resolução temporal de 5 dias do WFI

também foi útil quando a presença de nuvens dificultou ou impossibilitou a identificação das queimadas nas imagens CCD e IRMSS, o que ocorreu em alguns casos, fato esperado em função do estudo ser realizado no período chuvoso. Os canais no infravermelho próximo dos sensores CCD e WFI (0,77-0,89 μm) e os no infravermelho médio do IRMSS (1,55-1,75 μm e 2,08-2,35 μm) foram os mais adequados para identificação das queimadas.

O presente trabalho confirma a adequação dos sistemas sensores a bordo do CBERS-2 para identificação, delimitação e monitoramento de queimadas. Esse era um resultado esperado em função das características desses sensores, pois o CCD e o IRMSS são similares em várias características ao TM/Landsat e ao "High Resolution Visible" (HRV) / SPOT e o WFI ao AVHRR/NOAA e ao "Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer" (MODIS) / Terra, utilizados com sucesso no estudo de queimadas.

Neste trabalho não foi possível utilizar os canais XS1 e XS5 do CCD porque não estavam disponíveis de modo regular no "Catálogo de Imagens CBERS-2".

4. Conclusões

Este trabalho identificou a ocorrência de queimadas naturais causadas por raios no período chuvoso, no Parque Nacional das Emas, confirmando observações anteriores de Ramos Neto (2000) e França et al. (2004). Essa informação mostra a necessidade de estudos no Cerrado com esse tipo de queimada, pois normalmente os trabalhos são conduzidos no período de seca e com queimadas antrópicas.

Os resultados deste trabalho são um indicativo das mudanças que estão ocorrendo no regime de fogo do PNE. São necessários trabalhos futuros para verificar o regime de queimadas, que desde 1994, quando foram introduzidas mudanças no manejo do fogo do PNE, ocorre com queimadas naturais e sem queimadas antrópicas intencionais. Para isso, é preciso uma série temporal e permanente de dados e os sistemas sensores a bordo do satélite sino-brasileiro CBERS-2 são adequados para detectar, delimitar e monitorar as queimadas no PNE. Além disso, as imagens são gratuitas e de fácil acesso. Os resultados mostram o potencial dessas imagens para mapeamento e monitoramento de áreas queimadas em unidades de conservação, e provavelmente em todo o bioma Cerrado.

Sugere-se a instalação no WFI de um canal na faixa espectral de 3 a 4 μm , considerada entre as melhores para identificação, delimitação e monitoramento de queimadas (Pereira e Setzer, 1993a; França e Setzer, 2001). Isso aliaria a a resolução temporal de 5 dias com a capacidade de detectar queimadas menores que o pixel numa faixa espectral menos susceptível a névoa e nuvens.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa CBERS e a Divisão de Sensoriamento Remoto do INPE, a Mario Barroso Ramos Neto da Conservação Internacional do Brasil, aos funcionários da Oréades Núcleo de Geoprocessamento, e ao diretor Gabriel Cardoso Borges e demais funcionários do PNE/IBAMA.

Referências

- Barbieri, M.; Salgado-Laboriau, M.L.; Suguio, K. Paleovegetation and paleoclimate of "Vereda de Águas Emendadas", Central Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 13, p. 241-254, 2000.
- Coutinho, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: **Fire in the tropical biota**. Ed. J.G. Goldammer. New York: Springer-Verlag, 1990. cap. 6, p. 82-105.
- Coutinho, L.M. **Cerrado**. Disponível em: <<http://eco.ib.usp.br/cerrado>>. Acesso em: 15.julho.2004.
- Ferraz-Vicentini, K.R.; Salgado-Laboriau, M.L. Palynological analysis of a palm swamp in Central Brasil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.9, n. 3-4, p. 207-219, 1996

- França, H.; Setzer, A.W. **Regime de queimadas no Parque Nacional das Emas: 1973-1995**. Relatório de Pesquisa FAPESP. São José dos Campos: INPE, 1997. 85 p.
- França, H.; Setzer, A.W. AVHRR analysis of a savanna site through a fire season in Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 13, p. 2449-2461, 2001.
- França, H. **Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA**. 2000. 161 p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. 2000.
- França, H.; Pereira, A.; Pinto Jr., O.; Fernandes, W.A.; Gómez, R.P.S.. Ocorrências de raios e queimadas naturais no Parque Nacional das Emas, GO, na estação chuvosa de 2002-2003. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 4, 17-21/outubro/2004, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza / Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação, 2004.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Unidades de Conservação do Brasil**. Brasília: IBAMA, 1989.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Download de arquivos - Cartas Topográficas do Mapeamento Sistemático**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/download/tela_inicial.php>. Acesso em: 14.julho.2004.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **China-Brasil Earth Resources Satellite – CBERS**. Disponível em: <<http://www.cbers.inpe.br>>. Acesso em 15.julho.2004a.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Catálogo de Imagens CBERS-2**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>. Acesso em 16.julho.2004b.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Catálogo de Imagens Landsat/5-7**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo>>. Acesso em 29.julho.2004c.
- Mantovani, J.E.; Pereira, A.. Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado através de dados TM/Landsat. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9, 11-18/setembro/1998, Santos. **Anais**. São José dos Campos: INPE/SELPER, 1998. Repositório da URLib: <sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.57>. Disponível em: <<http://150.163.34.2:1908/rep-/sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.57>>. Acesso em: 31.jul.2004.
- Mistry, J. Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. **Progress in Physical Geography**, v. 22, n 4, p. 425-448, 1998a.
- Mistry, J. Decision-making for fire use among farmers in savannas: an exploratory study in the Distrito Federal, central Brazil. **Journal of environmental Management**, v. 54, p. 321-334, 1998b.
- Pereira, M.C.; Setzer, A.W. Spectral characteristics of deforestation fires in NOAA/AVHRR images. **International Journal of Remote Sensing**, v. 14, n. 3, p. 583-597, 1993a.
- Pereira, M.C.; Setzer, A.W. Spectral characteristics of fires scars in Landsat-5 TM images of Amazonia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 14, n. 11, p. 2061-2078, 1993b.
- Ponzoni, F.J.; Lee, D.C.L.; Hernandez Filho, P. Avaliação da área queimada e regeneração da vegetação afetada pelo fogo no Parque Nacional de Brasília através de dados do TM/Landsat. In: 2º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10-15/ago/1986, Gramado. **Anais**. São José dos Campos: INPE/SELPER/SBC, 1986. v. 1, p. 615-621.
- Ramos Neto, M.B. **O Parque Nacional de Emas (GO) e o fogo: implicações para a conservação biológica**. 2000. 159 p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. 2000.
- Salgado-Laboriau, M.L.; Casseti, V.; Ferraz-Vicentini, K.R.; Martin, L.; Soubiés, F.; Suguio, K.; Turcq, B. Late quaternary vegetational and climatic changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology**, v. 128, p. 215-226, 1997.
- Santos, J.R.; Aoki, H.. Monitoramento do Parque Nacional de Brasília através de dados orbitais. In: 1º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 27-29/nov/1978, São José dos Campos. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 1981. v. 1, p. 118-134.
- Shimabukuro, Y.E.; Santos, J.R.; Lee, D.C.L.; Pereira, M.C.. Dados sensoriados no monitoramento e avaliação de áreas queimadas: o caso do Parque Nacional das Emas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 10, p. 1589-1598, 1991.