

Precisão posicional dos dados de queimada na região do pantanal brasileiro.

Alexandre Camargo Coutinho ¹
Guilherme Cornélio ²

¹ Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041
13083-886 - Campinas, SP, Brasil
alex@cnptia.embrapa.br

² Pontifícia Universidade Católica de Campinas-PUCCAMP
Rodovia D. Pedro I, km 136
Parque das Universidades - Campinas, SP
CEP: 13086-900
guilhermec@cnptia.embrapa.br

Resumo. A acelerada dinâmica de uso e cobertura das terras e a sua correlação positiva com a incidência de pontos de queimadas têm atraído as atenções de políticos, ambientalistas e da sociedade em geral, sobretudo nas discussões sobre as mudanças climáticas globais e as emissões de gases de efeito estufa. Diferentes políticas, estratégias e ações de monitoramento e controle das queimadas foram propostas nos últimos anos, com o objetivo de conter o deslocamento e o avanço da fronteira agrícola e de promover a substituição de processos produtivos tradicionais e rudimentares, baseados no uso do fogo, pela adoção de tecnologias alternativas, detentoras de maior eficiência e menor impacto ambiental. Na região do pantanal brasileiro, durante a época de estiagem, ocorre um significativo aumento da incidência de queimadas, aparentemente sobre as áreas de pastagens naturais ou plantadas, praticadas com a finalidade de estimular a rebrota do capim e promover a renovação da oferta de alimento aos rebanhos. Para conhecer o potencial e as limitações do uso dos dados de queimadas, publicados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, para a identificação das principais atividades antrópicas condicionantes desse fenômeno, bem como para identificar os agentes causadores, este trabalho teve como objetivo medir a precisão posicional das coordenadas de queimadas fornecidas e, como resultado, mostrou que, apesar da resolução espacial de 1,1km das imagens NOAA/AVHRR, mais de 80% das evidências de queimadas estão localizadas em uma área delimitada por um raio de até três quilômetros de distância, em relação à coordenada fornecida.

Palavras-chave: queimadas, pantanal, sensoriamento remoto, geoprocessamento, NOAA.

Abstract. The rapidly changing use and coverage of land and the positive correlation with the incidence of burning points have attracted the attention of politicians, environmentalists and society in general, especially relating to the discussions about global climate change and the emissions of greenhouse gasses. Various policies, strategies and actions concerning the monitoring and control of the burnings have been proposed in recent years. The objective has largely been to contain the displacement and the expansion of the agricultural border and encourage the substitution of traditional and rudimentary productive processes, based on the use of fire, by the adoption of alternative technology, which has greater efficiency and less environmental impact. In the pantanal region of Brazil, during the dry season, there is a significant increase in the incidence of burnings. Apparently, over the areas of natural or planted pastures, burning is practiced with the purpose of stimulating the re-growth of grass and therefore promotes the renewal of the food supply for livestock. It is necessary to know the potential and limitations of the use of data from the burnings, published by the National Institute for Space Research, for the identification of the principal types of land use and cover that influence this phenomenon as well as to identify the responsible agents for their occurrence. Therefore, this work measured the positional accuracy of the burning points provided and showed that more than 80% of the evidence of burnings is confined within a radius of three kilometers in relation to the coordinate provided.

Key-words: burnings, pantanal, remote sensing, GIS, NOAA.

1. Introdução

A dimensão e os impactos decorrentes da prática de queimadas, sobretudo na região tropical, são objeto de preocupação e polêmica no âmbito nacional e internacional. De maneira geral, as queimadas são fortemente associadas a processos de desmatamento e incêndios florestais, embora pesquisas recentes afirmem que isso não corresponda totalmente à realidade.

As queimadas ocorrem em toda extensão do Território Nacional, sendo empregadas tanto em sistemas de produção primitivos ou convencionais, praticados por indígenas, caboclos e pequenos agricultores, quanto em sistemas com altos níveis de tecnicidade. Em geral, as queimadas praticadas na agricultura e pecuária têm o objetivo de promover a adubação através dos depósitos de cinza, eliminar plantas invasoras de pastagens, limpar os campos para o plantio, provocar a rebrota das gramíneas renovando as pastagens, controlar a população de carrapatos nas pastagens, combater pragas em restos de culturas e facilitar o trabalho humano como, por exemplo, na colheita manual da cana-de-açúcar, entre outros interesses (Margulis, 2004).

A identificação dos múltiplos agentes responsáveis pela atual dinâmica de queimadas no Brasil é uma tarefa bastante complexa e incipiente, em função do convívio e das relações consolidadas entre diferentes atores do contexto exploratório dos recursos naturais e diferentes processos produtivos extrativistas, agropecuários, energéticos e mineradores (Becker, 2001; Nepstad, 2002).

A falta de informações e de diretrizes, capazes de auxiliar os processos de formatação e de decisão de políticas ambientais e agrícolas têm, sistematicamente, levado as instituições públicas ou privadas, responsáveis pela gestão dos recursos naturais e dos bens comuns, a adotarem primordialmente medidas repreensivas e imediatistas em relação à incidência de queimadas, na tentativa de solucionar ou minimizar impactos pontuais e específicos, causados, sobretudo, pela interferência antrópica direta, sem a compreensão mais ampla sobre os fatores condicionantes ou determinantes do mesmo.

A necessidade cada vez maior e mais urgente de se estabelecer, definitivamente, um instrumento de política pública, visando a gestão e o uso racional do território amazônico, exige o desenvolvimento de um contexto de investigação, identificação e definição dos processos e dos atores envolvidos na dinâmica de ocupação, para que seja possível

circunstanciar, formatar e adotar estratégias de ocupação e de gerenciamento de médio e longo prazos que não busquem atender ou solucionar episódios isolados ou impactos específicos (Coutinho, 2009).

O fenômeno das queimadas está associado a vários contextos distintos e tem finalidades absolutamente próprias em cada um deles, portanto, a simples definição e adoção de medidas proibitivas, punitivas e imediatistas geram como consequência a necessidade de se estabelecer um contexto de fiscalização e de política de comando e controle absolutamente incompatível com as dimensões e a realidade brasileira.

Considerando a atualidade das reflexões e acordos internacionais sobre a redução das emissões de gases de efeito estufa relacionados às mudanças climáticas globais, é imprescindível a criação e adoção de estratégias com o objetivo de atrair e captar recursos para a implementação de soluções mais articuladas, de curto, médio e longo prazos para alguns problemas da dinâmica de uso e ocupação das terras no Brasil.

Na região do pantanal brasileiro as queimadas ocorrem, sobretudo, associadas à atividade pecuária com adoção de processos produtivos rudimentares e emprego de baixos níveis tecnológicos. A espacialização das propriedades, com a consequente identificação dos agentes responsáveis pela ocorrência de queimadas, é um fator extremamente importante, tanto para o desenvolvimento de ações de comando e controle mais eficientes, quanto para a formulação de políticas públicas que tenham como objetivo subsidiar o desenvolvimento tecnológico e elevar os padrões de competitividade da atividade agropecuária brasileira.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi estimar a precisão posicional dos pontos de queimadas identificados e publicados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, na região do pantanal brasileiro, para estimar o potencial e as limitações da sua utilização para a identificação dos agentes e atores condicionantes da ocorrência do fenômeno das queimadas.

3. Materiais e Métodos

O cálculo da precisão posicional dos pontos de queimadas produzidos pela análise dos dados coletados pelo satélite NOAA/AVHRR, com resolução espacial de 1,1 km, foi realizado a partir das coordenadas das queimadas, publicadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2010) e do uso de imagens referência do satélite Landsat-ETM+ do pantanal brasileiro.

Foram selecionadas sete imagens ortoretificadas do satélite Landsat-ETM+, composição colorida das bandas 5R,4G,3B, cuja resolução espacial é de 30m, compreendidas entre maio de 2005 e maio de 2007 (**Tabela 1**), obtidas pelo site do Global Land Cover Facility (GLCF, 2010). Inicialmente foram observadas as datas de aquisição das imagens Landsat e, a partir daí, foram organizados pacotes mensais de dados de queimadas dos 30 dias imediatamente anteriores à data de aquisição das imagens Landsat.

Tabela 1. Relação das imagens Landsat ETM+ utilizadas.

Órbita/Ponto	Data
225/072	27/05/2006

225/073	11/05/2006
225/074	14/04/2005
226/072	18/05/2006
226/073	15/05/2005
226/074	10/05/2006
227/072	12/05/2007

Esse protocolo garantiu que o tempo máximo transcorrido entre a ocorrência de uma queimada detectada pelo NOAA e a data de aquisição da imagem Landsat, que serviu para a localização da sua evidência e execução da avaliação da precisão posicional, fosse de 30 dias, minimizando os efeitos e equívocos causados pela supressão das evidências das queimadas pela ação de ventos, chuva etc.

Para caracterização da precisão posicional dos pontos de queimadas foram gerados buffers de 1,5km, 3,0km e 6,0km ao redor de cada ponto, sendo o raio de 1,5km considerado o de melhor precisão possível para a localização das evidências de queimadas de cada ponto fornecido (**Figura 1**).

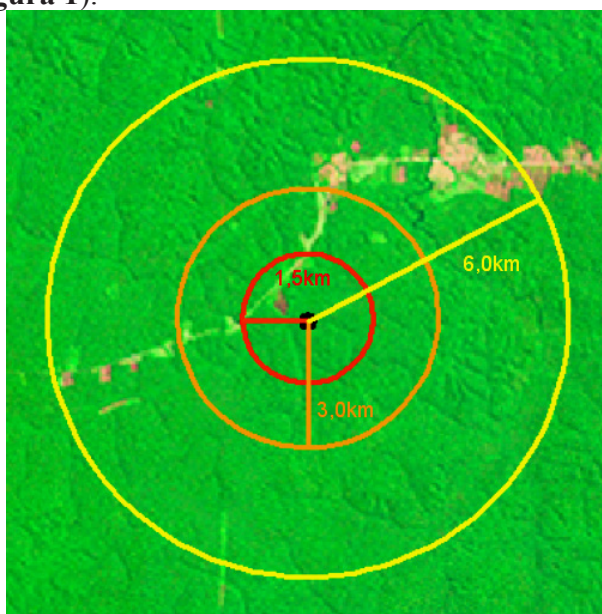


Figura 1. Círculos criados para definição da precisão posicional dos pontos de queimadas.

Considerando à indefinição da posição da coordenada da queimada fornecida pelo INPE, em relação aos limites do pixel da imagem do satélite NOAA/AVHRR, a definição sobre a melhor precisão posicional correspondeu ao raio igual a 1,5km da coordenada e considerou a menor superfície capaz de conter a área do pixel, independentemente da coordenada fornecida corresponder à posição central (“e”) ou qualquer um dos quatro cantos do pixel (inferior direito “a”, inferior esquerdo “b”, superior direito “c” ou superior esquerdo “d”), como ilustra a **Figura 2**.

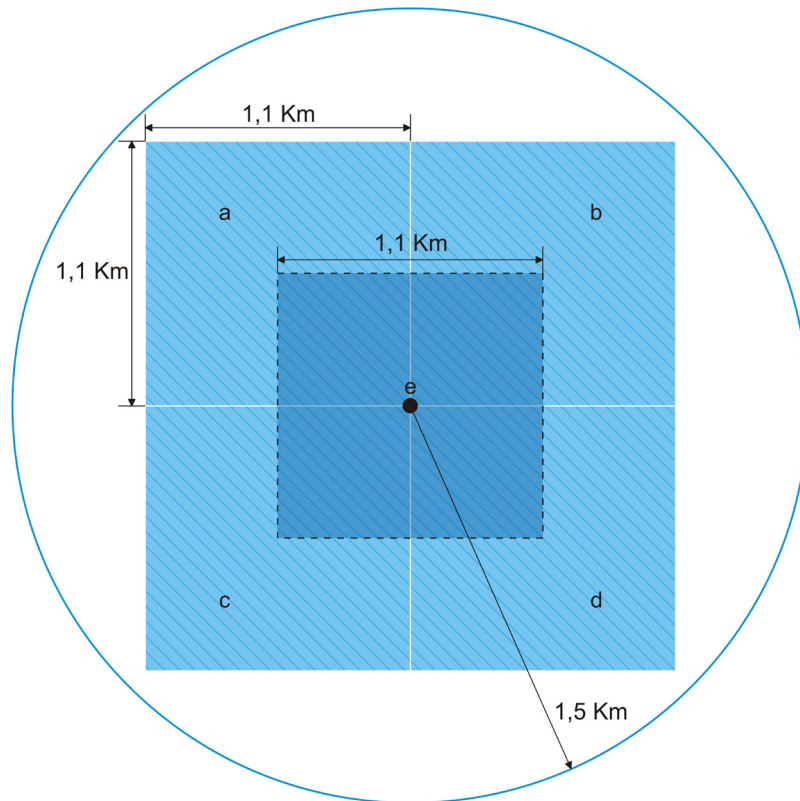


Figura 2. Esquema das várias possibilidades de localização do pixel da imagem do satélite NOAA/AVHRR, “a”, “b”, “c” “d” e “e”, ao redor da coordenada fornecida, e a área de abrangência correspondente ao círculo de 1,5km de raio ao redor do ponto.

Para cada coordenada geográfica, referente a um ponto de queimada fornecido pelo INPE, foi verificada a presença de evidências da sua ocorrência, através da análise e interpretação visual da imagem Landsat correspondente, na escala 1:100.000. Durante esta etapa do trabalho foi considerada, apenas, a menor distância existente entre um dado ponto de queimada fornecido pelo INPE e as evidências da sua presença na imagem Landsat correspondente. A avaliação da precisão posicional geral foi efetuada considerando-se as frequências de ocorrência de cada uma das três classes de distância, medidas a partir da coordenada do ponto fornecido e a localização efetiva da evidência da queimada (**Figura 3**).

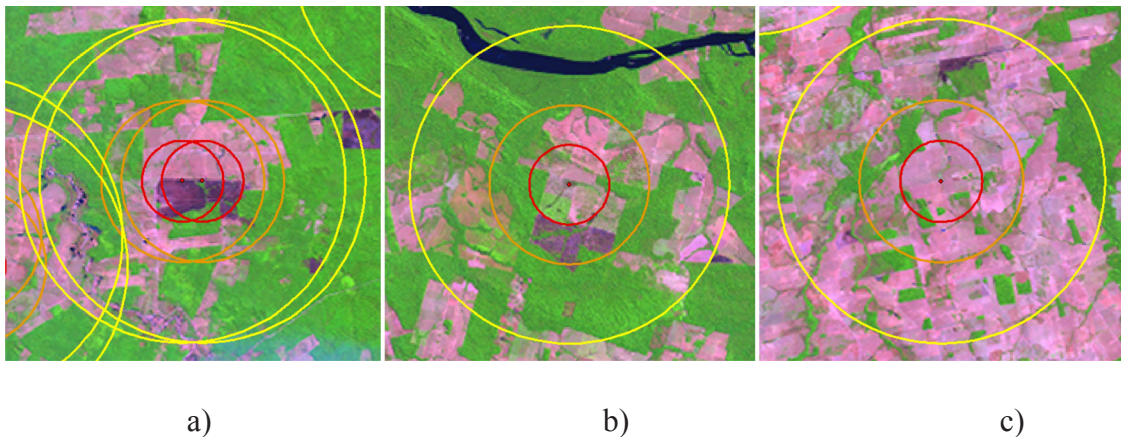


Figura 3. Círculos ao redor das coordenadas fornecidas pelo INPE e resultados da avaliação da precisão dos pontos de queimadas nas imagens Landsat: a) 1,5km, b) 3,0km e c) 6,0km.

Todos os 140 pontos de queimadas identificados e publicados pelo INPE no período correspondente aos 30 dias anteriores às datas de aquisição das imagens Landsat utilizadas foram verificados. A precisão posicional de cada ponto foi aferida e anotada em uma planilha. A avaliação final da precisão posicional dos pontos de queimadas foi efetuada considerando-se as frequências de ocorrência de cada uma das três classes de distância.

4. Resultados e Discussão

Os resultados da análise de precisão posicional dos pontos de queimada estão sintetizados na **Tabela 2** que mostra a distribuição das frequências em cada intervalo de distância considerado.

Tabela 2. Distribuição de frequências da precisão posicional dos pontos de queimadas.

raio (km)	Total de 140 pontos de queimadas		
	frequência absoluta	frequência relativa (%)	frequência relativa acumulada (%)
1,5	83	59,29	59,29
3,0	31	22,14	81,43
6,0	16	11,43	92,86
>6,0	10	7,14	100

Do total de 140 pontos de queimadas reunidos e analisados nas imagens Landsat, a frequência de precisão posicional máxima (1,5km) foi obtida em aproximadamente 59 % dos pontos (**Tabela 1**). Se for considerada a frequência acumulada até o raio de 3km, a partir das coordenadas das queimadas fornecidas pelo INPE, as evidências de ocorrência de queimadas são percebidas em aproximadamente 81% dos pontos. A incorporação do raio de 6km agregaria mais 11% dos pontos de queimadas, levando a frequência acumulada a aproximadamente 92% mas, do ponto de vista da precisão cartográfica, os custos gerados pela perda da precisão posicional são significativamente elevados.

Há uma quarta categoria, expressa na **Tabela 2**, denominada “maior que 6km” (>6km), na qual foram contabilizados todos os pontos de queimadas fornecidos pelo INPE, cuja evidencia não pôde ser localizada na imagem Landsat, em nenhuma das três classes anteriores e, portanto, seu erro posicional não pôde ser mensurado e definido.

Existem duas origens possíveis para o erro de identificação e localização, encontrado nos dados de queimadas. O primeiro e possivelmente o principal tipo de erro de posicionamento tem sua origem associada à curvatura da superfície terrestre e se baseia no fato de o sensor NOAA/AVHRR imagear uma faixa, extremamente larga, de aproximadamente 2.400km. Essa característica do sensor faz com que os pixels localizados nas bordas das imagens correspondam a superfícies mais extensas do que as centrais. Ou seja, quanto mais próximo do centro da imagem do satélite (nadir), mais próximo das dimensões nominais de 1,1km por 1,1km e, por outro lado, quanto mais distante do centro da imagem, maiores são as dimensões da superfície imageada.

O segundo tipo de erro está relacionado a problemas do algoritmo de classificação de imagens que identificou pontos de queimadas, cujas evidências não foram identificadas nas imagens Landsat até a distância de 6km e potencialmente podem configurar erros de inclusão.

Portanto, ao assumir-se o círculo de 3km de raio ao redor dos pontos de queimadas, considera-se uma dimensão intermediária do pixel, entre aquela de 1,1km por 1,1km,

quando localizado a nadir e a dimensão dos pixels das bordas que podem apresentar medidas superiores a 6km.

5. Conclusões

Os parâmetros cartográficos de confiabilidade de dados sugerem padrões próximos de 80% de precisão, como o nível aceitável para sua utilização e publicação, portanto, as análises espaciais desenvolvidas com os pontos de queimadas produzidos com as imagens captadas pelo satélite NOAA/AVHRR e disponibilizados pelo INPE, devem considerar a margem de confiança de 3km nas suas abordagens e não apenas a resolução espacial de 1,1km dessas imagens.

Em outras palavras, apesar da resolução espacial das imagens do NOAA/AVHRR, ser de 1,1km, a sobreposição e manipulação dos dados de queimadas, com mapas de uso e cobertura das terras deve ser cuidadosa e considerar o erro posicional de até 3km para a execução dessas análises.

Se forem consideradas as exigências de precisão cartográfica definidas por Robinson *et al.*, (1995), de erros máximos de até 0,5mm, para execução das análises entre a compatibilidade de dados e a definição da escala máxima de abordagem para sua utilização, os dados de queimadas referentes à área do pantanal brasileiro só poderiam ser expressos em escalas próximas a 1:6.000.000, para as quais o erro admitido está próximo dos 3km obtidos neste trabalho.

Aparentemente, esse erro posicional mensurado tem sido compensado pela alta resolução temporal e pela disponibilidade de uma série histórica significativa, que fazem com que o potencial de utilização e adoção desses dados de queimadas mantenha-se elevado, mesmo para o desenvolvimento e execução de ações em escalas cartográficas maiores do que a indicada.

7. Referências

- 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.
- Coutinho, A. C. Condicionantes da expansão da fronteira agrícola no Mato Grosso. **Revista de Política Agrícola**, n. 1, Brasília, p.80-97, 2009.
- GLCF **Global Land Cover Facility**, 2010. Disponível em: <<http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>>. Acesso em 20 jul. 2010.
- INPE. **Queimadas: monitoramento de focos**. 2010. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em: 20 jul. 2010.
- Margulis, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília, D. F.: Banco Mundial, 2004. 80 p.
- Nepstad, D. C.; McGrath, D.; Alencar, A.; Barros, A. C.; Carvalho, G.; Santilli, M.; Vera Diaz, M. del C. Frontier governance in Amazônia. **Science**, v. 295, Jan. 2002.
- Robinson, A. H.; Morrison, J. L.; Muehrcke, P. C.; Kimerling, A. J.; Guptill, S. C. **Elements of cartography**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 6. ed., 1995.