

Comparação entre a ocorrência de fogo durante a Seca de 2005 e o El Niño em 1998 na Amazônia

Manoel Ferreira Cardoso
Gilvan Sampaio de Oliveira
Carlos Afonso Nobre

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC
12630-000 – Cachoeira Paulista - SP, Brasil
{mcardoso, sampaio, nobre}@cptec.inpe.br

Abstract. Fire activity was qualitatively compared between two meteorological conditions with substantial impacts in Amazonia: the El Niño in 1998 and the drought of 2005. Data used included active-fire detections from TRMM-VIRS during 1998-2005, and maps of the sub-basins for the whole area that correspond to the classification used by the Brazilian water resources agency. The results indicate that in the north of Amazonia, El Niño conditions are potentially more important than in other regions in the basin. In the east, the results indicate that the meteorological conditions that have caused the drought in 2005 had impacts on fire activity that were as important as the El Niño in 1998. In the west-southwest portion of the basin, however, the impacts on fire activity were potentially higher during the drought of 2005 than during El Niño conditions.

Palavras-chave: Amazonia, fires, El-Niño, drought.

1. Introdução

O El Niño é um fenômeno meteorológico de grande escala muito importante, caracterizado por aquecimento superficial anômalo e modificações nos padrões de vento sobre uma grande área do Oceano Pacífico tropical, e com impactos significativos globalmente (Sampaio, 2001). Por exemplo, na Amazônia, várias regiões sofrem redução nos valores normais de precipitação, o que pode ter efeitos negativos importantes sobre estes ecossistemas. Um destes efeitos é a diminuição da umidade e conseqüente aumento da flamabilidade da vegetação.

Em 1998, ano em que ocorreu um evento El Niño muito intenso (Sampaio e Satyamurty, 1998), mais de 5×10^6 ha de florestas no Brasil foram atingidos por ocorrência acidental de fogo (Cochrane 2003). Um incêndio que aconteceu naquele ano em Roraima (Kirchoff e Escada, 1998) foi talvez o desastre ambiental mais conhecido da Amazônia, motivando a expansão de programas de monitoramento de queimadas e de risco de incêndios florestais para toda a região, como o Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal (Proarco/IBAMA).

Em 2005, constatou-se também uma redução importante nos valores de precipitação sobre a Amazônia, atingindo principalmente regiões a oeste e sudoeste desta bacia, onde o nível de vários rios abaixou significativamente (CPTEC e INMET, 2005). Por exemplo, os rios Acre, Madeira, Juruá e Solimões apresentaram cotas de nível substancialmente baixas (ANA 2006). Eventos de estiagem nestas regiões são raros, e os registros indicam que o ano de 2005 teve o menor índice de precipitação das últimas décadas (CPTEC e INMET, 2005).

Diferente do El Niño em 1998, as anomalias negativas de precipitação que ocorreram em 2005 na Amazônia foram atribuídas a um aquecimento anormal das águas superficiais do Atlântico Norte, o que intensificou os padrões de subsidência sobre a Amazônia causando inibição da formação de chuva (CPTEC e INMET, 2005). Apesar das condições meteorológicas de grande escala em 1998 serem diferentes das de 2005 sobre a Amazônia, os efeitos sobre o aumento da flamabilidade e ocorrência de fogo na vegetação foram potencialmente semelhantes. Por exemplo, o total de focos de calor detectados pelo satélite

NOAA-12 em setembro de 2005 no Acre, Amazonas e Rondônia foram substancialmente maiores em relação ao mesmo período no ano anterior (CPTEC e INMET, 2005a). Além dos dados de sensoriamento remoto, houveram também relatos na imprensa de áreas com ocorrência fogo e poluição atmosférica por fumaça.

Com o objetivo de se avaliar comparativamente a ocorrência de fogo na Amazônia durante estes dois eventos meteorológicos de grande impacto, analisamos um banco de dados recente sobre atividade de fogo em regiões tropicais baseado em detecções feitas pelo sensor TRMM-VIRS no período 1998-2005 (NASA Goddard Space Flight Center, Giglio et al. 2003).

2. Métodos

Com a finalidade de se identificar os diferentes efeitos da seca de 2005 e do El Niño em 1998, as análises foram feitas separadamente em três regiões da Amazônia conforme mostra a **Figura 1a**. Estas regiões foram definidas usando mapas para toda a Bacia Amazônica preparados por Mayorga et al. (2005), onde as sub-bacias foram agrupadas em compatibilidade com os dados da Agência Nacional de Águas para a Amazônia brasileira.

De acordo com as descrições do impacto da seca em 2005 na Amazônia (CPTEC e INMET 2005, ANA 2006), a região mais afetada pela redução de chuvas naquele período incluiu as sub-bacias localizadas a oeste e sudoeste, correspondendo à região O-SO da **Figura 1a**. Em anos de El Niño espera-se impactos pronunciados nas regiões ao norte, e partes ao leste da bacia (Sampaio 2001) que neste estudo correspondem às regiões N e L, respectivamente, exibidas na **Figura 1a**. A união destas três regiões resulta então em toda bacia do rio Amazonas.

As informações sobre atividade de fogo são provenientes de detecções de calor feitas pelo TRMM-VIRS (Tropical Rainfall Measuring Mission - Visible and Infrared Scanner) (**Figura 1b**). O produto utilizado (Giglio et al. 2003) cobre a região tropical (38°N a 38°S) mensalmente com uma resolução espacial de 0.5°. Após filtragem de nuvens e de superfícies de água, um ponto do espaço é identificado como fogo se apresentar uma temperatura consideravelmente maior do que outras regiões em sua vizinhança. Estes dados foram escolhidos porque possuem várias qualidades interessantes para análises sobre atividade de fogo em grandes regiões e intervalos de tempo. Primeiramente, os dados cobrem todo o período de estudo, de 1998 a 2005, utilizando uma mesma metodologia e instrumentos. Além disso, os dados são previamente agregados temporalmente e espacialmente, e as características orbitais do TRMM permitem que as regiões cobertas sejam observadas em diferentes horários. Para grandes escalas de tempo, esta é uma importante característica porque amplia as chances de se obter uma amostragem mais representativa da atividade de fogo. Conforme descrito em outros estudos, existe uma tendência para um ciclo diurno de atividade de fogo (por ex. Justice et al., 2002) com valores mais altos durante a tarde, e também existem indicações de que a maior parte das ocorrências de fogo na Amazônia dura apenas algumas horas (por ex. Cardoso et al. 2005).

Para as análises, foram calculadas médias espaciais do número de focos para quatro períodos: 1998, 1999-2003, 2004 e 2005. O ano de 1998 representa condições de El Niño intenso. Os anos 1999-2003 representam anos onde não houve eventos meteorológicos de grande escala com impactos intensos sobre a flammabilidade da vegetação na Amazônia (considerado aqui como um período de referência). Para este período, foram também calculadas médias mensais da densidade de focos. No ano de 2004 ocorreu um El Niño pouco intenso, e em 2005 houve a estiagem descrita acima. O uso de médias espaciais é justificado

pela necessidade de se usar um índice da intensidade de atividade de fogo que possa ser comparado entre as regiões de estudo.

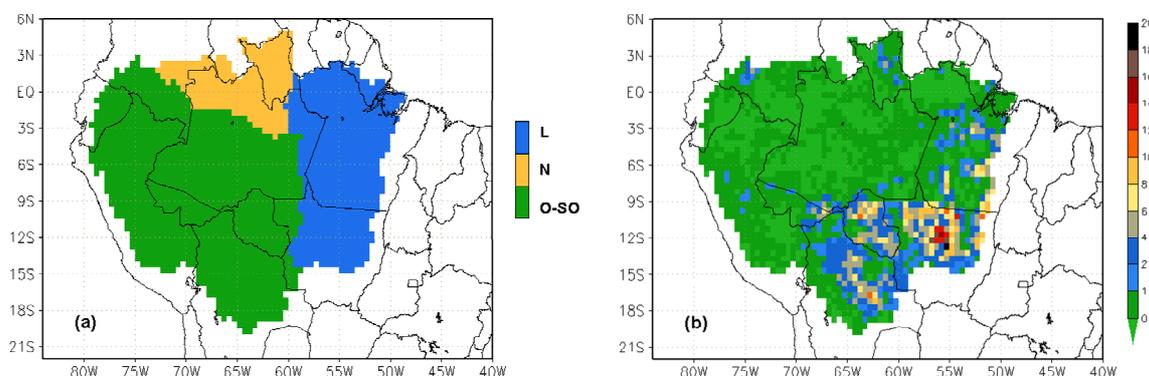


Figura 1 – (a) Bacia do rio Amazonas subdividida em três regiões de estudo. Sub-bacias ao norte (N) em amarelo, sub-bacias ao leste (L) em azul, e sub-bacias na região oeste-sudoeste (O-SO) em verde, conforme Mayorga et al. (2005) e mapas da Agência Nacional de Águas. (b) Síntese do número de focos de calor detectados usando o sensor VIRS a bordo do satélite TRMM (Giglio et al. 2003), entre 1998 e 2005 com resolução de 0.5o, em unidades de focos de calor por mês.

3. Resultados

Conforme mostra a **Figura 2**, os resultados estão agrupados de acordo com as regiões e períodos de análise descritos acima. Na região ao norte da Amazônia, a maior parte da atividade de fogo foi detectada entre os meses janeiro-março (**Figura 2a**). Ao leste, as detecções indicam maior atividade de fogo entre os meses de maio e dezembro (**Figura 2b**), e na porção oeste-sudoeste a maior parte dos focos de calor foram identificados no período junho-novembro (**Figura 2c**). De forma geral, a atividade de fogo detectada entre 1999 e 2003 foi menor do que nos anos de 1998, 2004 e 2005. Em todos os períodos analisados, a atividade de fogo na região L foi em geral maior do que na região O-SO, seguidas pela região N.

Na região O-SO, o número máximo de detecções de fogo ocorreu sempre no mês de setembro (**Figura 2c**). Na região N, no período de referência 1999-2003 e em 1998, o máximo de detecções ocorreu em março. Em 2004 e 2005 nesta região, o máximo de detecções ocorreu aproximadamente um mês antes (**Figura 2a**). Na região L, a máxima atividade de fogo aconteceu no mês de agosto na maioria dos anos, mas em 2004 o máximo ocorreu um mês depois. Nas regiões L e O-SO, o período 1999-2003 apresentou em média valores menores de detecções de focos de calor do que a região N.

Na região ao norte, o ano de 1998 apresentou os valores máximos de detecções de focos de calor, e os de 2004 e 2005 apresentaram valores menores do que o período 1999-2003 (**Figura 2a**). Na região ao leste, os valores máximos de detecção de fogo ocorreram nos anos de 1998 e 2005, seguidos pelo ano de 2004 que apresentou o valor máximo ligeiramente menor do que nestes dois anos (**Figura 2b**). Na região a oeste e sudoeste, o maior número de focos de calor foi detectado no ano de 2005 seguido pelos anos de 2004 e 1998, que apresentaram ainda valores substancialmente maiores do que o período de referência 1999-2003 (**Figura 2c**).

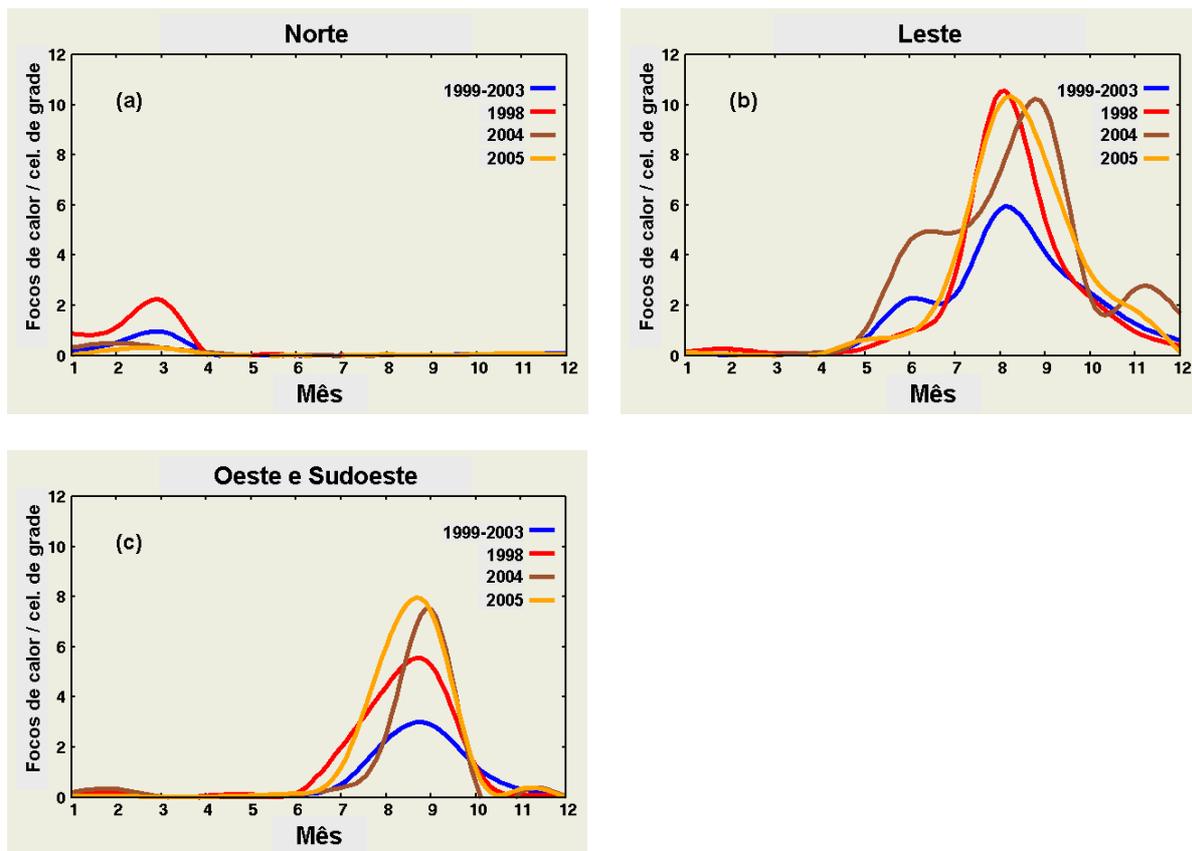


Figura 2 – Média espacial do número de focos detectados pelo TRMM-VIRS nos períodos 1999-2003 (azul, média temporal), 1998 (vermelho), 2004 (marrom) e 2005 (laranja). (a) Região de análise Norte, (b) região de análise Leste e (c) região de análise Oeste e Sudoeste, conforme definição na Figura 1. O mês 1 corresponde ao mês de Janeiro, 2 a Fevereiro, até o mês 12 ou Dezembro.

4. Discussão e conclusões

Este estudo teve o objetivo de avaliar comparativamente a ocorrência de fogo na Amazônia durante duas situações meteorológicas de grande impacto na região: o El Niño em 1998 e a seca de 2005. Para esta avaliação, foram utilizados dados recentes baseados em detecções de focos de calor por satélite. Os dados, baseados no sensor TRMM-VIRS, representam uma amostragem abrangente, feita em múltiplos horários durante todo o período de estudo e agrupados em três sub-regiões da Amazônia conforme descrições das sub-bacias e dos impactos dos fenômenos meteorológicos da região. Este tipo de dado permite análises de grande escala e fornece indicações sobre a atividade de fogo que cobrem toda a bacia, porém lembramos que não representam diretamente a área queimada ou a biomassa afetada pelo fogo.

Para as análises, foi calculado então um índice de atividade de fogo representado pela dinâmica da densidade de focos de calor em cada região. Os resultados indicam que houve diferenças importantes entre a atividade de fogo nos períodos analisados e nas sub-regiões da Amazônia, e sugerem ligações entre estas diferenças e as condições meteorológicas predominantes. Em síntese, o El Niño teve potencialmente uma importância maior na região ao norte do que em outras regiões. Na região ao leste, há indicações de que o fenômeno que causou a estiagem de 2005 teve impactos que foram tão importantes quanto os do El Niño. Na

região a oeste e sudoeste, por outro lado, os impactos sobre a atividade de fogo foram potencialmente maiores durante a seca de 2005 do que no El Niño em 1998.

Estes resultados têm implicações importantes para projeções de atividade futura de fogo na Amazônia, reforçando a importância das previsões climáticas nos estudos ambientais nesta região. Em próximas atividades, o presente estudo deve ser expandido para incluir outras análises. Por exemplo, análises sobre precipitação, níveis e vazões dos rios nas sub-bacias devem ser também incorporados.

Referências

- ANA. **Boletim de Monitoramento da Região Amazônica**. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA), Superintendência de Usos Múltiplos, 2006.
- Cardoso, M. F.; Hurtt, G. C.; Moore, B.; Nobre, C. A.; Bain, H. Field Work and Statistical Analyses for Enhanced Interpretation of Satellite Fire Data. **Remote Sensing of Environment**, v. 98, p. 212-227, 2005.
- Cochrane, M. Fire science for rainforests. **Nature**, v. 421, p. 913-919, 2003.
- CPTEC; INMET. **Seca da Amazônia em 2005**. Nota ao público em geral elaborada pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) em conjunto com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Brasília: Agência CT, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. 3 p.
- CPTEC; INMET. **Infoclima – Boletim de Informações Climáticas**. Previsão de Consenso, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) em conjunto com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Cachoeira Paulista: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2005a. Ano 12, Número 10, 9 p.
- Giglio, L.; Kendall, J.; Mack, R. A multi-year active fire dataset for the tropics derived from the TRMM VIRS. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, p. 4505-4525, 2003.
- Justice, C. O.; Giglio, L.; Korontzi, S.; Owens, J.; Morisette, J.; Roy, D.; Descloitres, J.; Alleaume, S.; Petitcolin, F.; Kaufman, Y. The MODIS fire products. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p. 244-262, 2002.
- Kirchoff, V. W. J. H.; Escada, P. A. S. **O megaincêndio do século – 1998**. São José dos Campos: Transtec. Editora, 1998. 86 p.
- Mayorga, E.; Logsdon, M. G.; Ballester, M.V.R.; Richey, J.E. Estimating cell-to-cell land surface flow paths from digital channel networks, with an application to the Amazon basin. **Journal of Hydrology**, em revisão, 2005.
- Sampaio, G. **O El Niño e Você - o fenômeno climático**. São José dos Campos: Transtec. Editora, 2001. 116 p.
- Sampaio, G.; Satyamurty, P. El Niño de 1997/98: Evolução e Impactos. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1998, Brasília.