

AVALIAÇÃO REGIONAL DOS PROGNÓSTICOS DO RISCO DE FOGO SEMANAL DO CPTEC COM O MODELO “ETA” E DADOS OBSERVACIONAIS NA AMÉRICA DO SUL

Raffi Agop Sismanoglu¹, Alberto W. Setzer²

ABSTRACT

The method used by CPTEC/INPE to calculate Fire Risk maps for the burning of the vegetation on a daily basis was adapted to generate weekly averages of future risk (FFR). The “ETA” climatic model with monthly forecasts were used with weekly updates of observed weather data. The area studied was South America (SA), divided in seven regions. Evaluation of the FFR for one week was based in the percentage of fire occurrences during one week in areas of elevated risk classes of the Medium, High and Critic levels. Regions with the best performance of the FFR were those in the center and northeast of Brazil, and in the state of Pará, for the periods of intensive anthropic burning when rates of 99%, 92% and 90% were obtained, respectively. Other regions presented good agreement between the weekly FFR and the cumulative fires were Amazonia, the state of Roraima in particular, and the north of SA, with about 67% agreement. The south sector of SA and the south and southeast of Brazil presented results also considered satisfactory, varying from 73% to 90%. Despite the lack of ETA climatology for the regions studied, the weekly FFR results showed an adequate performance of the model.

RESUMO

Adaptou-se a metodologia de cálculo do risco de fogo do CPTEC/INPE para estimar médias semanais do risco de fogo futuro (RFF) ao longo de um mês, aplicando o modelo ETA Climático, combinado com dados observacionais de superfície. Neste trabalho, estudo-se a América do Sul (AS), regionalizada em 7 setores. A avaliação setorial do RFF baseou-se na porcentagem de acertos dos focos semanais associados ao risco calculado cujo nível era maior do que o Médio. Avaliou-se sempre apenas a primeira semana de previsão corrigida. As regiões de melhor desempenho das estimativas semanais do RFF foram as do Brasil Central, Nordeste, e Norte do País (Pará), cujos índices de acertos foram respectivamente de 99%, 92% e 90% nos períodos mais críticos para a prática das queimadas. As outras regiões que apresentaram razoável concordância entre o RFF e os focos acumulados foram a

¹ Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos- CPTEC
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, Brazil
Rod. Presidente Dutra, Km.39, Cachoeira Paulista, S.P. (12) 31869323
raffi@cptec.inpe.br

Amazônia, RR em particular, e o norte da AS (~67% de acertos). O setor sul da AS e as regiões sul e sudeste do Brasil também apresentaram resultados satisfatórios, com índices de acertos variando entre 73% a 90%. Apesar de não se dispor da climatologia do ETA, os resultados do RFF mostram a tendência do seu bom desempenho.

INTRODUÇÃO

Desde meados da década de 80 o INPE desenvolve e aprimora [seu sistema operacional de detecção de queimadas](#) com imagens de satélites baseado nos dados da faixa ótica-termal de 3.7 a 4 um. Inicialmente, os focos eram obtidos nas imagens AVHRR ("Advanced Very High Resolution Radiometer") de um dos satélites da série NOAA (Setzer et al., 1992). No final de setembro/2002 a detecção de queimadas passou a ser feita também nas imagens do satélite Geoestacionário ["GOES Este" a cada três horas](#), e [nas imagens MODIS](#) dos novos satélites TERRA e AQUA da NASA, aumentando para pelo menos 16 as detecções diárias

O conhecimento com algumas semanas de antecedência dos níveis de risco meteorológico para queima de vegetação é importante para usuários do sistema de monitoramento diário de queimadas do INPE, e para apoio no controle e combate do uso do fogo em quase toda a América do Sul. Desde 1998 o grupo de queimadas da Divisão de Sistemas e Satélites Ambientais do CPTEC/INPE vem desenvolvendo e aprimorando o método de estimativa do risco de fogo (RF) com variáveis climáticas tais como o histórico da precipitação, umidade relativa mínima e temperatura máxima do ar; mais recentemente (Sismanoglu e Setzer, 2004a), passou-se a incluir também os focos detectados pelos satélites meteorológicos NOAA. A versão diagnóstica do RF foi adaptada para a opção prognóstica com até três dias de antecedência, utilizando-se os modelos de previsão numérica do CPTEC. Inicialmente aplicou-se apenas o modelo "GLOBAL" de baixa resolução espacial (200km). A partir de 2002, os mapas de riscos PREVISTOS também passaram a ser gerados com o modelo regional ETA, de maior resolução (40Km), e ampliando-se o domínio original para quase toda a América do Sul. Outras referências sobre este sistema podem ser encontradas em Sismanoglu e Setzer (2004a).

Em janeiro de 2003 adaptou-se o algoritmo do Risco Previsto (RP) de modo a utilizar as saídas numéricas do modelo regional ETA na versão climática, ou seja, para gerar o risco futuro (RF) em base semanal ao longo de períodos um mês. Juntamente com os dados do ETA também são utilizados dados observados das mesmas variáveis pelo algoritmo. Esta nova versão do modelo gera as previsões para até quatro meses (Alves et al, 2004).

² CPTEC/INPE - asetzer@cptec.inpe.br

O “ETA” é um modelo de mesoescala para pontos de grade e de equações primitivas. A versão do ETA operacional no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC (Chou et al, 2000) é hidrostática e cobre a maior parte da América do Sul e oceanos adjacentes. A resolução horizontal atual é 40 km e a vertical tem 38 camadas. As previsões são geradas duas vezes ao dia, com condições iniciais das 0000h e 1200h UTC. A condição inicial provém das análises do “National Center for Environmental Prediction”, NCEP/USA, e as condições de contorno lateral são provenientes das previsões do modelo GLOBAL do CPTEC atualizadas a cada 6 horas. O limite de integração é 72 horas. A grade horizontal é a grade “E” de Arakawa, e a coordenada vertical é a “eta”, a letra grega, que por sua vez dá o nome ao modelo. As principais variáveis prognosticadas no modelo são: temperatura do ar, componentes zonal e meridional do vento, umidade específica, água líquida das nuvens, pressão à superfície e energia cinética turbulenta.

A versão do RF futuro depende basicamente das mesmas variáveis do RF calculado de modo diário, porém em termos de totais ou médias semanais da precipitação total, da temperatura e umidade médias do ar no nível de 2 metros às 18UTC. A cada início de semana as previsões médias para intervalos de sete dias são atualizadas para o período de um mês.

Este trabalho tem por finalidade de avaliar objetivamente o desempenho semanal do cálculo do risco futuro de fogo (RFF) nos 12 meses de 2003, comparando as classes de risco estimadas com a ocorrência de focos nas semanas correspondentes, observando-se sete macro-regiões da América do Sul.

MATERIAIS e MÉTODOS

A metodologia de determinação do RFF semanal tem por referência o dia-base que é a 2^a.feira da primeira semana com RFF a ser previsto, quando as previsões para as quatro semanas subseqüentes são geradas – ver Tabela 1 e Diagrama 1. Dados observados de precipitação (históricos de até 90 dias) e os de temperatura e umidade relativa são atualizados nas quatro 2^{as}.feiras seguintes, e mantendo-se a previsão ETA mensal da primeira 2^a.feira. As previsões mensais ETA são elaboradas pelo Grupo do Clima do Cptec, em Cachoeira Paulista, SP, cujos procedimentos encontram-se em Alves et al. (2004). De acordo com o diagrama D1 corresponde com as previsões do dia (n+0).

Neste trabalho, serão analisadas as previsões de RFF apenas para a semana da atualização dos dados, correspondendo na Diagrama 1 aos casos do dia (n+0). As modificações das variáveis do RFF em relação ao RF, estão relacionadas na Tabela 1. Não houve mudanças no mapa de vegetação do RF. O cálculo do RF e maiores detalhes podem ser encontrados em [Queimadas \(2004a\)](#) e em Sismanoglu e Setzer (2004a). O conjunto de previsões para até quatro meses, calculado com as saídas a cada 6 h, é

também gerado no dia-base “n”, e a previsibilidade do "ETA" na determinação do RFF para as três semanas seguintes é apresentada em Sismanoglu e Setzer (2004c).

Cálculo do Risco de Fogo (RF)

O Risco de Fogo diário (RF), ou "Risco Observado", é obtido a partir de dados meteorológicos observados, sendo a referência para a determinação dos demais riscos, tais como o “previsto” nos três dias seguintes, calculado pelos modelos ETA (Sismanoglu e Setzer, 2004b) e Global T126, e o semanal “futuro” aplicando o ETA com rodadas mais estendidas (Sismanoglu e Setzer, 2004c). A seguir é apresentada, resumidamente, a seqüência de cálculos do RF do CPTEC para cada célula dos mapas de risco, conforme Setzer (2004a).

1) Determina-se a precipitação em mm imediatamente anterior à data do cálculo para os seguintes períodos em dias: 1, 2 a 4, 5 a 9, 10 a 15, 16 a 30, 31 a 60 e 61 a 90. Cada classe de precipitação, possui uma função $f(x)$ cujo resultado, o “fator de precipitação”, varia exponencialmente de 0 a 1 dependendo do valor da precipitação x no período específico:

$$f(x_{n=1..90}) = e^{-A'_{(n=1,7)} \cdot P_{(n=1,7)}}$$

em que A' é constante para cada função, variando de -0.00018, para 90 dias de chuva acumulada a -0.1156, para 1 dia de chuva acumulada e P é a precipitação acumulada em mm

2) Determina-se o período de “Dias de Secura”, a partir dos fatores de precipitação, por meio de

$$PSE = 105 * f(x1) * f(x5).....f(x90)$$

3) Determina-se o Risco de Fogo "básico" com valor máximo de 0.9 dependendo de PSE para 5 tipos de vegetação com a equação

$$\text{Risco Básico } (RB_{n=1,5}) = 0,9 * [1 + \sin(A_{n=1,5} * PSE)] / 2$$

, na qual a constante A muda conforme a indicação abaixo

Classe de Vegetação (n=1,5)	Vegetação 1	Vegetação 2	Vegetação 3	Vegetação 4	Vegetação 5
Tipo de Vegetação	Ombrófila Densa	Ombrófila Aberta	Contato+ Campinarana	Estacional+ Decídua+ Semi-Decidual	Não Floresta
Constante A	1.715	2.0	2.4	3.0	4.0

4) Corrige-se o risco de fogo para a umidade relativa da tarde com

$$RU_{n=1,5} = RB_{n=1,5}(-0.056 * UR + 1.2306),$$

em que UR é umidade relativa observada das 18UTC

5) Corrige-se o risco de fogo para a temperatura da tarde com

$$RT_{\max n=1,5} = RU_{n=1,5}(0.01T_{\max} + 0.7),$$

em que T_{\max} é a temperatura observada das 18UTC

6) A partir de 2004, (Sismanoglu e Setzer, 2004a) o Risco de Fogo passou a incluir a presença dos focos detectados pelos satélites NOAA 12 ou 16. Nesta versão, quando uma célula de grade apresenta um foco, seu RF é forçado ao valor alto de 0.9 caso o RF determinado conforme as equações acima tenha valor baixo (< 0.4) e a célula na qual foi observada a presença de foco não tenha tido chuvas nos últimos três dias em relação à data do cálculo.

Previsão para		Semana 1 2 ^a f. a Domingo	Semana 2 2 ^a f. a Domingo	Semana 3 2 ^a f. a Domingo	Semana 4 2 ^a f. a Domingo
Atualização ao longo do mês (n = 2 ^a f)	Dia Base n	(n+0)	(n+7)	(n+14)	(n+21)
	Dia n+7	-	(n+0)	(n+7)	(n+14)
	Dia n+21	-	-	(n+0)	(n+7)
	Dia n+28	-	-	-	(n+0)

Diagrama 1. Esquema de atualização e geração das previsões semanais do Risco de Fogo Futuro, RFF. Toda 2^a feira, as previsões para quatro semanas são geradas a partir da previsão ETA. Semanalmente, os dados observados são incluídos, mas mantendo-se a previsão ETA inicial. Assim, ao longo do mês, cada semana adquire quatro versões diferentes de previsão. Por exemplo: as previsões (n+0), (n+7), (n+14), (n+21) da semana 4 têm o mesmo período de referência, porém podem diferir por usarem valores iniciais diferentes de dados observados. (n+0), equivale à previsão válida para a primeira com atualização (correção).

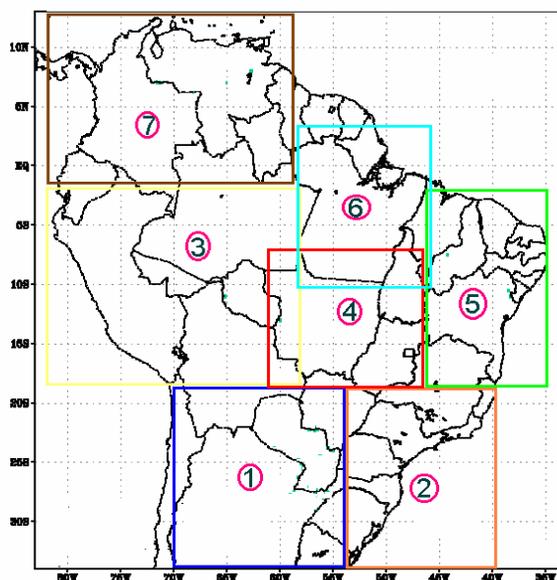


Figura 1 - Divisão da América do Sul em 7 macroregiões para a avaliação da performance do RFF.

Existe pouca literatura que aborde o desempenho do modelo ETA Climático para América do Sul ou suas diferentes regiões geográficas. De acordo com Alves et al. (2004), que analisou a previsibilidade do ETA, as previsões de totais pluviométricos sazonais geradas pelo modelo mostraram que nos meses de verão os totais são subestimados, e nos meses de inverno, tende a superestimar.

Particularmente sobre o norte do Pará e Estado do Amapá, ainda de acordo com Alves et al. (2004), as previsões mostraram predomínio de subestimava da precipitação. Uma outra característica, é a superestimativa dos totais pluviométricos no norte da Amazônia, sul de Roraima, Maranhão e Piauí. O início da estação chuvosa na parte central e sudeste do Brasil na primavera é bem previsto; entretanto, devido à característica da estação, fica evidente a variabilidade da precipitação prevista. As séries temporais das previsões geradas pelo modelo regional mostraram maior semelhança com as observações do que as previsões do modelo global, exceto no setor SW.

Um dos resultados principais, é a expectativa que o modelo regional possa prever razoavelmente a distribuição temporal e espacial de dias com chuva ou sem chuva durante o mês, em particular nas regiões NE e SE. Assim a escolha dos setores indicados pela Figura 1 procurou selecionar de maneira genérica regiões com padrões distintos de ocorrência temporal das queimadas antrópicas ao longo do ano. Desse modo, buscou-se analisar a capacidade do método adotada para o RFF em reproduzir os diferentes níveis de risco de fogo nas várias regiões da AS, as quais apresentam diferentes padrões de

previsibilidade de tempo. Todos os mapas para comparação do RFF com a ocorrência de focos foram gerados com 25 km de resolução espacial.

Para o presente trabalho seria adequado analisar a previsibilidade do ETA em intervalos menores de período. Porém, os resultados encontrados por Alves et al. (2004) são aplicáveis como referência por não haver outros trabalhos que citem aspectos numéricos da previsibilidade do ETA.

VARIÁVEIS DO RISCO DE FOGO DIÁRIO	VARIÁVEIS DO RISCO DE FOGO FUTURO
Precipitação observada no dia do cálculo do risco	Precipitação observada no dia anterior ao dia-base
Precipitação observada nos 5 dias anteriores ao dia do cálculo	Precipitação observada nos 5 dias anteriores ao dia anterior do dia-base
Precipitação observada nos 10 dias anteriores ao dia do cálculo	Precipitação prevista para a semana válida
Precipitação observada nos 15 dias anteriores ao dia do cálculo	Precipitação prevista nos 10 dias anteriores ao dia-base
Precipitação observada nos 30 dias anteriores ao dia do cálculo	Precipitação prevista nos 15 dias anteriores ao dia-base
Precipitação observada nos 60 dias anteriores ao dia do cálculo	Precipitação observada nos 60 dias anteriores ao dia-base
Precipitação observada nos 90 dias anteriores ao dia do cálculo	Precipitação observada nos 90 dias anteriores ao dia-base
Temperatura do ar (das 18UTC) no dia do cálculo	Temperatura média (das 18UTC) da semana válida
Umidade relativa média (das 18UTC) no dia do cálculo	Umidade relativa média (das 18UTC) da semana válida

Tabela 1. Adaptação do Risco de Fogo Diário (Queimadas, 2004), para o Risco Futuro: associação e equivalência entre as variáveis.

NÍVEL DE RISCO	VALOR CALCULADO (de 0 a 1)
Mínimo	0 a 0.15
Baixo	0.151 a 0.4
Médio	0.401 a 0.7
Alto	0.701 a 0.95
Crítico	> 0.95

Tabela 2. Classes de risco de fogo, variando de Mínimo a Crítico; neste trabalho são consideradas as classes maiores que Médio.

RESULTADOS

De acordo com a Tabela 2 os valores do risco de fogo variam entre 0 e 1, atribuídos em cinco classes. Os resultados das avaliações consideram as porcentagens dos focos detectados pelo satélite NOAA-12 que ocorreram em áreas de risco mais elevado, com maior interesse prático, ou seja, Médio, Alto e Crítico. A título de comparação, apresenta-se também o gráfico das curvas de acertos dos focos para as duas classes de risco maior, Alto e Crítico – ver Figura 3.

Os resultados semanais (focos versus RFF) foram concatenados e analisados em forma mensal e cada mês correspondeu a 4 semanas de dados agrupados. As linhas do gráfico da Figura 3 representam para cada setor geográfico, a evolução mensal do percentual de acertos dos focos com os respectivos níveis de risco ($>$ médio) previstos por ponto de grade de 25 km de resolução. Por exemplo: no mês 1 (janeiro/2003), ~ 64% dos focos detectados neste período ocorreram em áreas de risco superior a média no setor 7 da AS; enquanto que em julho/2003 houve concordância de ~98% no setor 4.

Avaliação da precipitação: Previsão Mensal X Observação

Inicialmente é resumido o desempenho do ETA em prever quantitativamente os campos mensais de precipitação durante o período de estudo do RFF. Outras informações, sobre os aspectos sinóticos e climáticos observados nos meses específicos, podem ser encontradas em Alves et al. (2004), que aborda o tema amplamente. Como o cálculo do RFF depende essencialmente da precipitação, apenas uma previsão correta da quantidade e da distribuição espacial das chuvas gera RFFs condizentes.

Janeiro/03 - a previsão neste período foi muito boa em quase toda a AS. Destacam-se as regiões nordeste, sudeste e o Brasil Central, além do Pará e sul da AM. Talvez pela baixa densidade de dados observacionais de precipitação, apenas o norte do AM apresentou resultados diferentes da observação. Na região Sul o modelo ETA super estimou a precipitação no PR e RS. No norte da Argentina e no Paraguai a previsão foi correta.

Fevereiro/03 - a previsão de precipitação para este mês seguiu aproximadamente a mesma tendência do mês anterior, com exceção do setor norte do PA. Neste ponto o modelo subestimou a chuva. No sul da AS e no Paraguai a previsão foi razoável a boa.

Março/03 - As regiões NE, SE e Centro Oeste apresentaram os melhores resultados. Na região S, apenas no RS o ETA subestimou as chuvas, mas apresentando núcleos corretamente. Na região norte do AM o modelo superestimou as chuvas. No Pará houve boa concordância entre o modelo e a observação.

Abril/03 - Neste mês em que se inicia a seca no Brasil Central, o modelo foi adequado para MT, NE e na região Sul. Destacam-se os núcleos de precipitação acima de 250 mm corretamente prognosticados pelo ETAo setor norte da região NE. No norte da AS houve concordância entre os campos prescritos e ocorridos.

Mai/03 - A definição da estação da seca (e das queimadas) no Brasil Central e no NE foi corretamente estabelecida pelo ETAem especial sobre o MT e BA. No sul do RS o ETA superestimou as chuvas em mais de 150 mm. Neste mês, ao contrário dos meses anteriores, os prognósticos foram muito bem configuradas no sul da AS inclusive no Paraguay. No norte da AM e no norte da AS em especial na Venezuela, o modelo estimou corretamente os vários núcleos de precipitação, inclusive em RR, estando de acordo com a climatologia esperada.

Junho/03 e Julho/03 - Nestes meses o modelo ETA representou perfeitamente os campos secos no Brasil Central e no sul da AS, e os úmidos em RR, nortes do AM e NE, norte da AS e na região S.

Agosto/03 - Com exceções no Brasil Central (MT), sul da região SE e no PA, o modelo ETA representou corretamente os campos de precipitação no restante da AS. Destaca-se o núcleo isolado de mais de 100 mm de chuvas prognosticado no Maranhão.

Setembro/03 - Neste mês, o modelo ETA teve fraco desempenho na reprodução dos campos de precipitação. Apenas o norte da AS e da AM, a região NE e o sul da AS apresentaram concordância entre observação e previsão.

Outubro/03 - Neste mes o modelo ETA representou os campos secos no NE e em partes das regiões Central, S e SE, RR e norte da AS (Guianas e Venezuela), e úmidos na Amazônia, Sul da AS, RS e PR

Novembro/03 e Dezembro/03 - Novamente o ETA reproduziu os campos observados de precipitação em toda a AS, em especial as bandas de chuvas da região SE e as de seca em RR, e no norte da AS.

Avaliação do RFF por regiões

A seguir são analisados os resultados pelos setores geográficos da AS indicados na Figura 1, destacando-se alguns aspectos das porcentagens de acertos dos focos totais acumulados em áreas com RFF de nível Médio, Alto e Crítico.

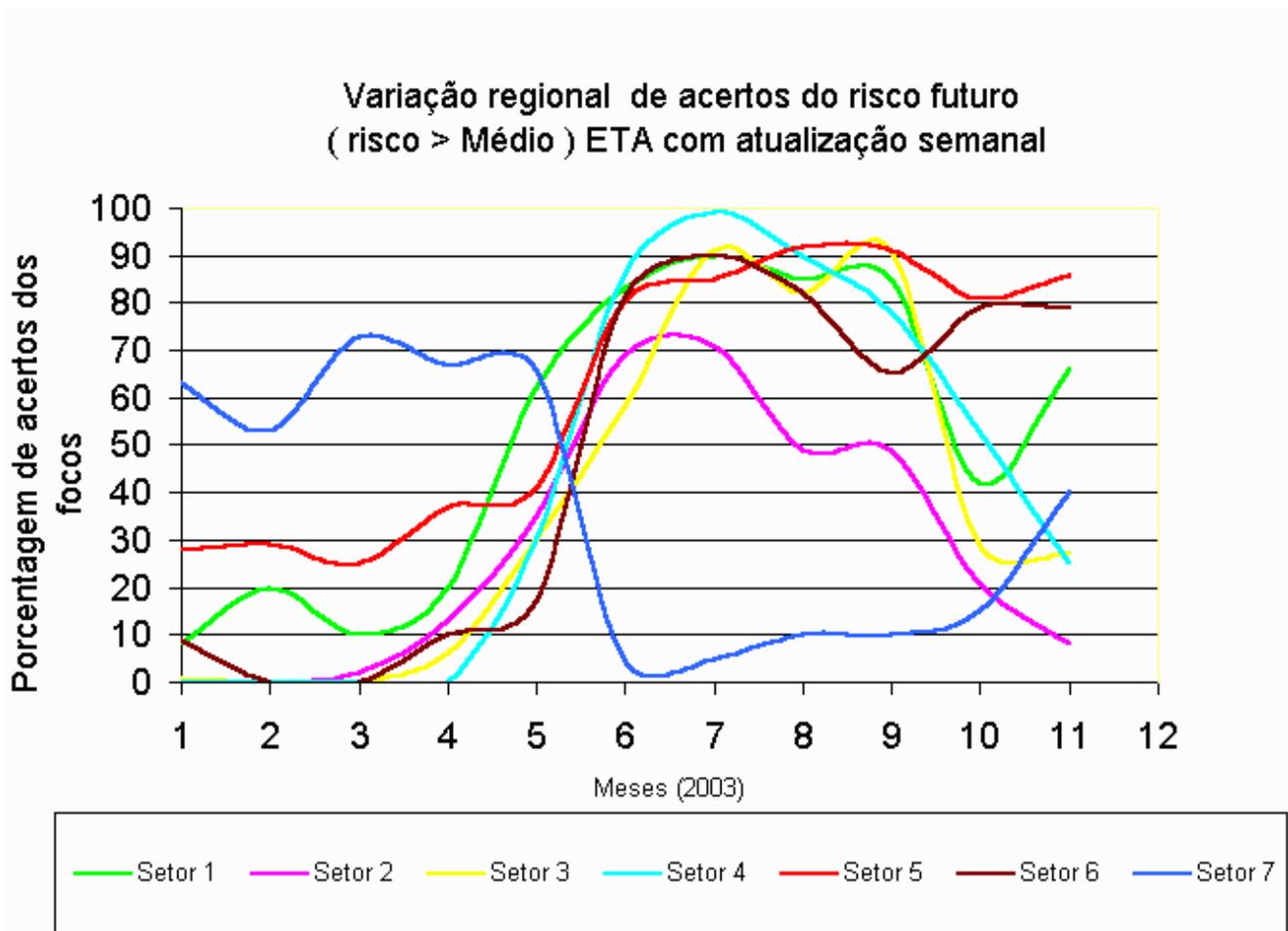


Figura 2. Percentual de acertos do total de focos associados às classes de risco de fogo futuro Médio, Alto e Crítico em base mensal, para 2003. Fonte: INPE/DAS.

Setor 1

Os meses de janeiro a abril apresentaram resultados limitados do RFF neste setor sul da AS, compreendendo o norte da Argentina, Paraguai, Sul da Bolívia, Leste da Região Sul e o leste do MS. Em janeiro, a maioria das queimadas ocorreu no norte da Argentina e no Paraguai, sendo 735 focos neste último. Como o ETA teve fraco desempenho semanal neste setor, o RFF também foi limitado apesar das queimadas relativamente freqüentes. De acordo com Alves et al. (2004), nos meses de verão o modelo tende a falhar. Entretanto, maio e junho, com menos de 1.000 focos cada, apresentaram resultados com índices de acertos entre 70% e 85%. De julho, com 3.200 focos, a setembro, com 12.000 focos, o índice de acertos do RFF manteve-se acima de 85% em concordância com o ciclo da estiagem na região. Em outubro, apesar de ainda do período seco e do número elevado de 7.600 focos, o índice foi de 42%; porém, voltou a 70% em novembro para os 6.400 focos de queimadas.

Setor 2

Compreendendo as Regiões Sul e Sudeste até a metade sul de MG este setor, com baixa quantidade de queimadas em todo o ano, apresentou médio desempenho do RFF. De julho (1.450 focos) a setembro (4.600 focos) e em outubro (3.700 focos) o desempenho foi melhor, com o índice máximo de acertos de 71% em julho.

Esta região pode ser comparada com o Setor 1 em termos de dificuldades de previsibilidade climática. De acordo com Alves et al. (2004), o início da estação chuvosa na parte sudeste do Brasil na primavera é bem previsto; entretanto, fica evidente a variabilidade de acertos da precipitação prevista.

Setor 3

Os meses de janeiro a junho apresentaram pequeno número de queimadas, com média de 280 focos. Os riscos previstos tiveram acertos baixos, com exceção do mês de junho, com ~60% de acertos para 782 focos detectados no total.

Para a maioria dos focos, este setor compreendido pela Bolívia, Peru, Equador, Amazonas e Rondônia, apresentou bom desempenho no RFF. De julho (4.800 focos) a setembro (12.500 focos) que foi o período mais crítico, os índices de acertos oscilaram entre 82% e 91%. Em outubro, apesar de ser um período ainda com estiagem e da grande quantidade de focos detectados (5.000), o desempenho do RFF foi baixo comparado com os meses subsequentes que apresentaram poucos focos. Também neste caso, houve limitações no desempenho das previsões ETA.

Setor 4

Este setor destaca-se pela quantidade de queimadas, ~78.000 focos em todo o ano, e está representado pela cor azul clara na Figura 2, compreendendo a região do Brasil Central, em especial Mato Grosso além de Goiás, Sul do Pará e Tocantins. Neste caso, ocorreu o melhor desempenho do RFF, cujo pico de acerto foi 99% no mês de julho para os 15.500 focos detectados.

No auge da estiagem, de junho a setembro, que coincide com a temporada de queimadas na região, o índice de acertos médio foi de 88%. Destaca-se também o mês mais crítico, setembro, que para os 36.000 focos detectados, apresentou 80% de acerto em relação ao RFF.

Entretanto, o mês de outubro não obteve resultado similar apesar da grande quantidade de focos (7.500), com 53% de índice de acerto. Em períodos de menor ocorrências, de janeiro a maio o percentual de acertos dos focos nas correspondentes áreas de risco foi baixo, quando a média no período foi de 200 focos.

Setor 5

Representado pela cor vermelha da Figura 2, este setor compreende a região Nordeste do Brasil e inclui a metade norte de MG. Em termos de queimadas, apresentou 62.000 focos, destacando-se como o segundo em ocorrências nas regiões da AS estudadas. Nos períodos de menor ocorrências, de janeiro a maio, o percentual de acertos dos focos nas correspondentes áreas de risco previsto maior do que Médio, variou entre 30 e 42%, e superior aos demais setores da AS com poucas queimadas.

Normalmente, esta região tende a apresentar os melhores padrões de previsibilidade climática por meio de modelos numéricos. Este fato pode ser verificado no restante da temporada de queimadas na região, cujo índice de acertos variou entre 81% e 92%, sendo agosto o melhor mês apesar da baixa quantidade de queimadas (2.500 focos). Outubro foi o mês mais crítico e apresentou 81% de acertos.

Setor 6

Correspondeu à terceira região mais importante em termos de quantidade de focos na AS, com 54.000 em todo o ano. Destaca-se o estado do Pará, excluído o setor sul. Engloba também o Amapá e o sul da Guianas. Novamente, de acordo com o mencionado anteriormente, a região apresentou bom desempenho da previsão numérica. No período de estiagem compreendido entre junho e novembro, os índices oscilaram de 65 a 91% de acertos.

Particularmente sobre o norte do Pará e no Amapá, as previsões sazonais do ETA, de acordo com Alves et al. (2004), mostraram predominância de subestimativa da precipitação.

Setor 7

Esta região engloba o norte da Amazônia, com destaque para Roraima em termos de importância nacional, além da Venezuela, Colômbia, o setor norte do Equador e o leste da Guiana Francesa. Nestas áreas, a prática das queimadas é intensa, e foram 18.000 os focos detectados no ano. A sazonalidade das queimadas nesta região é oposta das demais na AS, e os focos são observados entre janeiro a maio. A previsibilidade por meio de modelos nesta região foi razoável, e como consequência a média de acertos do RFF foi de 60%, com o máximo em março, de 67%.

De acordo com o mencionado anteriormente, a Figura 3 apresenta as curvas de acertos para as duas classes de risco com níveis Ato e Crítico. Basicamente, as curvas seguem o padrão de variação das curvas de risco para três classes mostradas na Figura 2, porém com 10 pontos percentuais a menos, uma vez que estes níveis críticos são mais difíceis de se determinar.

Variação regional de acertos do risco futuro
(risco > Alto) ETA com atualização semanal

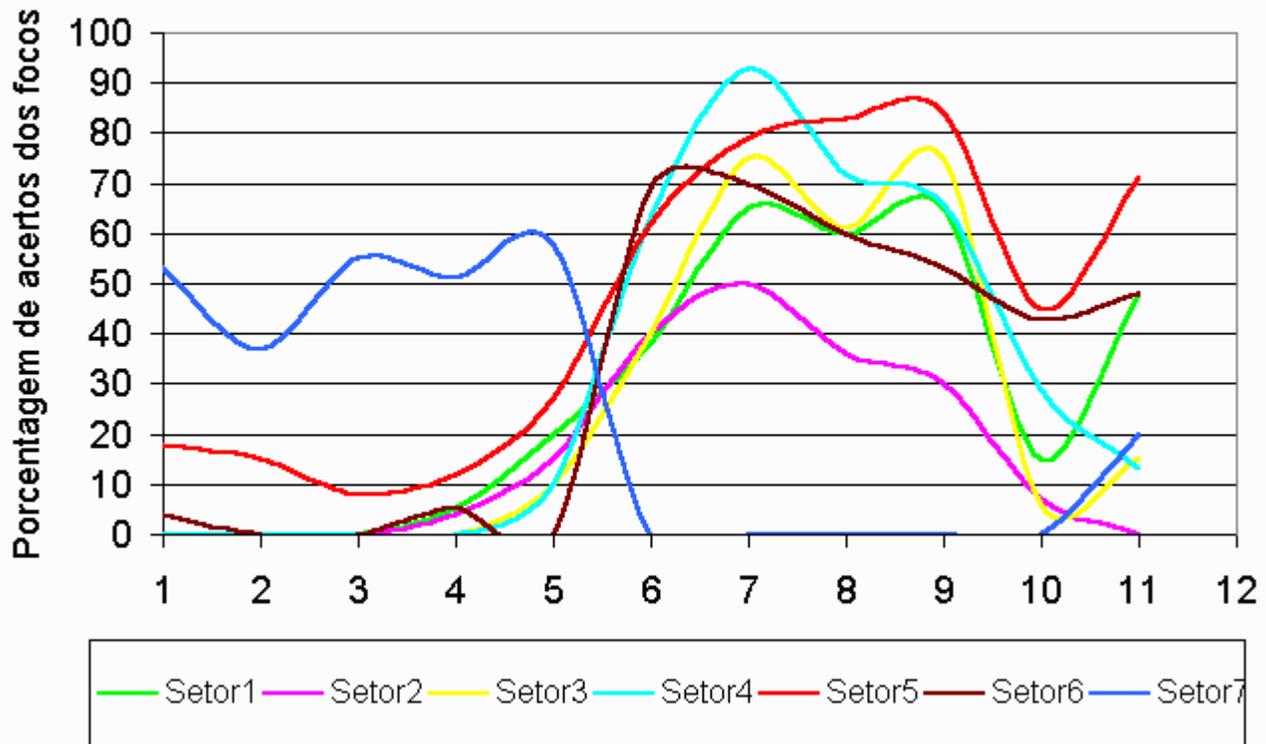


Figura 3 - Resultado final: percentual de acertos do total de focos associado às classes de risco de fogo futuro de base mensal, > alto, para 2003 Fonte: INPE/DAS

O Setor 4 da AS apresentou os melhores resultados, com índices de acertos de 90%, seguido do Setor 5 (NE) com 88%, ambos nos períodos mais críticos. Por outro lado o Setor 2 (Região Sudeste) teve o pior desempenho, uma vez que para esta nível de risco depende muito da habilidade do modelo em prever as situações de formação de chuvas e para um período longo.

CONCLUSÃO

A versão adaptada do cálculo diário do risco de fogo do Cptec para estimar as médias semanais do risco de fogo futuro (RFF) ao longo de um mês aplicando o modelo ETA Climático do Cptec combinado com dados observacionais de superfície apresentou resultados que atestam a validade do RFF.

Estudo-se a América do Sul (AS) regionalizada em sete setores, incluindo-se as principais regiões do Brasil e de alguns países vizinhos. Esta avaliação localizada do RFF baseou-se na

porcentagem de acertos dos focos semanais associados com o risco calculado cujo nível era maior do que médio. As regiões de melhor desempenho das estimativas semanais do RFF foram as do Central do Brasil, Nordeste, e Norte do País (Pará), cujos índices de acertos foram respectivamente de 99%, 92% e 90% nos períodos mais críticos da prática das queimadas.

As outras regiões que apresentaram razoável concordância entre o RFF e os focos acumulados foram a Amazônia, Roraima e o norte da AS (67% de acertos).

O setor sul da AS e as regiões sul e sudeste do Brasil também apresentaram resultados satisfatórios, cujos índices de acertos variaram entre 73% a 90% de acertos. Apesar de não se dispor ainda da climatologia do modelo ETA, observou-se o seu bom desempenho em quase toda a AS uma vez que o RFF está diretamente relacionado com o desempenho do modelo.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar o apreço às diversas equipes do INPE que apóiam operacionalmente os produtos indicados neste trabalho: DOP, DPI e DSA. Adicionalmente, as seguintes instituições Públicas colaboram ou financiam diretamente a execução destes trabalhos: CNPq, FAPESP, IBAMA, MMA, MCT, PNUD e PROARCO.

REFERÊNCIAS

- Alves, M.A, Sin-Chan, C., Marengo, J.A. Avaliação das previsões de chuvas sazonais do modelo Eta Climático sobre o Brasil. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza, CE, **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004. (Submetido).
- Chou, S. C., A. M. B. Nunes, e I. F. A. Cavalcanti, 2000: Extended range runs using the Eta model over South America. *J. Geophys. Res.*, 105, 10147-10160.
- Janjic, Z. I., 1994: The step-mountain coordinate: Further developments of the convection, viscous sub-layer, and turbulence closure schemes. *Monthly Weather Review*, 122, 927-945.
- Mesinger, F., Z. I. Janjic, S. Nickovic, D. Gavrilo, e D. G. Deaven, 1988: The step-mountain coordinate: Model description and performance for cases of Alpine lee cyclogenesis and for a case of Appalachian redevelopment. *Monthly Weather Review*, 116, 1493-1518.
- INPE, 2004. Página Internet do Monitoramento de Queimadas do INPE.
<http://www.cptec.inpe.br/queimadas>.
- Queimadas, 2004a. Página Internet do risco de fogo gerado pelo CPTEC. Texto elaborado por A. Setzer http://www.cptec.inpe.br/queimadas/risco_eta.html.

Queimadas, 2004b. Página Internet do risco de fogo futuro gerado pelo CPTEC.
http://www.cptec.inpe.br/queimadas/risco_eta.html.

Setzer et al., 1992. O uso de satélites NOAA na detecção de queimadas no Brasil. *Climanálise*, 7 (8): 40-53, agosto/1992.

Sismanoglu, R.A. e Setzer, A.W. Risco de Fogo para a vegetação da América do Sul: Comparação de duas versões para 2003. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza, CE, **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004a.(Submetido).

Sismanoglu, R.A. e Setzer, A.W., 2004. Avaliação da Previsão do Risco de Fogo desenvolvida no INPE aplicando o ETA: Análise objetiva e comparativa entre duas versões para 2003. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza, CE, **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004b.(Submetido).

Sismanoglu, R.A. e Setzer, A.W. Previsibilidade do Risco de Fogo Semanal aplicando o Modelo ETA em até 4 semanas com atualização de dados observacionais na América do Sul. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza, CE, **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004c.(Submetido).