

# **SIMULAÇÃO DO EFEITO DO DESMATAMENTO E ANÁLISE DO BALANÇO DE VORTICIDADE SOBRE ÁREAS DE TRANSIÇÃO NOS CERRADOS E AMAZÔNIA.**

FABIO CALIXTO CABRAL<sup>1</sup>, EDMILSON DIAS DE FREITAS<sup>2</sup>

1 Meteorologista, Mestrando, Depto. de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo – SP, Fone: (0XX11)3091-1000, falixto@model.iag.usp.br

2 Prof. Doutor, Depto. de Ciências Atmosféricas, IAG-USP, São Paulo – SP.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

**RESUMO** - Este trabalho verifica as mudanças ocorridas em alguns fluxos de superfície e na precipitação, decorrentes da mudança do uso do solo na floresta de transição entre os estados do Mato Grosso e Pará. Este bioma tem sido um dos mais afetados por atividades que impulsionam o desmatamento como, por exemplo, a pecuária e a agricultura. Este estudo utilizou o modelo BRAMS para o qual, com base em mapas de desmatamento, três cenários foram construídos: 1) floresta tropical e corpos d'água; 2) floresta tropical, corpos d'água e pastagem e; 3) cultura do tipo C3 em substituição à pastagem. Os resultados mostraram que sobre a pastagem o ambiente ficou mais quente e seco em relação à floresta do que sobre a cultura. Os padrões do saldo de radiação e da irradiância solar em superfície apontam para um maior controle dos parâmetros biofísicos do que pela energia solar.

A análise do balanço de vortacidade indicou que os termos de divergência e inclinação favoreceram o movimento ascendente sobre a região perturbada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desmatamento, Modelagem Numérica, BRAMS.

## **THE IMPACT OF DEFORESTATION AND ANALYSIS FOR CONSERVATION VORTICITY EQUATION OVER TRANSITIONAL AREAS BETWEEN CERRADO AND AMAZÔNIA**

**ABSTRACT** This work verifies the changes occurred in some surface fluxes and precipitation due to land use changes on the transitional forest between the states of Mato Grosso and Pará. This biome has been one of the most affected by activities that boost the deforestation, for example, cattle breeding and agriculture. The study uses BRAMS model, for which, based in maps of deforestation, three scenarios were built up: 1) rain forest and water bodies; 2) rain forest, water bodies and pasture, and; 3) some kind of plantation instead of pasture. The results showed that the atmosphere over the pasture is hotter and drier than over the plantations when both are compared to the rain forest. The net and solar (shortwave) radiation at surface are more controlled by biophysics vegetation parameters than by solar energy.

The equation for conservation of vorticity indicates the divergence and inclination terms favor updrafts over the perturbed region.

**KEYWORDS:** Deforestation, Numerical Modeling, BRAMS

## INTRODUÇÃO

Devido aos fluxos de energia e água, as florestas tropicais têm grande importância para o clima regional e global. Aproximadamente 50% das florestas tropicais encontram-se na Amazônia. A extensão total aproximada da floresta Amazônica é de 5,5 milhões de km<sup>2</sup> e cerca de 80% de sua área ainda é coberta por florestas. Porém, desde o início dos anos 90, o desmatamento na Amazônia tem se mantido a uma taxa de 17 mil km<sup>2</sup>/ano. Entre as principais atividades que impulsionam o desmatamento na Amazônia estão a pecuária e a agricultura.

Atualmente, embora a cultura da soja se encontre disseminada por vários estados brasileiros, a maior parte da produção se concentra nas regiões Centro-Oeste e Sul, que conjuntamente, responderam por mais de 82% dos quase 50 milhões de toneladas produzidas na safra 2003/04. Há elementos que apontam para o fato de que a soja desloca a pecuária para novas áreas causando um desmatamento adicional. Isso pode ser observado pelo fenômeno da redução do rebanho bovino nos principais municípios produtores de soja, acompanhado por um aumento do rebanho nas regiões limítrofes (Grupo de trabalho de florestas, 2004). No Estado do Mato Grosso, há indícios que o prazo de aproximadamente 5 anos entre desmatamento e mecanização - estimado pela maior parte dos observadores - esteja se reduzindo para aproximadamente 2-3 anos. (Grupo de trabalho de florestas, 2004)

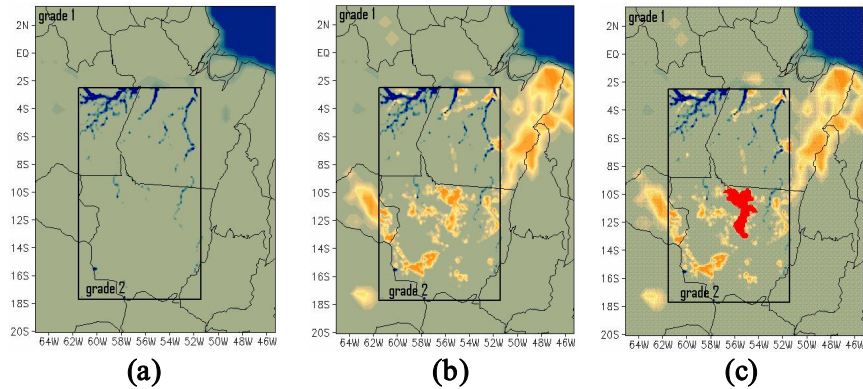
Vários estudos através do uso de modelos numéricos de circulação geral têm avaliado o impacto da substituição total da floresta amazônica por pastagem (por exemplo, Nobre et al., 1991; Manzi e Planton, 1996; entre outros). De uma forma geral, os resultados apontam para o aumento da temperatura da superfície do ar e diminuição da precipitação e evapotranspiração sobre a região. Entretanto, estudos numéricos regionais (Silva Dias et al., 2002; Gandu et al., 2004) apontam para resultados diferentes e sugerem que o desmatamento dessa região não provoca uma diminuição generalizada na precipitação. De uma forma geral, os resultados mostram que, em simulações de mais alta resolução, a topografia, o litoral e sistemas de grandes rios têm um importante papel nos padrões anômalos de precipitação, ventos e energia na simulação de desmatamento na região leste da Amazônia.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é observar a diferença dos fluxos de superfície e da precipitação sobre uma mesma área coberta por diferentes tipos de vegetação através da modelagem numérica da atmosfera.

## MATERIAL E METODOS

Este trabalho utilizou o modelo atmosférico BRAMS. O BRAMS é a versão brasileira do *Regional Atmospheric Modeling System* (RAMS, Pielke et al., 1992, Cotton et al., 2003), desenvolvido inicialmente pela Universidade do Estado do Colorado – EUA e pela MRC/\*ASTER.

Com o objetivo de se representar a ocupação do solo na região de estudo de forma real, criou-se arquivos de ocupação do solo com base no trabalho de Soares Filho et al. (2005). As simulações utilizaram três cenários, chamados de Desmatamento (DSM), Cultura (CUL) e Controle (CTL). A resolução da informação é de 1 km<sup>2</sup>, e as classes de vegetação discriminadas em corpos d'água, floresta, desmatamento e regeneração. Por simplicidade, a classe de floresta englobou também a classe de regeneração daqueles autores. Com isso, com exceção dos corpos d'água, todo o domínio de estudo foi coberto por floresta tropical no cenário Controle (Figura 1). No cenário Desmatamento, prescreveu-se um cenário baseado no ano de 2009 para o caso convencional, (Figura 1b). Tendo em vista o período de cinco anos entre desmatamento e mecanização, prescreveu-se o cenário Cultura baseado no ano 2004 com a evolução do desmatamento até o ano de 2009, (Figura 1c), também para o caso convencional.



*Figura 1 – Cenário Controle (a), Desmatado (b) e Cultura (c). As coberturas corpos d’água, floresta e pastagem/cultura correspondem respectivamente a azul, verde e laranja/vermelho.*

O ajuste dos parâmetros do tipo de vegetação utilizados no sub-modelo (LEAF-3), com exceção da cultura, foram alterados para valores obtidos de trabalhos científicos decorrentes de projetos internacionais como LBA e ABRACOS. Os valores para cultura fornecidos pelo modelo não foram alterados.

A equação empregada para examinar o balaço de vorticidade em coordenadas cartesianas foi calculada através de um script em Fortran. De tal maneira que, se os termos forem negativos, o termo de tendência de vorticidade também é negativo, ou seja, tendência de vorticidade ciclônica. O modelo BRAMS foi configurado com duas grades aninhadas centradas em 9°S - 56.65°W. A grade 1 com 40 pontos (E-W) e 50 pontos (N – S), com resolução de 64 km, e a grade 2 com 70 pontos (E-W) e 106 (N-S) com resolução de 16 km. Para as condições iniciais e de fronteira foram utilizados campos meteorológicos obtidos das reanálises do NCEP-NCAR (*National Centers for Environmental Prediction*), com 2,5° de resolução espacial e 6 h de resolução temporal. A simulação foi feita para o período de 01 a 31 de março de 2005. Os primeiros dez dias foram descartados para prover um período de equilíbrio para a umidade do solo. Alguns dos resultados mais importantes serão apresentados abaixo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período estudado houve uma mudança significativa na distribuição horizontal da precipitação acumulada, sendo a maior variação próxima à latitude de 12°S e longitude de 56°W, Figura 2a e 2b.

O alto albedo da pastagem e da cultura, comparada à floresta, tende a absorver uma menor quantidade de energia na superfície, fazendo com que saldo de radiação apresente um decréscimo nas áreas perturbadas (Figura 2c e 2d).

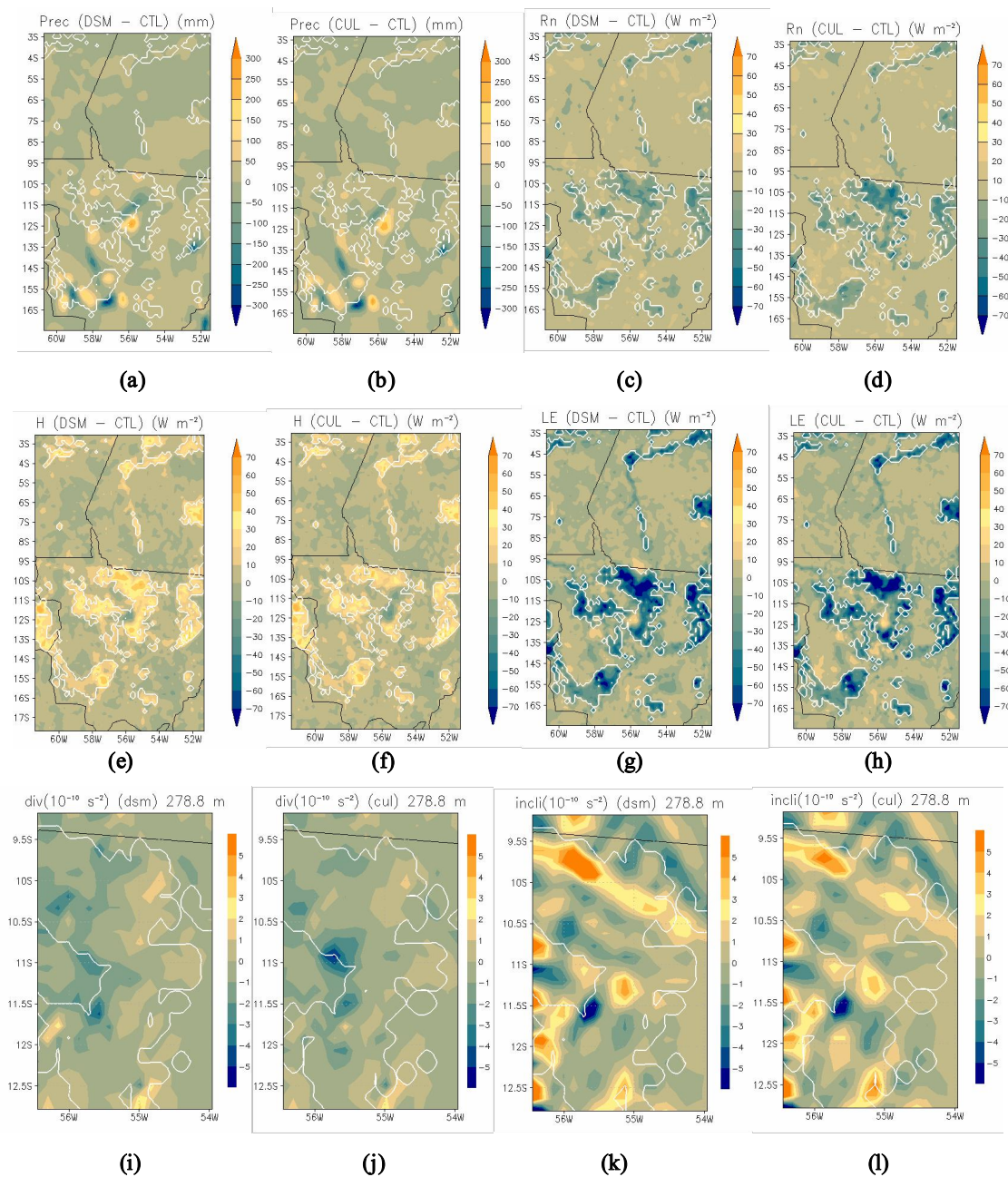
O aquecimento sobre a região desflorestada é resultado da redução na evapotranspiração e na redução do comprimento de rugosidade, uma vez que a rugosidade da superfície tem papel fundamental na modulação dos fluxos turbulentos de calor e umidade entre o solo e a atmosfera. A redução do comprimento de rugosidade (variando de 2,3 a 0,04 na pastagem) reduziu a eficiência da transferência turbulenta de energia na superfície; desse modo, um valor mais alto de temperatura é necessário para remover o excesso de energia da superfície. Além disso, o menor índice de área foliar e a reduzida capacidade de armazenar umidade do solo na pastagem e na cultura em relação à floresta têm o efeito de reduzir a taxa de transpiração.

No interior da região perturbada, entre as latitudes 9°S,13°S e longitudes 57°W,55°W, houve um aumento de 33%(14%) no fluxo de calor sensível (Figura 2e e 2f) para o cenário DSM (CUL). O ambiente também se mostrou mais seco em relação à floresta, Figura 2g e 2h. Entre

as latitudes 9°S,13°S e longitudes 57°W,55°W houve uma diminuição de 28%(28%) no fluxo de calor latente para o cenário DSM (CUL).

Na Figura 2i e 2j encontra-se a média do termo de divergência no nível de 278.8 metros. Nota-se que no cenário desmatado próximo a 11.6°S/56.5°W há convergência (Figura 2i), divergência negativa, enquanto que no cenário cultura (Figura 2j) além desse núcleo há outro em 11°S/56.5°W.

A Figura 2k e 2l mostra a média do termo de Inclinação no nível de 278.8 metros. Nota-se um sinal negativo bastante intenso próximo a 11.6°S/56.5°W nos dois cenários.



*Figura 2 – Diferença [DSM (CUL)–CTL] para a Precipitação acumulada (mm) (a e b), Saldo de Radiação (c e d), Fluxo de Calor Sensível (e e f), Fluxo de Calor Latente ( $Wm^{-2}$ ) (g e h) no período. Média do termo de Divergência (i-desmatado e j-cultura) e do termo de inclinação ( $10^{10} s^{-2}$ ) (k-desmatado e l-cultura) para o período.*

## CONCLUSÕES

Neste trabalho foram utilizados três cenários: o primeiro cenário era todo coberto por floresta tropical e corpos d'água; o segundo foi gerado por modelos empíricos de desmatamento, para o ano de 2009, numa situação sem governância; no terceiro, foi prescrito um cenário onde certa cultura foi plantada em determinada região no lugar do desmatamento.

Os resultados mostram que houve uma mudança significativa no padrão de chuva na região, com um aumento localizado, principalmente, próximo à  $12^{\circ}S / 56^{\circ}W$  em relação ao cenário controle. De maneira geral, os resultados mostram que houve uma mudança nos padrões dos fluxos de superfície em resposta aos parâmetros biofísicos da vegetação. Sobre a pastagem o ambiente se mostrou mais quente e seco (em resposta, principalmente, aos fluxos de calor sensível e latente), em relação à floresta, do que sobre a cultura.

A análise do balanço de vortacidade indicou que, na região onde houve aumento da precipitação, os termos de divergência e de inclinação favoreceram o movimento ciclônico em baixos níveis. Isso sugere maior chance de movimento ascendente na região.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro obtido para este trabalho (Processos: 05/57770-6 – Bolsa de Mestrado do Primeiro autor – e 02/09289-9 – Projeto Temático “Interação Biosfera-Atmosfera Fase 2: Cerrados e Mudanças de Uso da Terra”).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cotton, W. R., Pielke Sr., R. A., Walko, R. L., Liston, G. E., Tremback, C. J., Jiang, H., Mcanelly, R. L., Harrington, J. Y., Nicholls, M. E., Carrion, G. G. and Mcfadden, J. P., 2003: RAMS 2001: Current status and future directions. *Meteor. Atmos. Phys.*, 82, 5-29.
- Gandu, A. W. ; Cohen, J. C. P. ; Souza, J. R. S., 2004: Simulation of deforestation in eastern Amazonia using a high-resolution model. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 78(1-3), 123-135.
- Grupo de Trabalho de Florestas, 2004. Fórum Brasileiro de Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. 79pp.
- Manzi, O. and Planton, S., 1996: Calibration of a GCM using ABRACOS and ARME data and simulation of Amazonian deforestation. In Amazonian deforestation and climate, Gash, J.H.C., Nobre, C.A., Roberts, J.M. e Victoria, R.L. (eds.) John Wiley and Sons, 1st ed, p505-530.
- Nobre, C.A.; Sellers, P. and Shukla, J., 1991: Regional climate change and amazonian deforestation model. *Journal of Climate*, 4, n.10, 957-988.
- Pielke, R. A., Cotton, W. R., Walko, L. R., Tremback, C. J., Lyons, W. A., Grasso, L. D., Nicholls, M. E., Moran, M. D., Wesley, D. A., Lee, T. J. and Copeland, J. H., 1992: A comprehensive meteorological modeling system – RAMS. *Meteorol. Atmos. Phys.*, 49, 69-91.
- Silva Dias, M.A.F. , Rutledge, S., Kabat, Silva Dias, P. L., Nobre, C. A., Fisch, G., Dolman, A. J., Zipser, E., Garstang, M, Manzi, A., Fuentes, J. D., Rocha, H., Marengo, J., Plana-Fattori, A., Sá, L., Alvalá, R., Andreae, M. O., Artaxo, P., Gielow, R., e Gatti, L., 2002: Cloud and rain processes in a biosphere atmosphere interaction context in the Amazon Region. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*, LBA special issue, v. 107, n. D20, p. 39-1-39-18.
- Soares-Filho, Britaldo Silveira. Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estud. av.*, Ago 2005, vol.19, no.54, p.137-152.