

## **Relatório Final de Atividades**

**Geração de um mapa de classificação de solos para a utilização em modelos atmosféricos e hidrológicos.**

**Bolsista: Júlio Cezar Ferreira**

**Orientador: Javier Tomasella**

**CPTEC / INPE**

**2009**

## **DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

**Nome:** Júlio Cezar Ferreira

**Local de Trabalho:** CPTEC / INPE

**Título do projeto:** Geração de um mapa de classificação de solos para a utilização em modelos atmosféricos e hidrológicos.

**Tipo de bolsa:** Bolsa ITI-1A

**Período:** Agosto/ 2008 – Julho/ 2009

## Sumário

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO .....	I
SUMÁRIO .....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	1
3. CLIMATOLOGIA.....	1
4. ESCOLHA DOS EVENTOS .....	2
5. RESULTADOS OBTIDOS .....	2
5.1 Climatologia da umidade do Solo na América do Sul .....	2
5.2 Experimentos com o Modelo Eta.....	7
6. CONCLUSÕES.....	18
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## **1. Introdução**

Saber sobre a disponibilidade de água no solo é uma informação importante para estimar, por exemplo, os efeitos das secas sobre a queda do rendimento agrícola, o planejamento das suas atividades definindo melhor as datas de plantio, necessidade de irrigação, produtividade agrícola e eleição do tipo de cultura mais adequada ao clima regional, etc.

O conhecimento da disponibilidade hídrica é de particular importância nas regiões agrícolas onde a variabilidade interanual e sazonal das chuvas tem forte impacto. Da mesma forma, o excesso de umidade do solo durante a ocorrência de enchentes também provoca quedas na produtividade. Apesar da importância da informação sobre disponibilidade hídrica, não existem medições regulares e contínuas no tempo e espaço desse parâmetro.

Nesta nova etapa foram realizadas as análises dos impactos que a nova parametrização de solos possui sobre a climatologia do conteúdo de umidade do solo sobre a América do Sul.

Para isto foram analisados os resultados obtidos das simulações realizadas com o Modelo Simples de Água no Solo do CPTEC.

Também foram analisados os impactos na simulação numérica de tempo, através de análises de resultados de simulações atmosféricas utilizando o modelo regional ETA. Foram analisados os campos relacionados com o ciclo hidrológico, suas mudanças e as melhoras induzidas nas simulações da precipitação na região

## **2. Objetivo**

Avaliar os impactos na representação da umidade do solo sobre América do Sul utilizando o novo mapa de solos gerado.

Avaliar os impactos das condições iniciais de umidade do solo geradas na previsão de tempo utilizando um modelo atmosférico.

## **3. METODOLOGIA**

Este trabalho foi desenvolvido no marco do Projeto MUSA (Monitoramento de Umidade do Solo no sudeste da América do sul) implementado no CPTEC / INPE. O

objetivo do projeto MUSA é o desenvolvimento de parametrizações de solos na região do Mercosul para uso em modelos atmosféricos regionais.

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram estudados os impactos da utilização destas parametrizações na simulação numérica de tempo. Também foram desenvolvidas ferramentas de visualização que permitiram a disponibilidade das informações geradas através da Internet.

A nova parametrização de solos foi utilizada no Modelo Simples de Água no Solo do CPTEC / INPE para simular as condições de umidade no solo sobre a região. Com as informações sobre a classificação e os parâmetros característicos dos solos do projeto MUSA junto com os campos de umidade no solo simulados foram feitos experimentos com o Modelo Eta na região da Serra do Mar / SP.

Atualmente o modelo Regional ETA disponível no CPTEC / INPE, pode ser executado utilizando resoluções mais baixas, de 40 km, e outras de alta definição, de 5 ou 2 km. Isto leva a necessidade de obter uma distribuição das características dos solos mais detalhada que a de 1º latitude-longitude atualmente utilizada.

#### **4. Escolha do Evento para a Simulação Atmosférica**

O Evento geofísico escolhido foi uma tempestade que ocorreu no dia 16 de Dezembro de 2006 por causa do desenvolvimento de um Complexo Convectivo de Mesoescala associado à passagem de uma frente fria. Os experimentos começaram em 16 de dezembro as 00 UTC e terminaram em 20 de dezembro às 23UTC e foi corrido para 96 horas.

#### **5. RESULTADOS OBTIDOS**

## 5.1 Climatologia da umidade do Solo na América do Sul

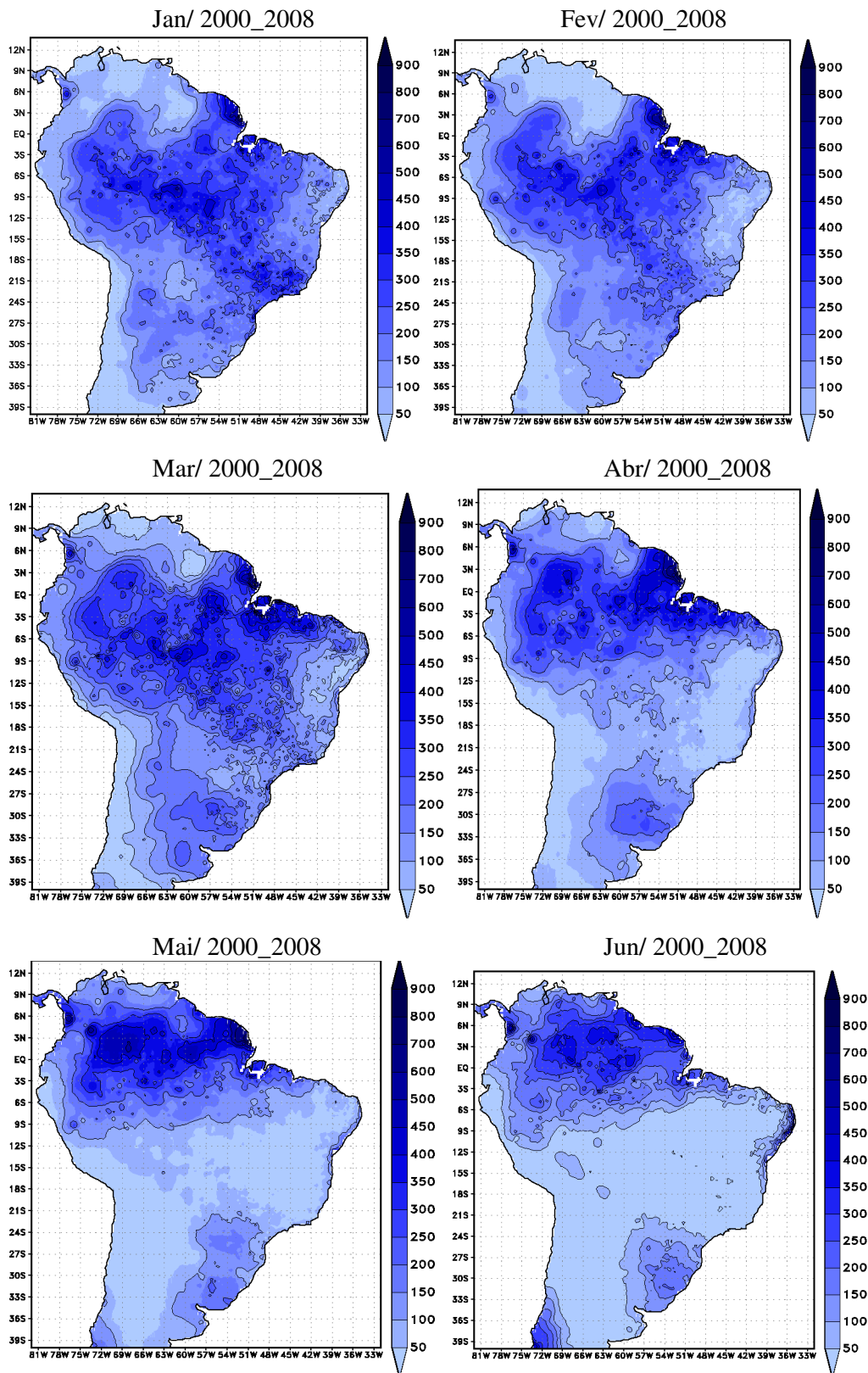


Figura 1: Regime pluviométrico climatológico da América do Sul no período de 2000-2008

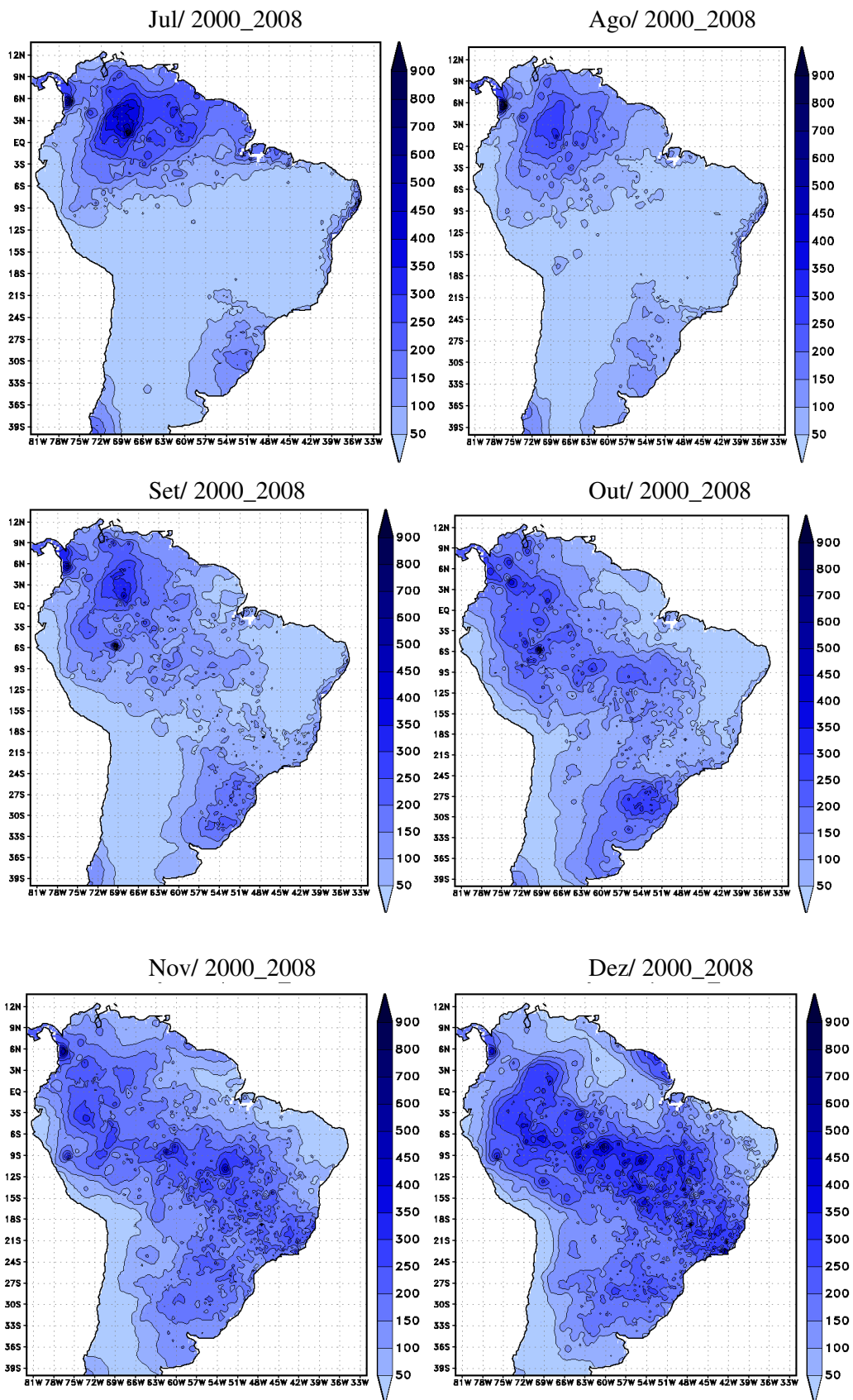
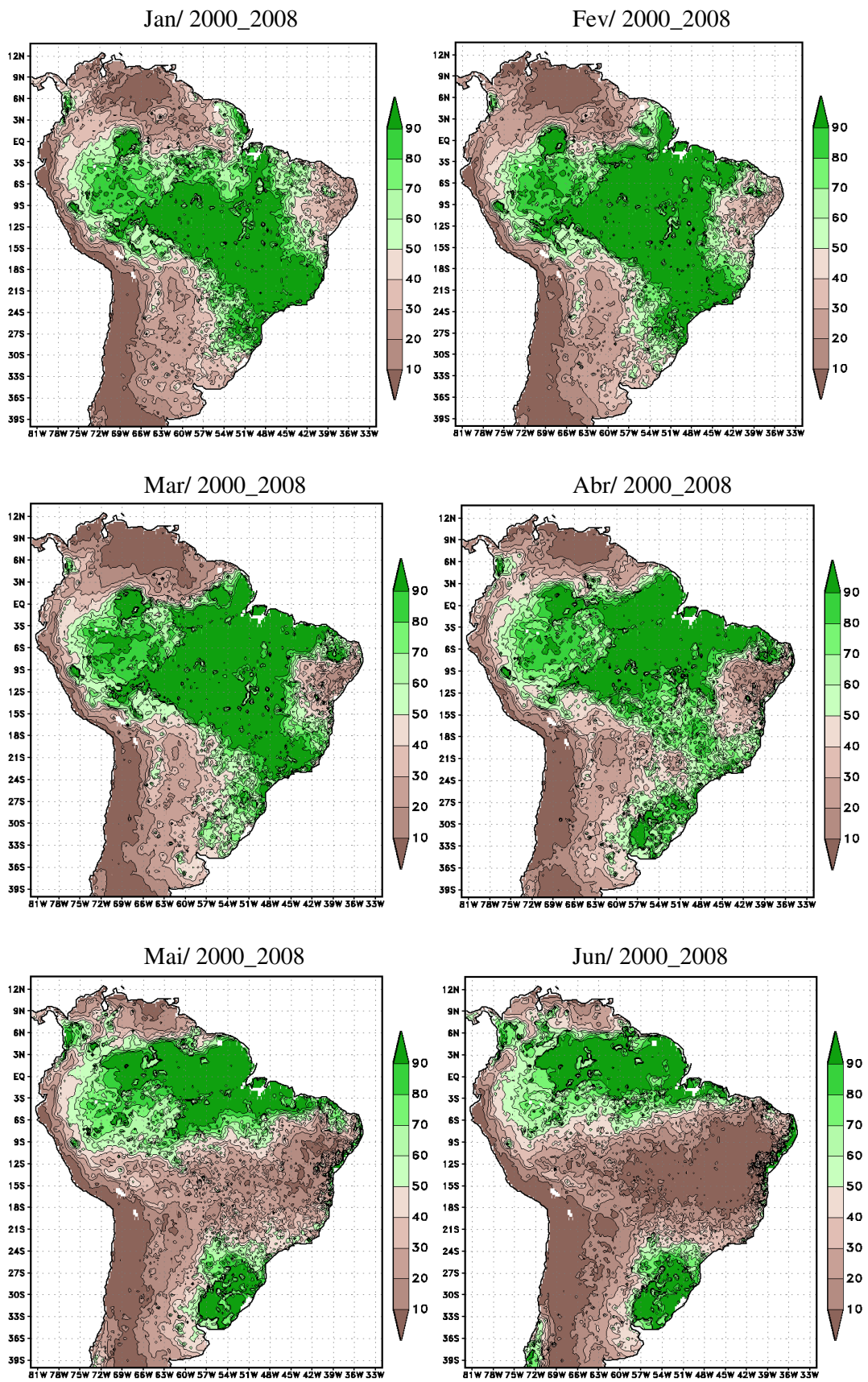


Figura 1 continuação: Regime pluviométrico climatológico da América do Sul no período de 2000-2008.



**Figura 2:** Conteúdo de água disponível no solo da América do Sul no período de 2000-2008.



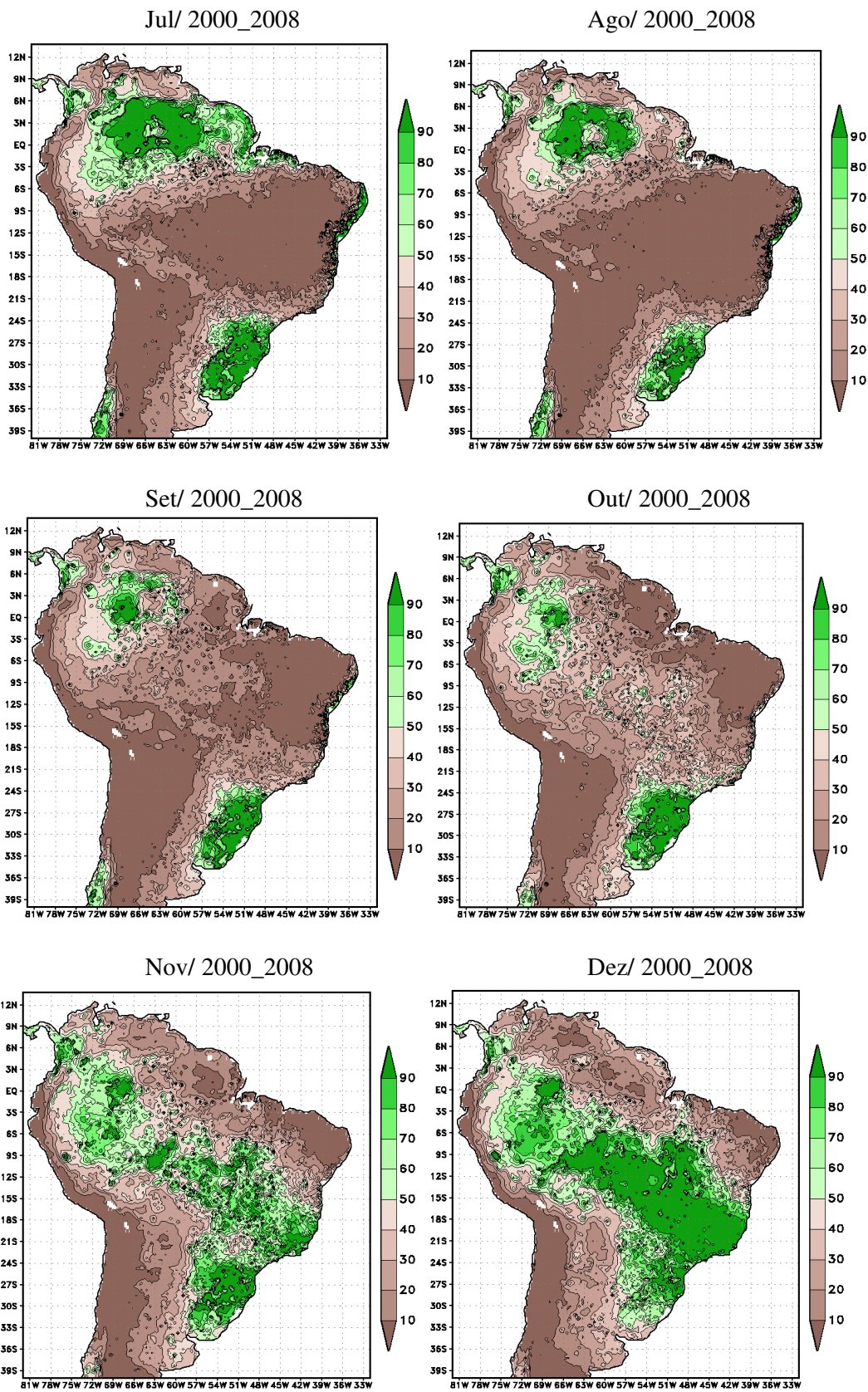


Figura 2 continuação: Conteúdo de água disponível no solo da América do Sul no período de 2000-2008.

Região Norte: Avaliando o regime pluviométrico climatológico da América do Sul no período de 2000-2008, observa-se que de janeiro a abril ocorreu um aumento dos índices em quase toda a região. De maio em diante estes índices foram diminuindo e, em agosto, houve áreas com baixo valor de precipitação. Em setembro, houve um aumento da precipitação em toda a região, persistindo até dezembro. A precipitação é intensa em grande parte da região Norte durante o verão. Durante a estação de inverno, tem-se somente o extremo norte da região com altos índices de precipitação.

O valor mensal do conteúdo de água disponível é máximo de maio até julho e mínima entre os meses de julho e dezembro

Região Leste: Pela climatologia média mensal da precipitação observa-se que de janeiro a abril toda a região apresentou índices de precipitação baixos. Em maio, o índice pluviométrico diminuiu, apresentando grandes áreas com precipitações variando entre 1 e 50 mm. Permanecendo assim até novembro em quase toda a região. Em dezembro, a precipitação variou um pouco e teve um leve aumento.

O pico máximo do conteúdo de água disponível no solo é observado entre os meses de março e abril. A partir do mês de maio até janeiro este valor diminui, mostrando valores menores que 10% nos meses de julho e agosto.

Região Centro-Oeste: De janeiro a março, a média climatológica da precipitação variou muito. A partir de abril, a precipitação diminuiu e, de junho a agosto, foi registrada a menor quantidade de chuva. De setembro a dezembro observa-se um aumento da média climatológica da precipitação.

O pico máximo do conteúdo de água disponível no solo ocorreu entre os meses de janeiro e março. E entre os meses de abril e novembro observa-se uma baixa percentagem de água disponível no solo

Região Sudeste: De janeiro a março quase toda a região apresentou índices de precipitação variando entre 100 e 150 mm. A partir de abril a precipitação começou a diminuir e em maio a setembro, uma diminuição ainda maior é observada. De outubro a dezembro, as chuvas aumentam com precipitação entre 100 e 150 mm.

O conteúdo de água disponível no solo é mínimo entre os meses de abril e setembro. Valores máximos são encontrados entre os meses de novembro e março

Região Sul: na região Sul nos meses de janeiro a maio os maiores índices pluviométricos não são superiores a 200 mm. De março até agosto são registrados os menores índices de 0 a 100 mm. De setembro a dezembro a precipitação aumenta um pouco ficando entre 50 mm e 150 mm.

Observa-se que toda região sofre falta de reserva hídrica com pico máximo de conteúdo de água disponível no solo de 50%.

## **5.2. Experimentos com o Modelo Eta**

Foram realizados experimentos com o intuito de avaliar a resposta do novo mapa dos solos e da utilização das novas condições de umidade do solo. O impacto

dessas mudanças também foi avaliado usando distintas resoluções espaciais nas execuções do modelo. No modelo ETA o experimento de controle (CTRL) e no experimento (AYS) foram executado em uma grade de 20 km. As condições de contorno foram atualizadas de duas formas, a primeira com as previsões do modelo do CPTEC (previsão) e a segunda por análise a cada 6 horas sobre o modelo do CPTEC (simulação). No experimento AYS o modelo ETA é executado com o novo mapa de solo elaborado e alimentando inicialmente com as condições de umidade do solo a partir do modelo de balanço hídrico. Assim como acontece com o CTRL utilizando as condições de prognósticos e da simulação do modelo Global do CPTEC. No primeiro experimento o mapa de solo original do modelo foi substituído pelo novo mapa desenvolvido no projeto MUSA, mas mantiveram-se as condições iniciais de umidade do solo do modelo global CPTEC. Já no segundo experimento permaneceu o mapa de solo original, mas o modelo teve as condições iniciais de umidade do solo do modelo de balanço hídrico.

O experimento CTRL apresenta regiões com umidade disponível no solo (Figura 3) mais regular por causa da baixa resolução do mapa de solo original, os valores apresentados mostram que os solos estão no limite de saturação. Os mapas correspondentes pelo experimento AYS por outro lado, apresentam campos muito mais uniformes com resultado da melhora na parametrização do solo. Esta distribuição de umidade disponível no solo irá afetar a distribuição dos fluxos de calor latente e sensível (Figuras 4 e 5).

Tanto na simulação de controle CTRL como no experimento AYS os menores fluxos de calor latente estão no Chile, norte da Argentina, costa do Peru e Equador e noroeste do Brasil. Estas regiões nos modelos são onde há pouca umidade disponível no solo. Na região central e leste da Argentina, Paraguai, Uruguai e sul do Brasil no experimento CTRL, possuem valores de umidade mais elevados que no experimento AYS e há um maior fluxo de calor latente. Uma vez que não há mais água no solo para evaporar o fluxo de calor sensível é maior no experimento AYS do que no experimento CTRL, porque este experimento está mais seco. Entre os experimentos executados em modo previsão e modo simulação não há muitas diferenças.

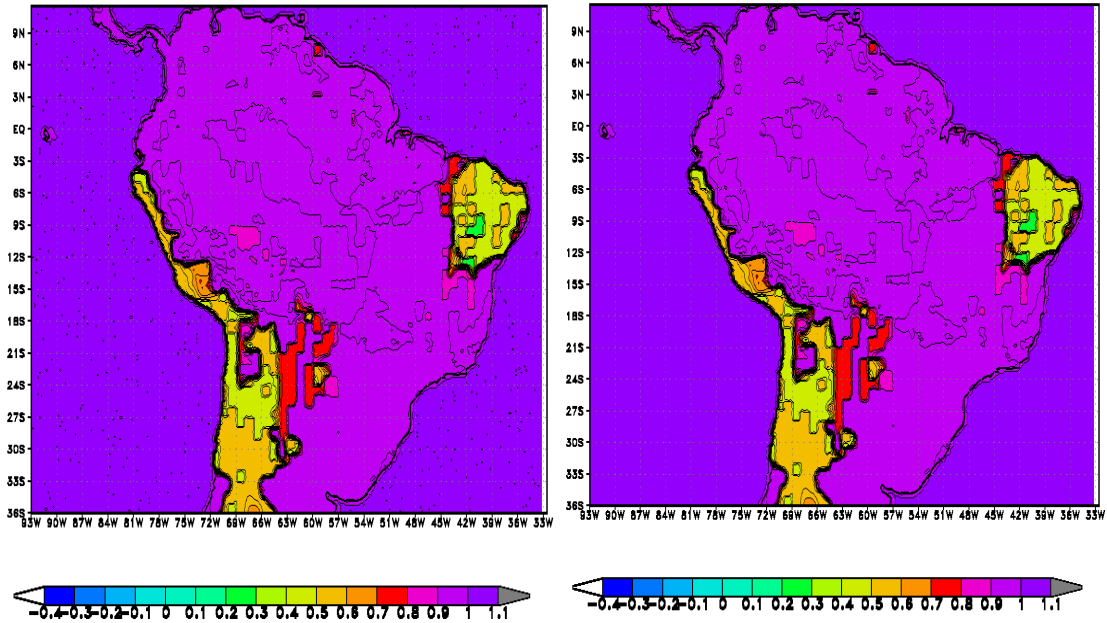
Com relação à precipitação (Figura 6) as simulações CTRL e AYS no modo previsão e simulação no dia 16 apresentam padrões e valores similares por causa das condições iniciais. Porém no dia 17 o experimento CTRL modo previsão é o que

apresenta valores um pouco maiores, já o experimento AYS modo previsão melhora consideravelmente a distribuição da precipitação. Observa-se que no experimento AYS as áreas onde não há precipitação no continente são maiores do que a apresentada no experimento CTRL.

## Experimentos com uma grade de 20 km

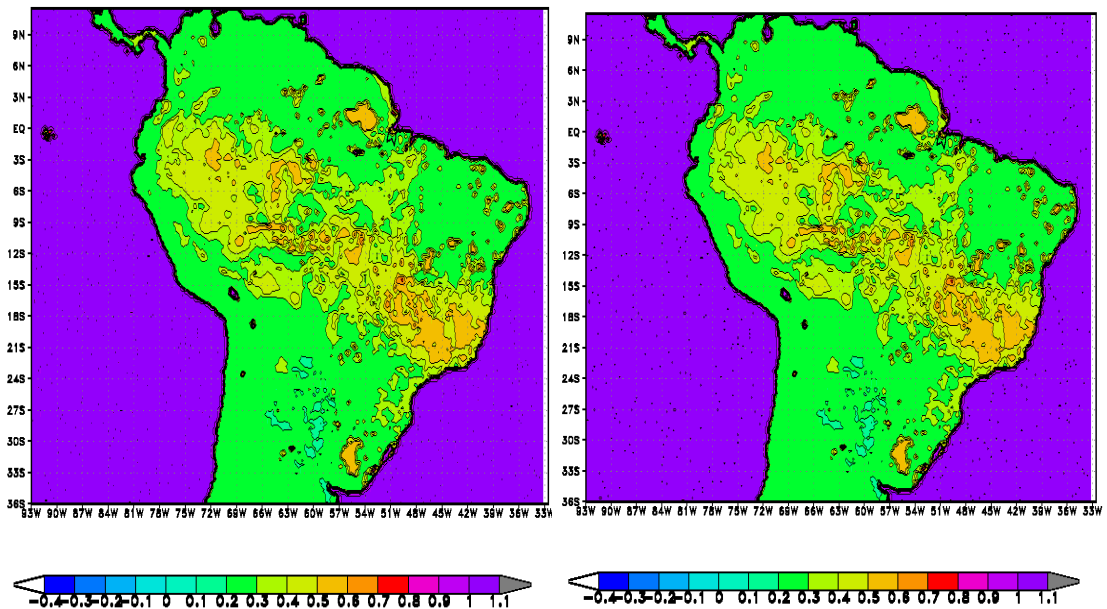
Smav\_oriF 16/12/06

Smav\_oriS 16/12/06



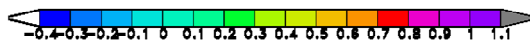
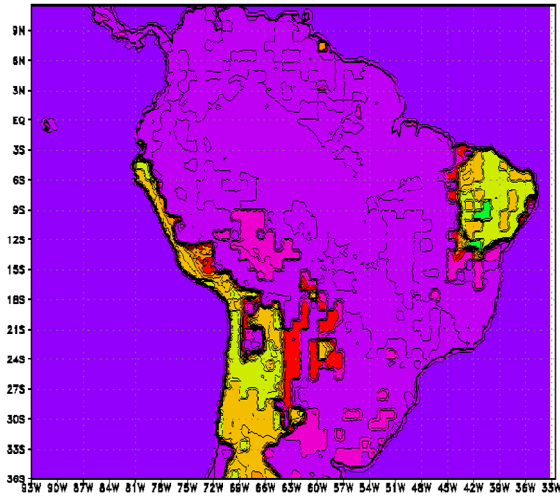
Smav\_aysF 16/12/06

Smav\_aysS 16/12/06

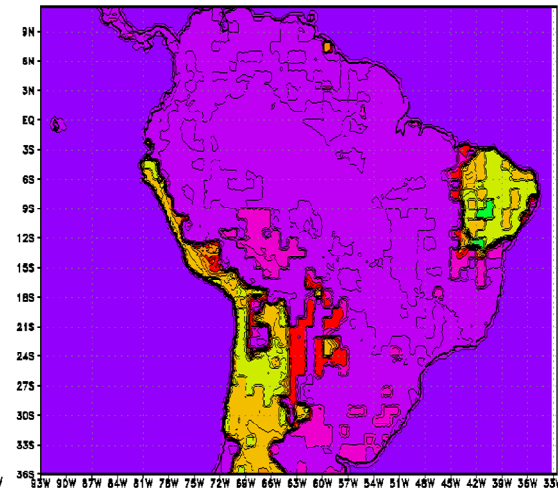


**Figura 3:** Umidade disponível no solo nos dias 16 e 17. As imagens superiores correspondem ao modelo CTRL, e a esquerda utilizando o modo previsão e da direita em modo simulação. As imagens inferiores são correspondentes ao experimento AYS.

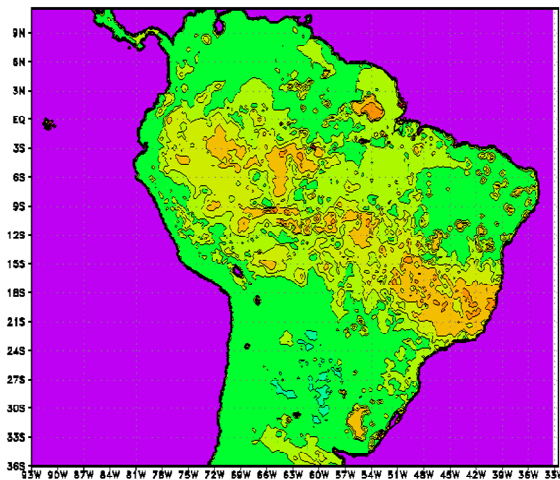
Smav\_oriF 17/12/06



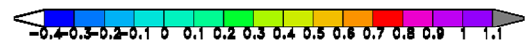
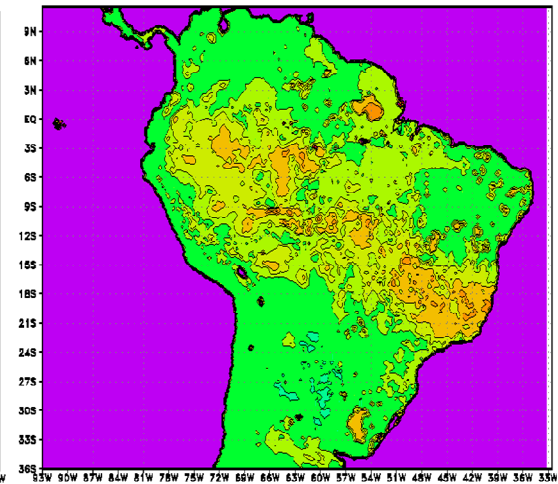
Smav\_oriS 17/12/06



Smav\_aysF 17/12/06

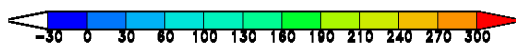
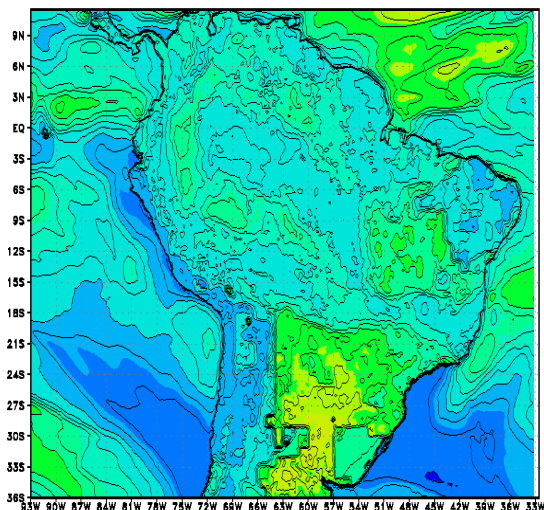


Smav\_aysS 17/12/06

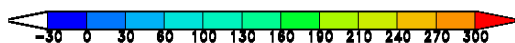
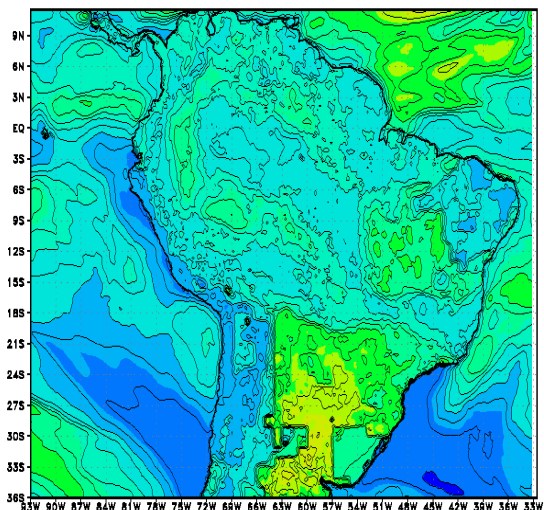


**Figura 3 continuação:** Umidade disponível no solo nos dias 16 e 17. As imagens superiores correspondem ao modelo CTRL, e a esquerda utilizando o modo previsão e da direita em modo simulação. As imagens inferiores são correspondentes ao experimento AYS.

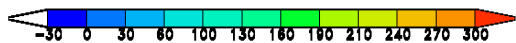
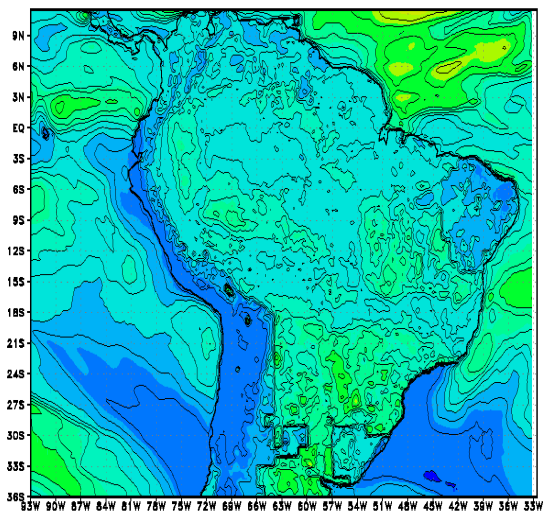
Clsf\_oriF 16/12/06



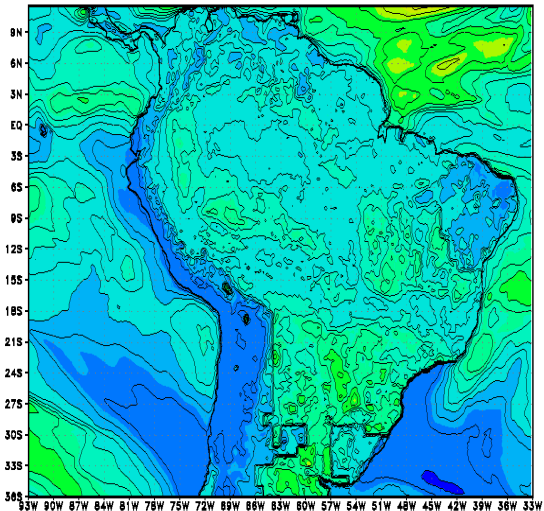
Clsf\_oriS 16/12/06



Clsf\_aysF 16/12/06

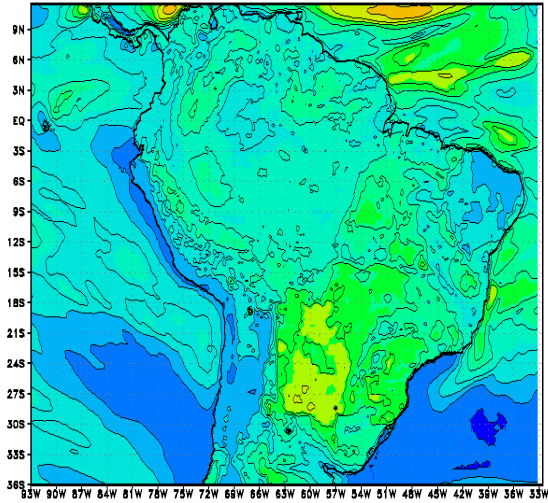


Clsf\_aysS 16/12/06

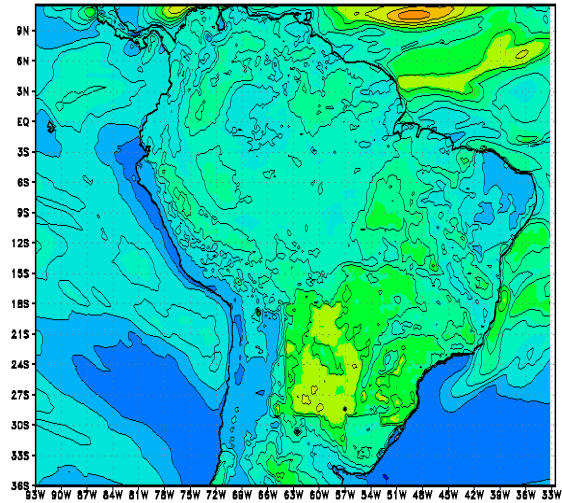


**Figura 4:** Fluxo de calor latente nos dias 16 e 17. Imagens superiores correspondentes ao modelo CTRL, à esquerda utilizando o modo previsão e a da direita em modo simulação. A imagem inferior idem a superior, mas para o experimento AYS. Unidades: Watt m<sup>-2</sup>.

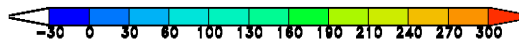
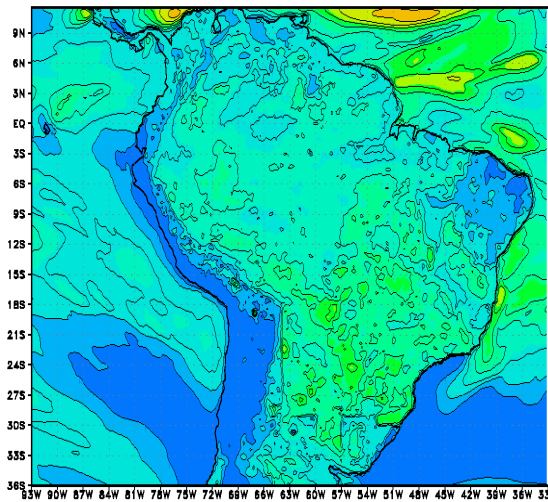
Clsf\_oriF 17/12/06



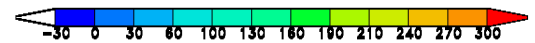
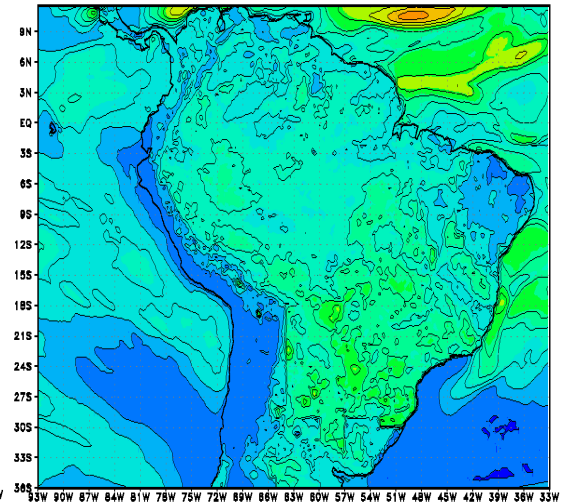
Clsf\_oriS 17/12/06



Clsf\_aysF 17/12/06



Clsf\_aysS 17/12/06

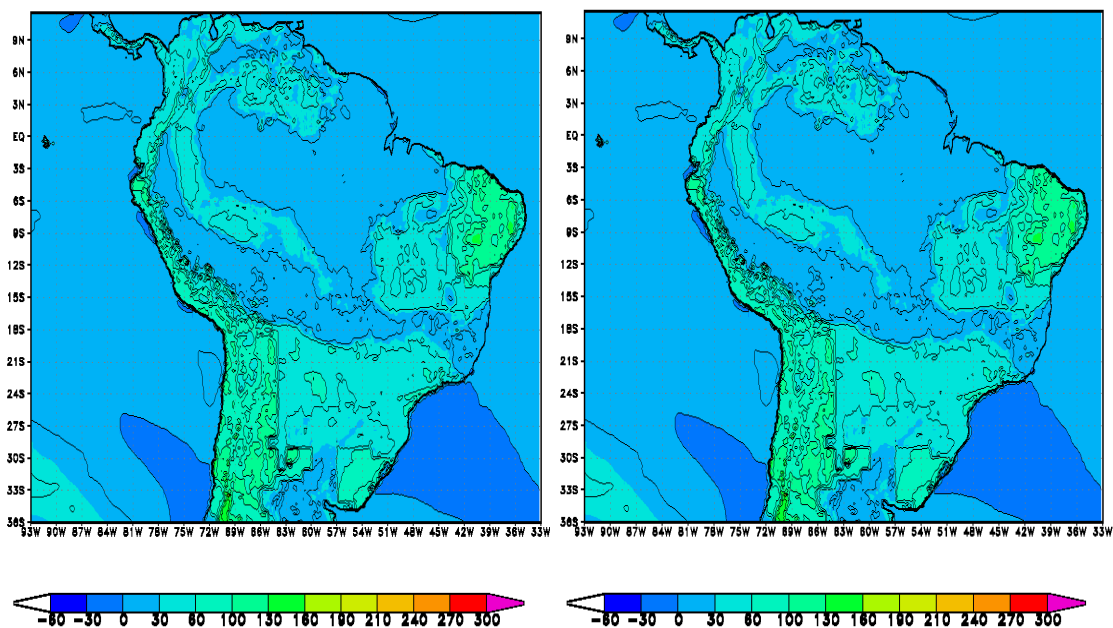


**Figura 4 continuação:** Fluxo de calor latente nos dias 16 e 17. Imagens superiores correspondentes ao modelo CTRL, à esquerda utilizando o modo previsão e a da direita em modo simulação. A imagem inferior idem a superior, mas para o experimento AYS. Unidades: Watt m<sup>-2</sup>.



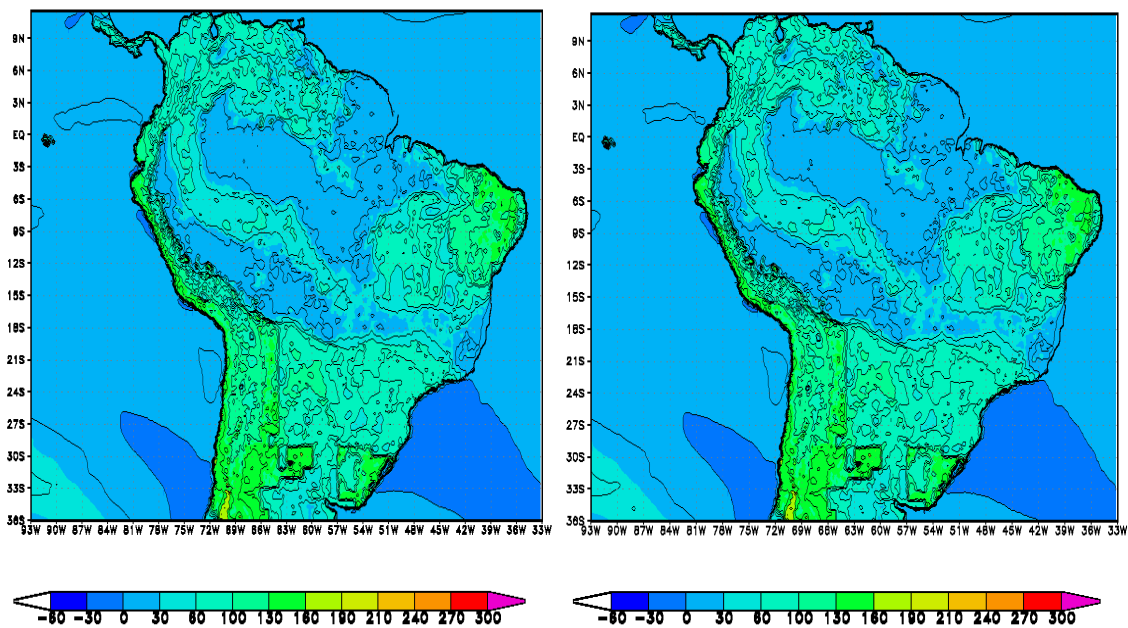
Cssf\_oriF 16/12/06

Cssf\_oriS 16/12/06



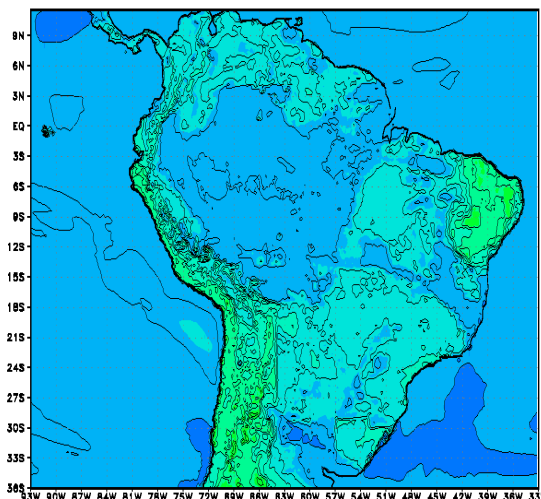
Cssf\_aysF 16/12/06

Cssf\_aysS 16/12/06

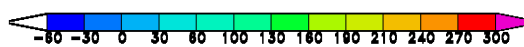
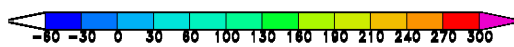
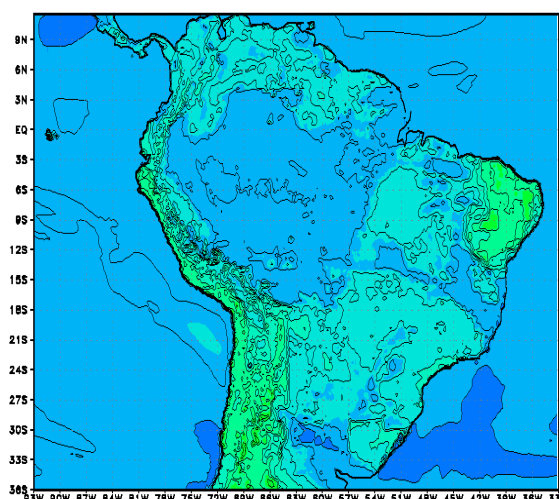


**Figura 5:** Fluxo de calor sensível nos dias 16 e 17. Imagens superiores correspondentes à simulação CTRL, a da esquerda utilizando o modo previsão e a direita em modo simulação. A imagem inferior idem a superior, mas para o experimento AYS. Unidades:  $\text{Watt m}^{-2}$ .

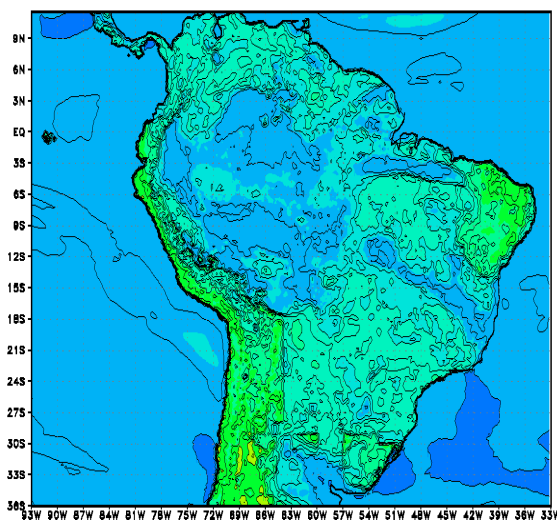
Cssf\_oriF 17/12/06



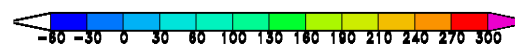
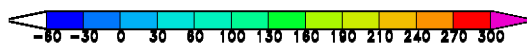
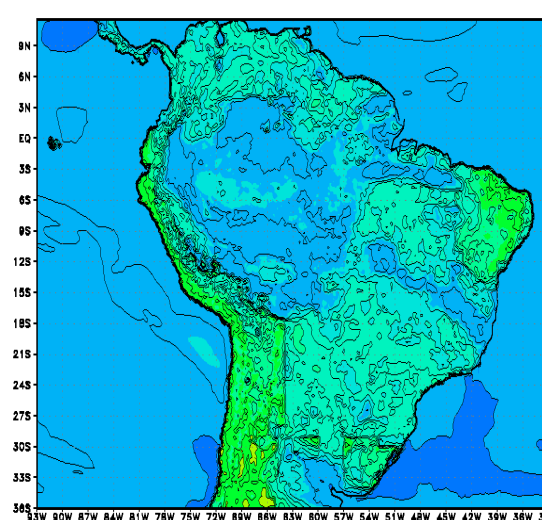
Cssf\_oriS 17/12/06



Cssf\_aysF 17/12/06

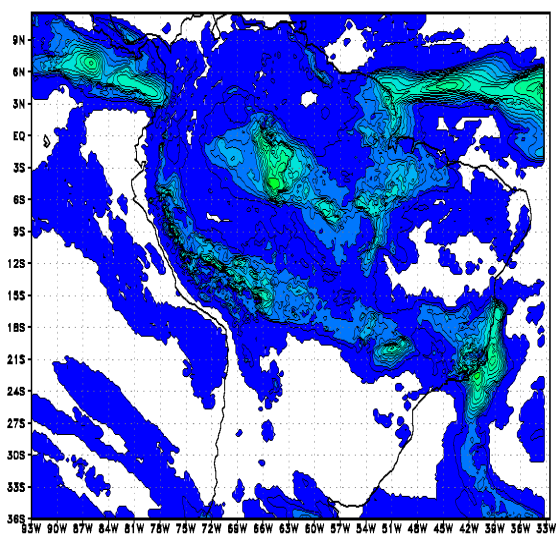


Cssf\_aysS 17/12/06

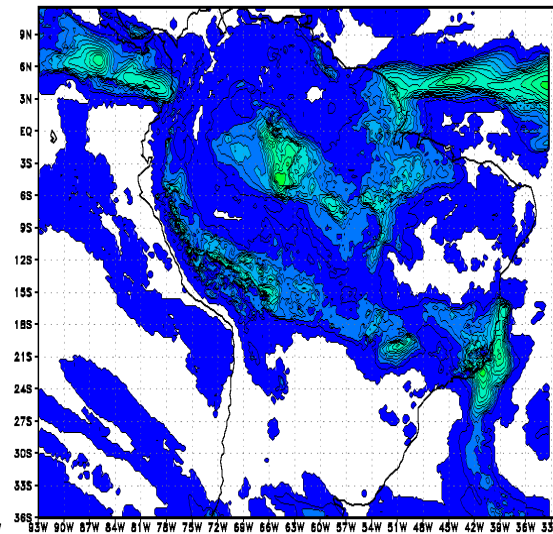


**Figura 5 continuação:** Fluxo de calor sensível nos dias 16 e 17. Imagens superiores correspondentes à simulação CTRL, a da esquerda utilizando o modo previsão e a direita em modo simulação. A imagem inferior idem a superior, mas para o experimento AYS. Unidades:  $\text{Watt m}^{-2}$ .

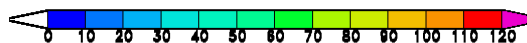
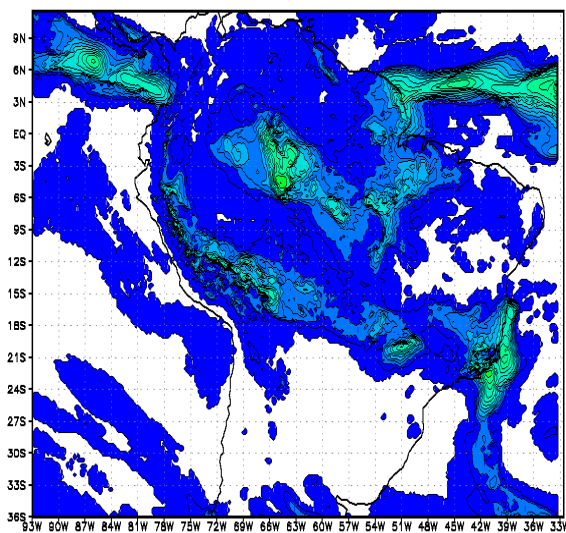
Prec\_oriF 16/12/06



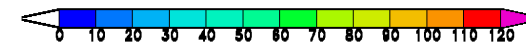
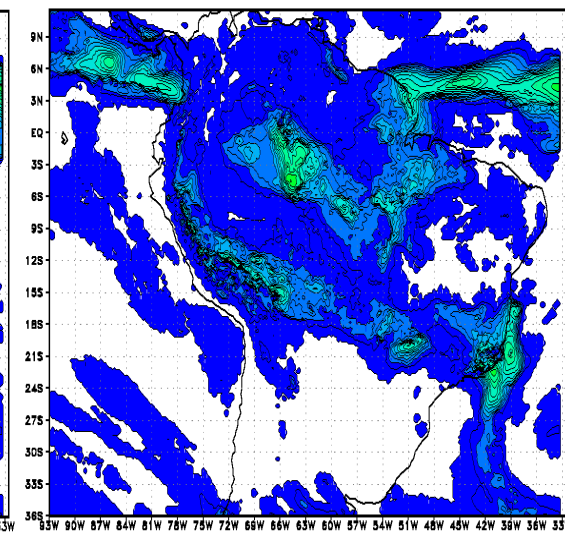
Prec\_oriS 16/12/06



Prec\_aysF 16/12/06



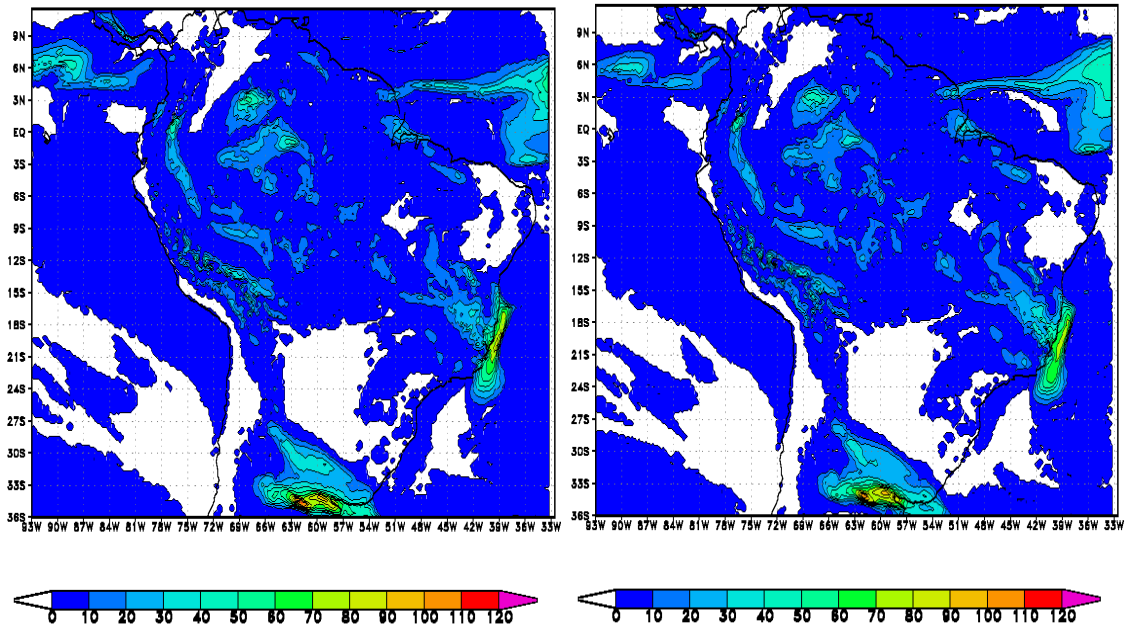
Prec\_aysS 16/12/06



**Figura 6:** Precipitação acumulada nos dias 16 e 17. Imagens superiores correspondentes ao experimento CTRL, a da esquerda utilizando o modo previsão e a da direita em modo simulação. As imagens inferiores são idênticas as superiores, mas para o experimento AYS. Unidades: mm.

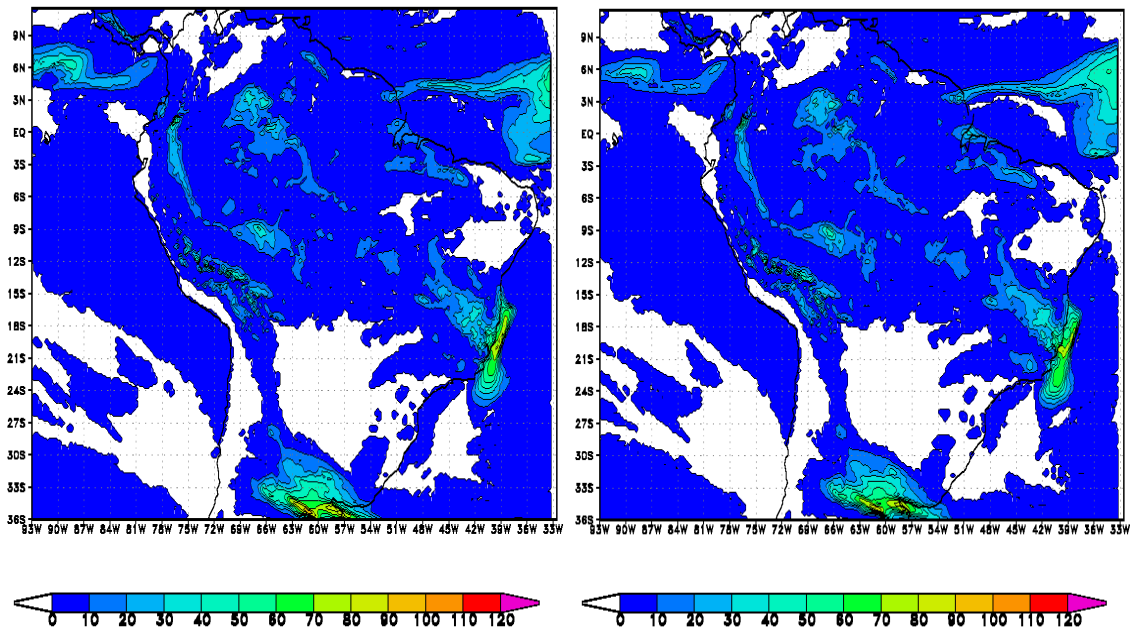
Prec\_oriF 17/12/06

Prec\_oriS 17/12/06



Prec\_aysF 17/12/06

Prec\_aysS 17/12/06



**Figura 6 continuação:** Precipitação acumulada nos dias 16 e 17. Imagens superiores correspondentes ao experimento CTRL, a da esquerda utilizando o modo previsão e a da direita em modo simulação. As imagens inferiores são idênticas as superiores, mas para o experimento AYS. Unidades: mm.

## 6. CONCLUSÕES

A climatologia de umidade do solo sobre América do Sul apresenta variações acordes com as das precipitações. A parametrização utilizada no modelo de água no solo, junto com a nova classificação de solos desenvolvida, gerou informações mais realísticas sobre a variabilidade da disponibilidade de água no solo na América do Sul.

Das experiências realizadas com o modelo ETA conclui-se que condições de umidade do solo mais realista junto com um mapa de solos mais representativo melhora a representação das máximas de precipitação e a distribuição espacial da mesma. A melhor representação quanto à intensidade, foi obtida com o experimento AYS. Onde o modelo ETA é executado com o novo mapa de solo elaborado e alimentando inicialmente com as condições de umidade do solo a partir do modelo de balanço hídrico.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avissar, R. 1992 "Conceptual aspects of a statistical-dynamical approach to represent landscape subgrid-scale heterogeneities in atmospheric models", *Journal of Geophysical Research*, v 97, n D3, 2729-2742.
- Clarke, R.H.; Dyer, A.J.; Brook, R.R.; Reid, D.G. e Troup, A.J. 1971 "The Wangara experiment: boundary layer data", *Dev. Meteorol. Phys. Tech. Pap. N 19*, CSIRO, Melbourne, p. 341.
- Collins, D. e Avissar, R. 1994 "An evaluation with the Fourier amplitude sensitivity test (FAST) of which land-surface parameters are of greatest importance for atmospheric modelling", *J. Climate*, 7, 681-703.
- FAO/UNESCO-Soil Map of the World (2000)  
[<http://www.lib.berkeley.edu/EART/fao.html>]
- Ookouchi, Y. Segal, M. Kessler, R.C. e Pielke, R.A. 1984 "Evaluation of soil moisture effects on the generation and modification of mesoscale circulations, *Mon. Weather Rev.*, 112, 2281-2292.
- Rossato, L., R.C.S. Alvala e J. Tomasella.: Variação espaço temporal da umidade do solo no Brasil: análise das condições medias para o período de 1971-1990. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 19, n. 2, 113-122, 2004.

Tomasella, J. ;M.G. Hodnett . Pedrotransfer Functions for tropical soils. In: Pachepsky Y.; Rawls, W.J.. (Org.). Developments in Soil Science: Pedotransfer Functions in Hydrology. Amsterdam: Elsevier, 2005, v. 30, p. 415-435.