

**BALANÇO HÍDRICO NA REGIÃO NORDESTE DURANTE EPISÓDIO ENSO 1982-1983**

**Ana Paula Gouveia, Regina Célia dos Santos Alvalá, Javier Tomasella**

Instituto Nacional de Pesquisas espaciais/Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (INPE/CPTEC) – Rodovia Presidente Dutra Km 39, Cachoeira paulista/SP.  
E-mails: [gouveia@cptec.inpe.br](mailto:gouveia@cptec.inpe.br), [regina@cptec.inpe.br](mailto:regina@cptec.inpe.br), [javier@cptec.inpe.br](mailto:javier@cptec.inpe.br)

**ABSTRACT**

In this work, a soil water balance for northeast region was developed, evaluating standards of temporal and space distribution during the episode El Niño 1982-1983, whose region is distinguished for presenting strong precipitation anomalies. The water balance is a function of the water availability, rainfall and potential evapotranspiration. The maximum soil water storage was derived from the field capacity and the wilting point using a pedo-transfer function (PTF). And the evapotranspiration was estimated using the Penman-Monteith method. The results had indicated that the ENSO impacts affect the soil moisture in the Northeast region.

**1-INTRODUÇÃO**

A Região Nordeste é caracterizada por uma forte variabilidade temporal e espacial da precipitação, sujeita a freqüentes episódios de secas. A ocorrência de secas tem um forte impacto social devido à carência sócio econômica da região, que apresenta uns dos mais baixos índices de desenvolvimento humano (IDH) do Brasil. Há, assim, um grande interesse social em melhorar a previsão climática com o maior período de antecedência possível (6 meses ou mais), com o objetivo de orientar as ações do governo para mitigar os efeitos prejudiciais das secas.

O conteúdo de água no solo tem impactos sobre processos atmosféricos, hidrológicos e biológicos e, portanto, afeta a previsão do tempo, os volumes escoados nos cursos de água e a quantificação do estresse hídrico dos cultivos durante a ocorrência de secas.

Uma das maneiras de estimar a umidade do solo é através do método do balanço hídrico. Para a aplicação do balanço hídrico em uma escala regional, faz-se necessário estimar os parâmetros do solo, que são os dados de entrada desse método.

Usando informações dos levantamentos pedológicos do projeto RadamBrasil e da Embrapa, Rossato et al. (1998) desenvolveram uma base de dados para todo o território brasileiro. Através de funções de pedo-transferência, Tomasella et al. (2000) e Rossato et al. (1998) derivaram mapas de capacidade de água disponível no solo para todo o Brasil, o qual é um parâmetro de entrada no balanço hídrico.

Uma informação necessária para o cálculo do Balanço Hídrico é a evapotranspiração. No que concerne ao processo físico, evaporação e evapotranspiração dizem respeito ao mesmo fenômeno, que é a mudança de fase da água, da fase líquida para a de vapor. Entretanto, no estudo da evaporação, considera-se apenas a água perdida pelo solo e por superfícies de água livre (por exemplo, açudes), enquanto que na evapotranspiração leva-se em conta a perda conjunta de água pelo solo e pela planta (Pereira et al., 1997).

Ressalta-se ainda que a região Nordeste do Brasil, durante o episódio El Niño, caracteriza-se por ser afetada de maneira pronunciada pelas mudanças na circulação atmosférica, com subsequente diminuição da precipitação na região. O fenômeno El Niño, caracterizado pelo aquecimento anômalo das águas superficiais do Pacífico Equatorial Oriental, apresenta episódios típicos que podem durar de 12 a 18 meses.

Assim sendo, neste trabalho, procurou-se detectar a ocorrência de sinais do evento El Niño (ENSO) na umidade do solo na região Nordeste do Brasil no período de 1982-1983. Esse tipo de informação serve de subsídios para estudos posteriores dos impactos desse tipo de eventos sobre atividades agrícolas e, indiretamente, serve como dado de entrada em estudos do efeito de uma melhor estimativa da umidade do solo sobre o resultado dos modelos de previsão climática.

**2 – MATERIAL E MÉTODOS**

**2.1 – Cálculo do Balanço Hídrico**

O balanço hídrico estabelece que, em um dado volume de solo, a diferença entre a quantidade de água adicionada e a quantidade de água extraída durante um certo período de tempo é igual a variação do conteúdo de água naquele volume nesse período (Costa, 1994).

Matematicamente, o balanço hídrico não exige que a equação de continuidade da massa seja aplicado a um certo volume de solo. O volume ou a profundidade do solo para o qual calcula-se o balanço hídrico é determinado arbitrariamente. Do ponto de vista da agricultura, é mais apropriado considerar o balanço hídrico da zona radicular.

Para o cálculo do balanço hídrico será utilizada uma expressão simplificada, escrita como:

$$S_{t+1} = S_t + PRE - ETR \quad (3)$$

em que PRE é a precipitação (mm/dia); ETR a evapotranspiração real (mm/dia);  $S_{t,t+1}$  (mm) a variação na quantidade de água no perfil do solo nos tempos t e t+1 (dia).

O armazenamento S varia entre um valor mínimo, definido como ponto de murcha, e um valor máximo, definido pela porosidade do solo. No cálculo do balanço hídrico, assume-se que a água contida no perfil de solo drena por efeito da gravidade, desde o valor máximo de armazenamento até a capacidade de campo, no qual as forças de retenção dos agregados do solo equilibram à força da gravidade.

A capacidade efetiva de armazenamento de água no solo é definida como sendo a diferença entre o conteúdo de água retido no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. Cassel e Nielsen (1986) utilizaram esse conceito baseando-se no fato de que a capacidade de campo não é uma constante, mas geralmente assume-se que ela corresponde a um potencial de -33 kPa. Assumiram, também, que o ponto de murcha permanente, o ponto no qual uma planta murcha e não se recupera mais, geralmente corresponde a um potencial de -1500 kPa.

Para a obtenção da capacidade efetiva de armazenamento de água no solo, considerada a partir da estimativa da capacidade de campo e do ponto de murcha permanente, são utilizadas funções de pedo-transferência.

Na prática, foram monitorados dados diários de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, insolação, etc, obtidos por estações meteorológicas sinóticas e por Plataforma de Coleta de Dados (PCD's). Estes dados foram utilizados como parâmetros de entrada nos modelos de evapotranspiração e das funções de Pedo-Transferência. A partir da analogia matemática anteriormente citada, obteve-se o Balanço Hídrico pela diferença entre a soma da precipitação pluviométrica e a variação do conteúdo de quantidade de água no perfil do solo, menos a evapotranspiração, em função do período desejado.

## 2.2 – Material e Dados

Para o cálculo do balanço hídrico foram utilizados informações pedológicas e meteorológicas.

Basicamente, as informações pedológicas foram desenvolvidas a partir de dados básicos de Levantamento Exploratório e de Reconhecimento dos Solos do Brasil realizados pelo Projeto RADAMBRASIL, complementadas com a introdução dos dados da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

A organização e referenciamento dos dados de solos dão-se por perfis, que inclui informações básicas tais como: tipo de solo, classes de textura, profundidade dos horizontes, conteúdo de carbono orgânico.

A Figura 1 apresenta a distribuição espacial dos dados na região Nordeste, dados estes que incluem os respectivos atributos das propriedades básicas dos solos, transferidos para um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

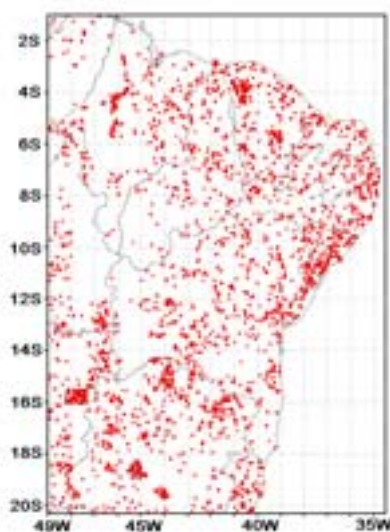


Fig. 1. Localização dos perfis de dados do solo do banco de dados.

Quanto às informações meteorológicas, utilizaram-se dados de precipitação pluviométrica e de evapotranspiração potencial. Os dados de precipitação foram extraídos da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste). E, para a estimativa da evapotranspiração utilizaram-se informações tais como radiação ou insolação, temperaturas, umidade relativa do ar e velocidade do vento, as quais foram coletadas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção da capacidade de água disponível (CAD), ou seja, a diferença entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente integrados até a profundidade radicular, foram utilizadas funções de pedo-transferência, as quais permitem estimar parâmetros de interesse para o balanço hídrico a partir de levantamentos de solos já existentes.

Para a estimativa da CAD, foram efetuados os seguintes passos:

a) Os perfis de solos dos levantamentos de reconhecimento realizados pelo Projeto Radambrasil e pela Embrapa na área de estudo foram georeferenciados, conforme ilustrado na Figura 1. Para cada perfil da Figura 1 foram digitadas as informações básicas mencionadas

b) Usando a função de pedo-transferência proposta por Tomasella et al. (2000), calculou-se a capacidade de armazenamento máximo para cada perfil de solo da Figura 1. Para a estimativa da capacidade de água disponível utilizando perfis de solo a profundidade máxima foi limitada em função do tipo de solo.

A partir da interpolação dos dados meteorológicos e pedológicos, a qual foi feita utilizando-se o método Krigging, obteve-se o armazenamento de água em função da capacidade de água disponível no solo durante o período de 1971 a 1990.

Para a análise da influência dos fenômenos ENSO (1982-1983), na umidade do solo, foram geradas anomalias do percentual do armazenamento de água no solo.

As Figuras 2 e 3 apresentam as anomalias do percentual de armazenamento de água no solo para o período do ENSO de 1982-1983.

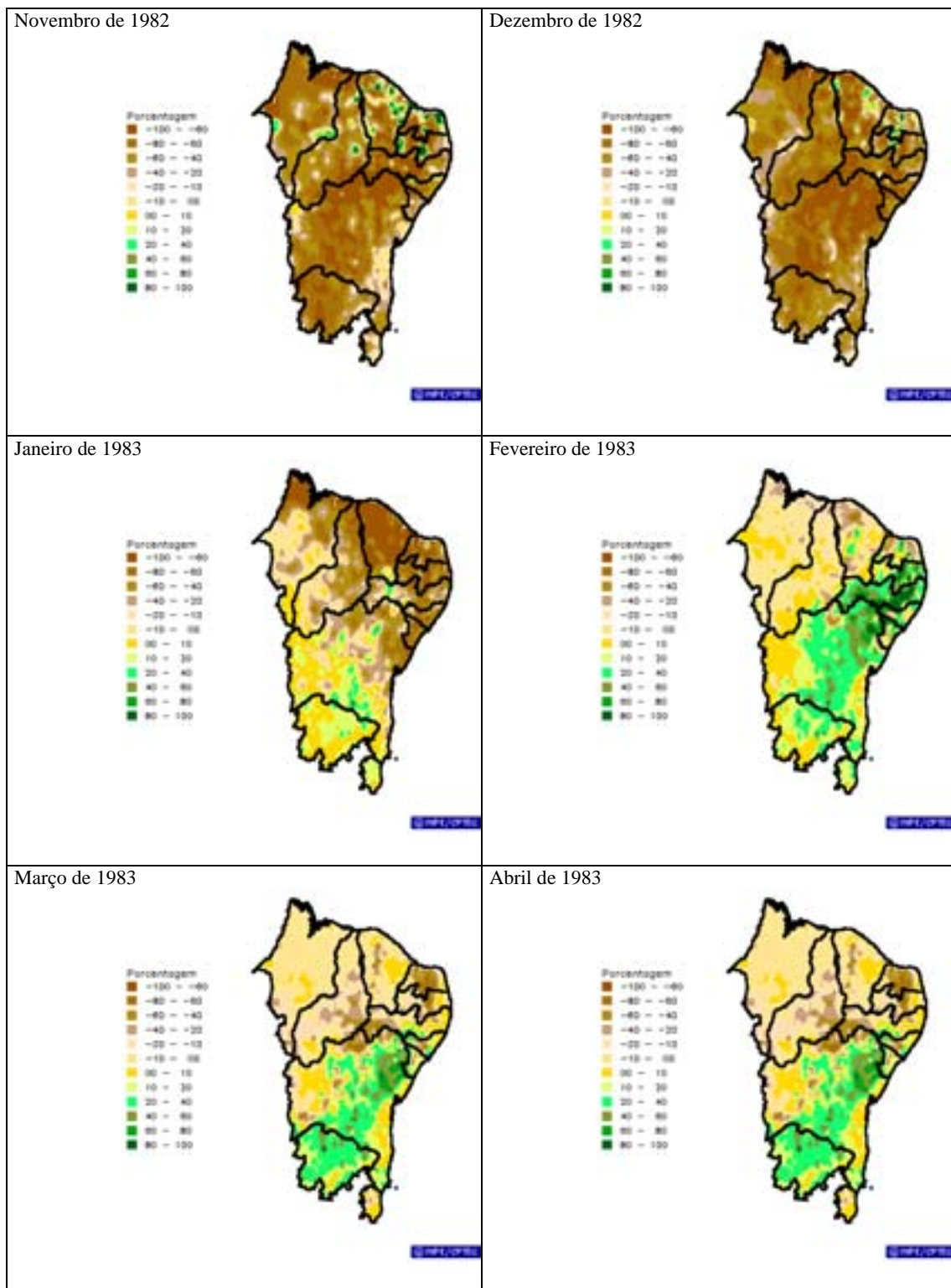


Fig. 2. Anomalias do percentual de armazenamento de água no solo no período de novembro de 1982 a abril de 1983.

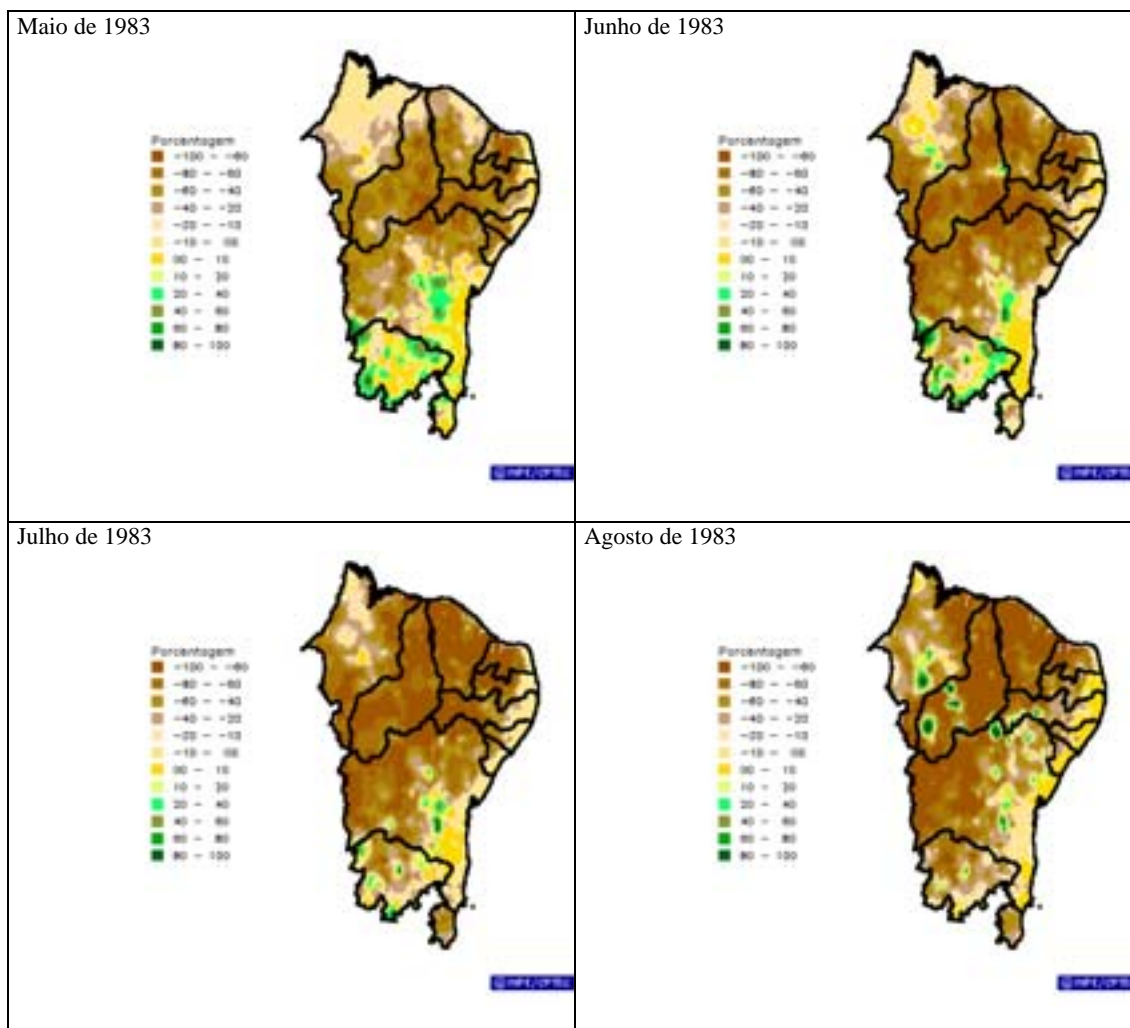


Fig. 3. Anomalias do percentual de armazenamento de água no solo no período de maio a agosto de 1983.

O período de ENSO teve início no mês de abril de 1982 e se estendeu até o mês de julho de 1983. O episódio refletiu-se na região Nordeste através da diminuição da precipitação na região. Logo, observa-se que nos meses de novembro e dezembro de 1982, houve diminuição do percentual de água no solo. Ressalta-se que, no primeiro ano do episódio ENSO, o mês de dezembro foi o que apresentou anomalias mais baixas, variando de -80% a -100% em quase toda a região nordestina. Entre janeiro e abril de 1983 a situação foi amenizada, tornando-se a agravar a partir do mês de maio e estendendo-se até dezembro.

Em comparação à média climatológica do período 1971-1990, observa-se que nos meses de fevereiro a maio, quando se tem a estação chuvosa do semi-árido, devido ao episódio ENSO a precipitação no período foi bastante reduzida, implicando em um percentual bem abaixo da média.

No período de fevereiro a abril de 1983 o percentual de água no solo variou de 20% a 60% nas regiões sul e leste do Estado da Bahia e no norte do Estado de Minas Gerais. Nas demais regiões variou de -80% a 0% neste período. No mês de maio a variação foi mais significativa, com o percentual variando de -100% a -20% nos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas e Sergipe, na parte sul dos Estados do Maranhão e Ceará e na parte norte e oeste do Estado da Bahia. Nas demais localidades a variação foi de -10% a 60%.

#### 4 – CONCLUSÕES

A finalidade deste trabalho consistiu em elaborar um balanço hídrico para a região Nordeste, visando conhecer a umidade do solo durante o episódio de ENSO (1982-1983). Para este propósito, utilizou-se informações pedológicas e dados meteorológicos observados no período de 1970-1990.

As informações pedológicas foram extraídas de levantamentos de reconhecimento dos solos obtidos durante o Projeto RADAMBRASIL e aqueles realizados pela EMBRAPA. Estas incluem dados das propriedades básicas do solo.

Quanto às informações meteorológicas, utilizaram-se dados de precipitação pluviométrica e de evapotranspiração potencial.

Portanto, a partir da interpolação dos dados meteorológicos e pedológicos, a qual foi feita utilizando-se o método Krigging, obteve-se o armazenamento de água em função da capacidade de água disponível no solo durante o período de 1971 a 1990.

Para a análise da influência de fenômeno ENSO (1982-1983) na umidade do solo, foram geradas anomalias do percentual do armazenamento de água no solo. Durante o período de ENSO verificou-se que entre os meses de abril a dezembro de 1982 ocorreu uma diminuição do percentual de água armazenada no solo. Entre janeiro e abril de 1983 a situação amenizou, tornando a agravar-se a partir do mês de maio e estendendo-se até dezembro daquele ano. Em comparação à média climatológica do período 1971 a 1990, observa-se que nos meses da estação chuvosa na região do semi-árido, devido ao episódio ENSO, a precipitação pluviométrica no período sofreu uma brusca diminuição, tornando o percentual de armazenamento de água no solo negativo.

Finalmente, conclui-se que o impacto de ENSO (diminuição da precipitação) afeta de maneira pronunciada a umidade do solo na região Nordeste; o que deve ser considerado cuidadosamente pelos tomadores de decisão, principalmente no que concerne ao planejamento agrícola e necessidades de drenagem e irrigação.

## 5 – AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento pela concessão da bolsa de Iniciação Científica – PIBIC/INPE.

## 6 - REFERÊNCIAS

Cassel, D. K.; Nielsen, D. R. Field capacity and available water capacity. In: A. L. Page (ed), Methods of soil analysis. Part 2. Agron. Monog. 9. ASA and SSSA. Madison, WI. p. 901-926, 1986.

Costa, M.H., 1994. Engenharia na Agricultura – Série Caderno Didático. Viçosa. 20p.

Pereira, A. R.; Nova, N. A. V.; Sedyama, G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, IBGE, v. 1-34, 1976-1984.

Rossato, L; Alvalá, R. C. S.; Tomasella, J. Distribuição geográfica da capacidade de armazenamento de água e das propriedades físicas do solo no Brasil. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia/VIII Congresso da FLISMET, Brasília (DF), Artigo HL98009 (Hidrometeorologia), CD-ROM, 1998.

Tomasella, J., Hodnett, M. e Rossato, L. Pedo-transfer functions for the estimation of soil water retention in brazilian soils. Soil Science Society of America Journal, v. 64, n. 1, p. 327-338, Jan-Feb. 2000.