

ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE ÁGUA ARMAZENADA NO SOLO PARA O ESTADO DO CEARÁ EM FUTUROS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Sebastiana Angelita Lima da Silva (1); João Felipe da Silva Guedes (1); Vanessa Maria Dantas Pedrosa (2); Valéria Peixoto Borges (3); Robson de Sousa Nascimento (4);

¹Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias- CCA/UFPB, angelita.angel4@gmail.com; ¹Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias- CCA/UFPB, vanessapedrosa.md@gmail.com; ²Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias- CCA/UFPB, jfelipeguedes@hotmail.com; ³Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias- CCA/UFPB, valpborges@gmail.com; ⁴Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias- CCA/UFPB, nascimento.professor@gmail.com

Resumo

Os riscos derivados das mudanças climáticas, naturais ou de origem antropogênica, têm levantado grande preocupação nos círculos científicos, políticos, mídia e também na produção em geral. Nesse contexto, o balanço hídrico climatológico entra como uma ferramenta para determinar o regime hídrico local, representando a base para dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, permitindo uma primeira avaliação da disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade de água no solo por meio do BHC realizado para cenários de mudanças climáticas para os Municípios de Quixeramobim, Morada Nova, Iguatu, Guarimiranga, Fortaleza, Crateús, Barbalha e Sobral, no Estado do Ceará. Os cenários de mudanças climáticas envolvem aumento e redução da temperatura em 1,5°C, juntamente com acréscimo de 20% na precipitação. Diante das projeções realizadas, na maior parte do território observa-se valores baixos de ARM, isto indica que mesmo diante de um aumento da precipitação, o aumento da temperatura média do ar é capaz de produzir uma diminuição do conteúdo de umidade do solo em uma grande área do Estado. Na condição de redução da temperatura associada ao aumento da precipitação, é observada uma forte influência, aumentando as áreas com valores médios de ARM, demonstrando que o solo se tornou mais seco em função das alterações. O impacto causado por essas alterações afetam expressivamente a produção das áreas mais críticas em decorrência do aumento da temperatura, limitando culturas, bem como outras atividades econômicas ligadas aos fatores climáticos, a uma redução no desempenho produtivo.

Palavras-chave: Variabilidade climática, ARM, modelos preditivos

Introdução

O balanço hídrico climatológico é utilizado para determinar o regime hídrico de um local, sem que seja necessária a realização de medidas diretas das condições do solo,

permitindo classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, para determinar o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer o planejamento integrado dos recursos hídricos (LIMA e SANTOS, 2009). Portanto, ele representa a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, permitindo uma primeira avaliação da disponibilidade hídrica no solo a longo prazo (SANTOS et al., 2010).

De acordo com Pereira (2005), para sua elaboração, há necessidade de se definir o armazenamento máximo no solo (CAD - Capacidade de Água Disponível), e de se ter a medida da chuva total, como também a estimativa da evapotranspiração potencial em cada período. Com essas três informações básicas, o balanço hídrico climatológico permite estimar a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico, e o total de água retida no solo em cada período.

A evapotranspiração é a contabilização da perda de água que foi evaporada do solo mais a transpiração da planta e que deve ser repostada pelas chuvas ou irrigação para que se tenha a expressão de toda a potencialidade produtiva de uma espécie (SANTOS et al., 2010). Dessa forma, a contabilização de água de uma determinada camada do solo permite definir os períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico) de um determinado local (REICHARDT, 1990).

O conhecimento destes fatores facilita o planejamento agropecuário e as práticas de controle de produção, permitindo aos produtores identificar suas fragilidades climáticas e obter o sucesso de seu empreendimento, incluindo as tomadas de decisões envolvidas acerca das condições locais, como a escolha do sistema de irrigação adequado para suprir a deficiência hídrica determinada para a área, uma vez que a determinação da quantidade de água necessária para a irrigação é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação, bem como para avaliação de recursos hídricos.

A disponibilidade da água depende tanto das condições físicas da superfície da terra, quanto também das condições e variabilidade do clima, e afeta diretamente a vida animal e vegetal, e um dos seus mais conhecidos efeitos é a escassez de água (HORIKOSHI e FISCH, 2007). Diante das previsões de escassez de água, a produção de alimentos será comprometida, contribuindo para que ocorram conflitos sociais. Nessa perspectiva de alta demanda pelos recursos hídricos, faz-se necessário a realização do conhecimento do ciclo hidrológico, bem

como a realização do BHC para que sejam contabilizadas as entradas e saídas de água no solo.

Fatores como o aumento populacional, o uso indiscriminado da água, bem como ações antrópicas associadas, interferem no ciclo hidrológico através das taxas de infiltração no solo, taxas de precipitação, evapotranspiração e do escoamento superficial. De acordo com Nobre e Assad (2005), a temperatura média global do planeta à superfície vem aumentando nos últimos 120 anos, já tendo atingido + 0,6° a 0,7° C. Grande parte desse aquecimento ocorreu nos últimos 50 anos, e a última década apresentou os três anos mais quentes dos últimos 1000 anos da história recente da Terra (HORIKOSHI e FISCH, 2007).

Em 2007, o relatório do IPCC reforçou esses fatos, associando o aumento da temperatura do ar em consequência das ações antrópicas, onde segundo Nobre e Assad (2005), o aumento de temperatura induz a uma maior evapotranspiração, reduzindo a quantidade de água no solo, mesmo que as chuvas não diminuam significativamente, podendo levar à substituição dos biomas existentes, enfatizando a importância das estimativas futuras do ciclo hidrológico.

Diante da problemática exposta, o objetivo deste trabalho é avaliar a disponibilidade de água no solo por meio do BHC realizado para cenários de mudanças climáticas para os Municípios de Quixeramobim, Morada Nova, Iguatu, Guaramiranga, Fortaleza, Crateús, Barbalha e Sobral no Estado do Ceará.

Metodologia

Área de Estudo

O Estado do Ceará ocupa uma área de 148.886,308 Km², o que corresponde a aproximadamente 1,75 % da área territorial do País (IBGE, 2013). Dos seus atuais 184 municípios, 150 deles estão inseridos na Região Semiárida, que totalizam uma área de 126.514,9 Km², ou seja, 85,0% do Estado, conforme o Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2005).

O Ceará apresenta clima Semiárido com intensa variabilidade temporal e espacial de chuvas (CAVALCANTI et al., 2009). De acordo com Silva (2000), a pluviosidade no Estado do Ceará é bastante irregular, caracterizando-se por um período chuvoso e outro seco, existindo ainda, uma irregularidade pluviométrica de um ano para outro, provocando as secas e causando prejuízos econômicos e sociais.

O aumento da temperatura associado à mudança do clima é capaz de aumentar a evaporação das plantas, isto significa dizer que com baixas precipitações, a água se tornará escassa e o desenvolvimento regional enfrentará sérias consequências. Para avaliar o impacto de cenários de mudanças climáticas no comportamento do armazenamento de água no solo (ARM) no Estado do Ceará, foram selecionados nove municípios: Barbalha, Crateús, Fortaleza, Guaramiranga, Iguatu, Jaguaruana, Morada Nova, Quixeramobim e Sobral. A localização de cada cidade é mostrada por meio da Figura 1.

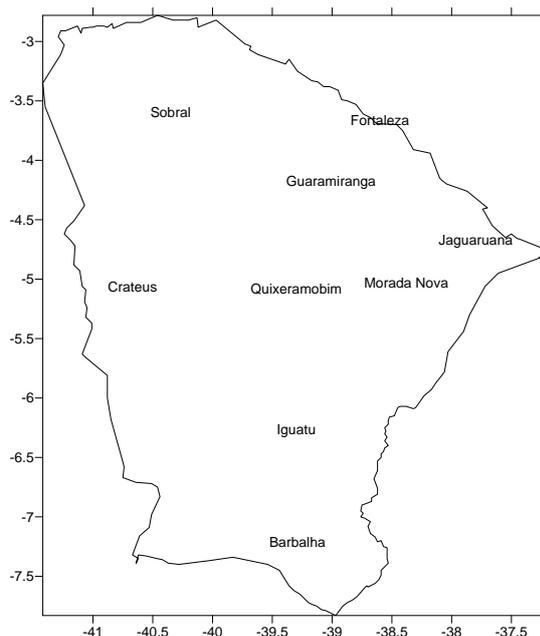


Figura 1. Localização das cidades utilizadas no presente estudo.

Dados

Os dados meteorológicos de precipitação e temperatura utilizados neste trabalho foram provenientes das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (Ramos et al., 2009) para o período de 1961-1990.

Foram elaborados dois cenários para cálculo do ARM: (a) utilizando os dados médios mensais de temperatura do ar e precipitação para o período de 1961-90, denominado de cenário observado; (b) cenário 1, em que temperatura média mensal do ar é aumentada em $1,5^{\circ}\text{C}$ e a precipitação mensal aumentada em 20% ($T + 1,5^{\circ}\text{C}$ e $P + 20\% P$); (c) cenário 2, em que a temperatura média mensal do ar é subtraída de $1,5^{\circ}\text{C}$ e precipitação mensal somada de 20% ($T - 1,5^{\circ}\text{C}$ e $P + 20\% P$).

O BH foi calculado utilizando a planilha elaborada por Rolim et al. (1998), utilizando a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955) para uma Capacidade de Água Disponível (CAD) no solo de 100 mm.

As anomalias geradas para o armazenamento foram obtidas subtraindo o armazenamento obtido no cenário pelo armazenamento observado na série climatológica. A distribuição espacial das anomalias do armazenamento foram plotadas utilizando o Surfer 9.0.

É importante determinar essas anomalias do armazenamento, uma vez que, através delas, pode-se identificar se determinada região do estado teve aumento ou redução no armazenamento de água do solo em função de cenários de mudanças climáticas. O que constitui uma ferramenta importante para planejamentos futuros, como na determinação do tipo de cultura que será mais adaptada às condições de disponibilidade hídrica.

Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra o ARM médio climatológico (1960-1991), evidenciando as variações no armazenamento de água no solo entre 250 e 700 mm. Mais de 60% do seu território apresenta variações de armazenamento de água no solo abaixo de 400 mm, seja pela baixa precipitação, pelas altas temperaturas, fatores edafoclimáticos, entre outros, sendo a parcela do estado próxima do litoral que apresenta um maior armazenamento de água no solo.

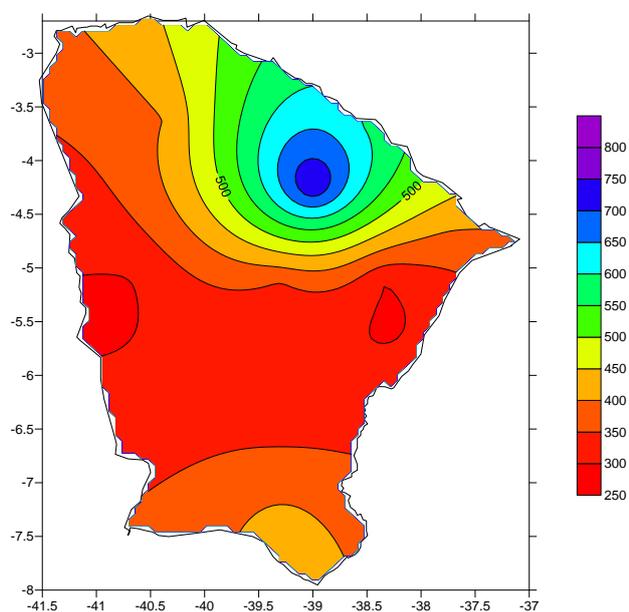
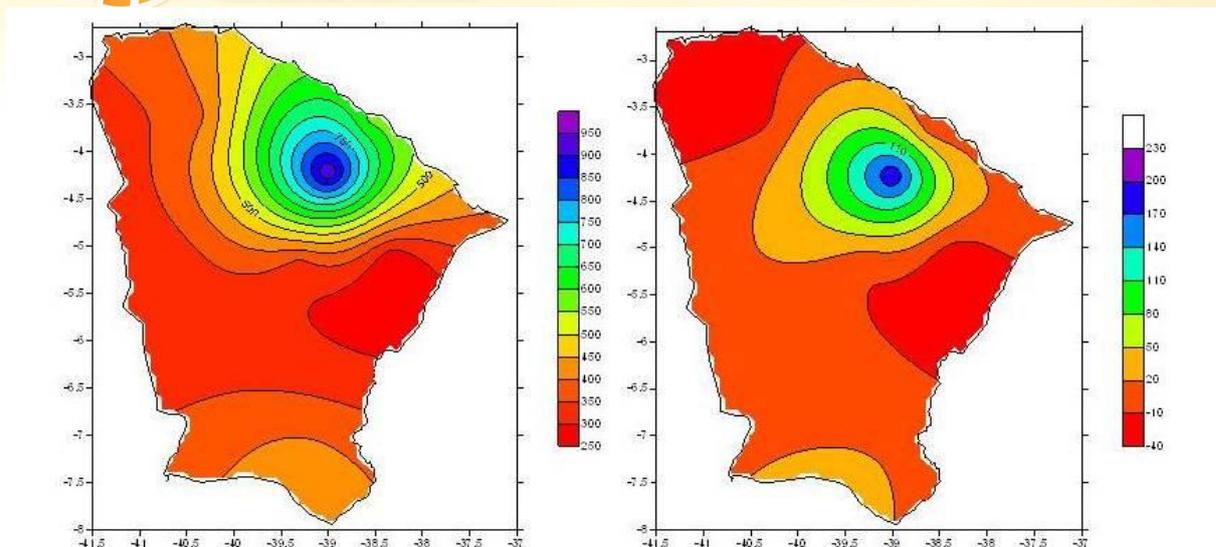


Figura 2. Armazenamento de água no solo (ARM) em mm de 1960-91.

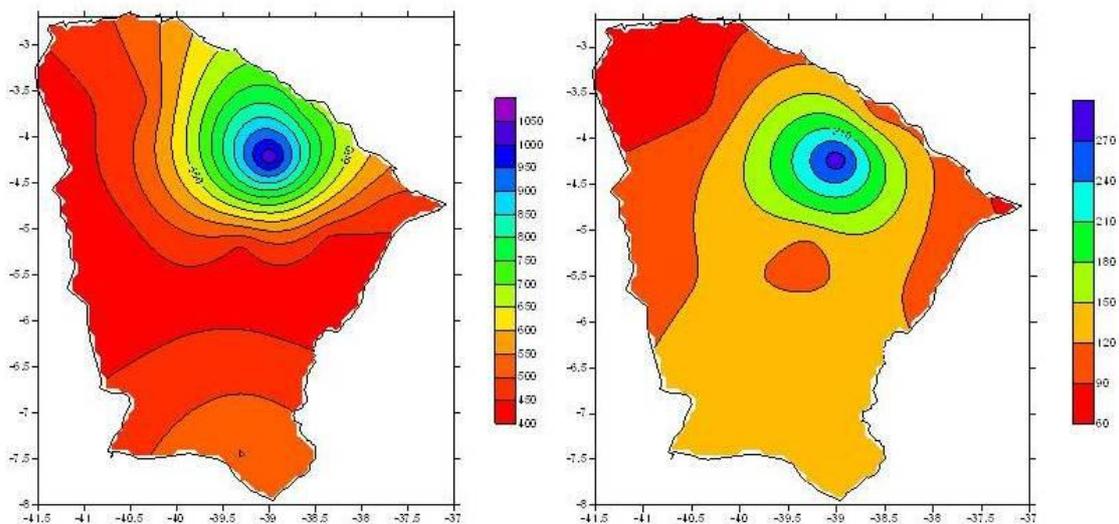
O campo das anomalias do ARM para o cenário 1, com aumento da temperatura em 1,5° C e aumento de 20% da Pr em relação ao ARM médio climatológico (1960-1991) é mostrado na Figura 3b.



Figuras 3-a, 3-b: a- Armazenamento de água no solo (ARM) em mm sob o Cenário 1 (T + 1,5°C e P + 20% P); b- Anomalias do Armazenamento de água do solo em mm sob o Cenário 1 (T + 1,5 e P + 20% P).

Na maior parte do território, observam-se valores baixos de ARM. Isto indica que mesmo aumentando a precipitação em 20%, o aumento de 1,5°C da temperatura média do ar é capaz de produzir uma diminuição do conteúdo de umidade do solo em uma grande área do Estado. Este é um dado alarmante considerando que, em geral, os modelos mais otimistas mostram no máximo um aumento de 10% na precipitação e um aumento mínimo de 1,5°C na temperatura do ar, ou seja, em condições mais otimistas, os modelos mostram um quadro de diminuição da umidade do solo mais acentuado do que mostrado nas Figuras 3a e 3b.

Nas projeções das anomalias do ARM para o cenário 2 (redução de 1,5° C da temperatura) nas Figuras 4a e 4b, é observada uma forte influência dessa redução de temperatura, uma vez que a abrangência de áreas com valores médios de ARM ganharam espaço nesse cenário. Isto é consequência do aumento da precipitação associado à redução da temperatura.



Figuras 4., a) Armazenamento de água no solo (ARM) em mm sob o Cenário 2 (T - 1,5°C e P + 20% P); **b)** Anomalias do Armazenamento de água do solo em mm sob o Cenário 2 (T - 1,5 e P + 20% P).

A anomalia do ARM estimado para o Cenário 2 é apresentada na Figura 4b, onde os valores variam de 60 a 270 mm/ano, observam-se valores entre 60 a 150 mm/ano na maior área do Estado, representando o impacto principalmente nas mesorregiões Noroeste, Sertões e Sul.

Conclusão

As anomalias de ARM projetadas demonstraram uma forte tendência à redução da umidade do solo no Estado do Ceará, de modo que mesmo com o aumento da precipitação verificou-se que o solo se tornou mais seco em função dos cenários de mudanças.

Provocada pela alta concentração de gases de efeito estufa, a elevação da temperatura deve causar um impacto negativo na agricultura. Esses impactos podem ser minimizados se o sistema produtivo for capaz de intensificar o aproveitamento de áreas favoráveis à agricultura, além de realizar rotação de áreas, de forma a encurtar o período de uso de algumas culturas e adotar sistemas florestais que aumentem o sequestro de carbono.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; DIAS, M. A. F.; JUSTI, M. G. A. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 464 p., 2009.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 33-46, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área territorial oficial**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>>. Acesso em: 28 mai. 2016.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007: the physical science basis**. Summary for policymakers. IPCC: Genebra, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>. Acesso em: 17 de maio de 2016.

LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. **Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo**. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D. O aquecimento global e o impacto na Amazônia e na agricultura brasileira. **INPE ePrint**, São José dos Campos, v. 1, 2005.

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 311-313, 2005.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G (Org.). **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Edição revista e ampliada, Brasília: INMET. 2009.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas.** Barueri - SP, Manole, 1990.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCELTM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SANTOS, G. O; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p. 142–149, 2010.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M.; FERREIRA, M. M. Avaliação de Métodos Indiretos de Determinação da Erodibilidade de Latossolos Brasileiros. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1207-1220, 2000.

