

# ANÁLISE ESPACIAL DO BALANÇO HÍDRICO NA CAATINGA DA BACIA DO RIO PONTAL

Rodrigo de Queiroga Miranda<sup>1</sup>, Josiclêda Domiciano Galvêncio<sup>2</sup>, Magna Soelma Beserra De Moura<sup>3</sup>, Charles Allan Jones<sup>4</sup>, Raghavan Srinivasan<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador pós-doc, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, rodrigo.qmiranda@gmail.com; <sup>2</sup> Professor associado I, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, josclêda@gmail.com; <sup>3</sup> Pesquisador A, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi Árido, Petrolina, Pernambuco, magna\_upa@hotmail.com; <sup>4</sup> Pesquisador visitante no exterior, Texas A&M University, College Station, Texas, Estado Unidos, cajones@tamu.edu; <sup>5</sup> Pesquisador visitante no exterior, Texas A&M University, College Station, Texas, Estado Unidos, r-srinivasan@tamu.edu

**RESUMO:** Mudanças na cobertura e uso da terra têm desencadeado mudanças drásticas na cobertura vegetal em várias partes do planeta Terra, causando grandes perdas, modificações e fragmentação de habitats, além da degradação do solo e da água, o que afeta vários microclimas, composição de espécies, interações e estrutura trófica de comunidades. Este estudo tem como objetivo analisar o balanço hídrico da Caatinga na bacia do rio Pontal. A bacia hidrográfica do rio Pontal está localizada em uma região oeste do estado de Pernambuco, e ocupa uma área de 6.057 km<sup>2</sup>. O SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) requer dados observados em quatro componentes essenciais: relevo, clima, solos, e uso e cobertura da terra. O projeto foi criado com o auxílio da ferramenta ArcSWAT, e configurado para simular mensalmente 7 anos, iniciando em 2004 até 2010. No centro da bacia, a Caatinga é mais densa, e a Evapotranspiração é maior. O escoamento superficial foi maior nas áreas norte e sul, onde a densidade da Caatinga também é menor. Normalmente, esse padrão seria inversamente proporcional a percolação devido à pobre infiltração de água no solo em áreas de vegetação esparsa, mas devido à forte influência da ET nas áreas de vegetação mais densa, a maior parte do volume de água é direcionado para atender as demandas de transpiração. A compreensão do balanço hídrico é fundamental, uma vez que estas áreas naturalmente servem de tampão para o escoamento superficial, que está intimamente relacionado com perda de safras e deslizamentos de terra em áreas residenciais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caatinga, Evapotranspiração, Índice de Área Foliar.

## SPATIAL ANALYSIS OF THE CAATINGA WATER BALANCE IN THE PONTAL WATERSHED

**ABSTRACT:** Changes in land cover have triggered drastic changes in vegetation cover in many parts of the planet Earth, causing major losses, habitat modification and fragmentation, and soil and water degradation, which affects several microclimates, species composition, interactions and trophic structure of communities. This study aims to analyze the water balance of the Caatinga in the Pontal river basin. This basin is located at western of the state of Pernambuco, and occupies an area of 6.057 km<sup>2</sup>. The SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) requires observed data for four essential components: slope, climate, soil, and land cover. The SWAT project was created using the ArcSWAT tool, and configured to simulate 7 years, starting in 2004 until 2010. In the center of the basin, the Caatinga is denser, and evapotranspiration is larger then in its borders. The surface runoff was higher in the northern and southern areas, where the Caatinga density is low. Normally, this pattern would be inversely proportional to percolation due to poor infiltration of soil water into sparse vegetation areas, but due to the strong influence of ET in denser vegetation areas, most of the water volume is

directed towards meet the demands of transpiration. Understanding the water balance is important as these areas naturally serve as a buffer for runoff, which is closely related to crop loss and landslides in residential areas.

**KEY-WORDS:** Caatinga, Evapotranspiration, Leaf Area Index.

## INTRODUÇÃO

Mudanças na cobertura e uso da terra têm desencadeado mudanças drásticas na cobertura vegetal em várias partes do planeta Terra, afetando assim o clima, principalmente a nível regional, por meio de distúrbios nos balanços hídrico e de energia (FOLEY et al., 2005). A conversão de uso causa grandes perdas, modificações e fragmentação de habitats, além da degradação do solo e da água (PIMM; RAVEN, 2000), o que afeta vários microclimas, distribuição espacial e composição de espécies, interações de espécies, estrutura trófica de comunidades e movimento de indivíduos ou migração. No Brasil, um dos ecossistemas mais degradados é a Caatinga, que está entre os mais ameaçados do planeta Terra, com altas taxas de conversão da vegetação nativa em agricultura, atualmente ultrapassando 60% de sua área original (MENEZES et al., 2012). No estado de Pernambuco, vêm sendo estabelecidas políticas pelo governo de Pernambuco, e.g. Lei n° 14.090, de 17 de junho de 2010, que visam regulamentar, e empregar esforços e capital financeiro em pesquisas para determinar a máxima eficiência de exploração dos recursos naturais em longo prazo, levando em consideração todas as suas implicações hidroecológicas, afim de assegurar a biodiversidade e os serviços ambientais prestados pela Caatinga, e por isso modelar as alterações que vem acontecendo a nível de bacia tem se tornado cada vez mais importante.

Marchant et al. (1999), há 20 anos atrás, já apontavam as consequências do desmatamento de florestas nativas: erosão do solo, lixiviação e perda de nutrientes, compactação do solo; para o ciclo hidrológico: menor interceptação de chuvas, e evapotranspiração (ET), e em alguns locais impactos climáticos que causaram uma redução na precipitação (P). Entretanto, pouco se sabe dos impactos hidrológicos que o desmatamento da Caatinga vem causando. Dessa forma, afim de elucidar esses mecanismos, este estudo tem como objetivo analisar o balanço hídrico da Caatinga na bacia do rio Pontal.

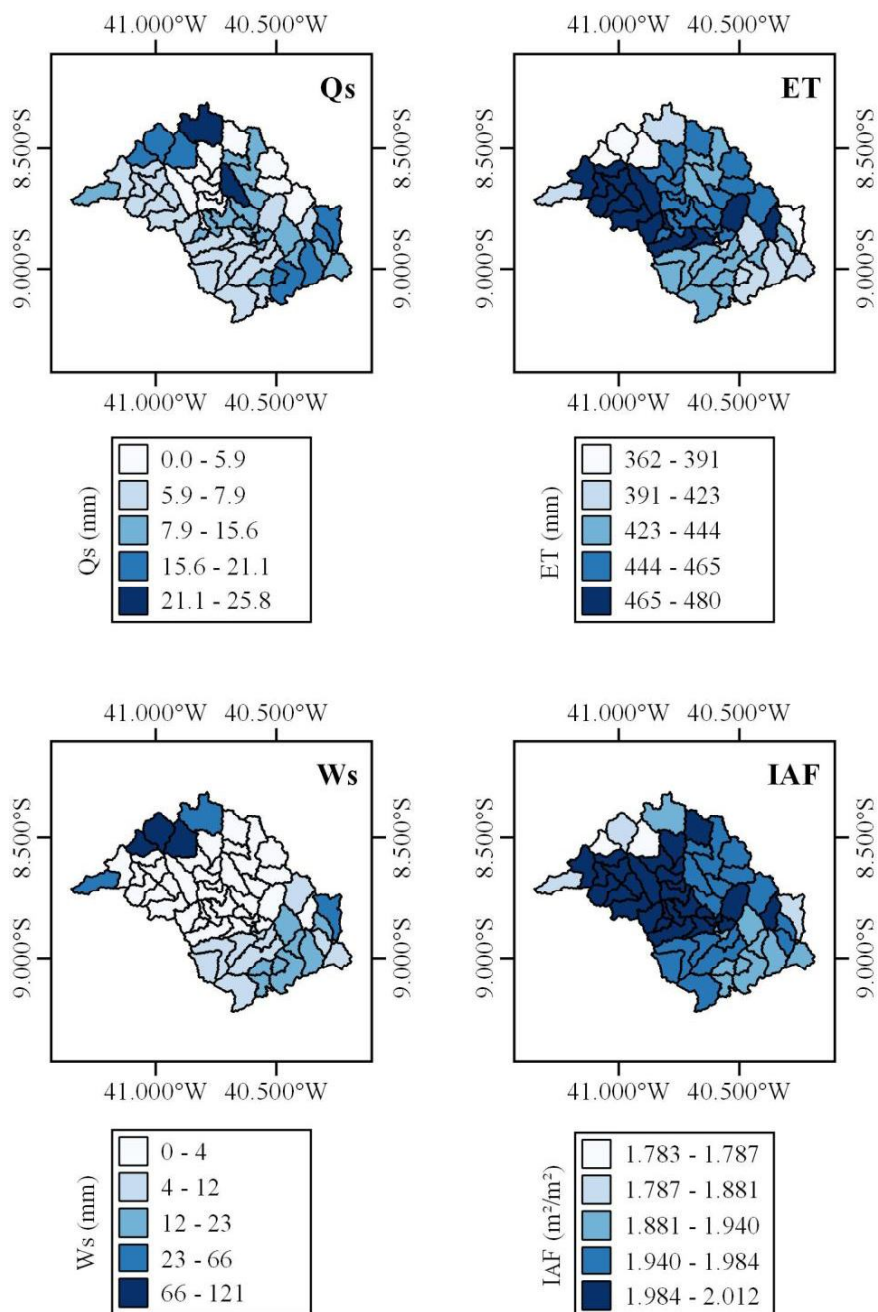
## MATERIAL E MÉTODOS

**Área de estudo:** A bacia hidrográfica do rio Pontal está localizada em uma região oeste do estado de Pernambuco, entre as coordenadas 08° 19' 00' S, 40° 11' 42' W e 09° 13' 24' S, 41° 20' 39" W, e ocupa uma área de 6.057 km<sup>2</sup>, 6,12% do estado. **Dados de entrada no modelo:** O SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) requer dados observados em quatro componentes essenciais: (i) relevo com dados espaciais do relevo foram obtidos pela base de dados da EMBRAPA Relevo; (ii) clima com dados climáticos da série obtidos para os anos de 2005 a 2010 através da base de dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia); (iii) solos com dados espaciais das características dos solos obtidos através de dois bancos de dados: (a) Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE) e (b) base de dados da EMBRAPA Solos; (iv) uso e cobertura da terra com dados iniciais de uso e cobertura obtidos através de imagens MSS/Landsat 1-3, ETM+/Landsat 7 e OLI/Landsat 8 com série de 1975–2013. **Geração do projeto:** nesta etapa o projeto foi criado com o auxílio da ferramenta ArcSWAT. Os mapas de uso foram processados utilizando a ferramenta

SWAT2009\_LUC\_64bit.exe. ArcSWAT foi configurado para delimitar 59 subbacias e 285 HRUs (Hydrological Response Units); Range Brush foi o tipo vegetacional disponível no banco de dados do SWAT escolhido para representar a Caatinga. O SWAT foi configurado para simular mensalmente 7 anos, iniciando em 2004 até 2010 com dois anos para o período de aquecimento.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No modelo SWAT, a água advinda da precipitação pode (i) atingir o solo ou (ii) ser interceptada pela vegetação. Ao cair no solo, a água infiltrará na superfície até o perfil do solo ou produzirá  $Q_s$ . A água infiltrada pode ser retida no solo e evapotranspirar ou lentamente percolar para camadas mais profundas. Ao ser interceptada pela vegetação, a água é retida e disponibilizada diretamente para evaporação. A interação entre vegetação e hidrologia é mais acentuada em regiões áridas do que em regiões úmidas. Em regiões semiáridas, ET é responsável pela maior parte do fluxo de água no balanço hídrico. Na Caatinga, 85,03% da água da chuva é evapotranspirada contra 2,45% para escoamento superficial, 3,58% para percolação, e apenas 0,41% para fluxo de base. A Evapotranspiração (ET) e o Índice de Área Foliar (IAF) apresentaram padrão semelhante. No centro da bacia, a Caatinga é mais densa, e ET é maior (Figura 1). Variações em IAF afetam não só gradientes micrometeorológicos, e.g. luz, temperatura e umidade (MEYERS; PAW, 1987), mas também os fluxos de água entre a floresta e a atmosfera (MIRANDA et al., 2017). Em regiões semiáridas, a interceptação pela vegetação é frequentemente significativa, pois muitas das espécies são adaptadas ao baixo potencial hídrico do solo. No geral, o escoamento superficial ( $Q_s$ ) foi maior nas áreas norte e sul, onde a densidade da Caatinga também é menor. Esse aumento está associado a maiores valores de CN para as áreas com floresta esparsa, ou menor interceptação (PEREIRA et al., 2014). Normalmente, esse padrão seria inversamente proporcional a percolação ( $W_s$ ) devido à pobre infiltração de água no solo em áreas de vegetação esparsa, mas devido à forte influência de ET nas áreas de vegetação mais densa, a maior parte do volume de água é direcionado para atender as demandas de transpiração, resultante do alto consumo de água para trocas gasosas (AGAM; BERLINER, 2006), e de evaporação da água no solo, resultante da alta  $ET_0$ .



**Figura 1.** Espacialização da média temporal do escoamento superficial ( $Q_s$ ), evapotranspiração (ET), percolação ( $W_s$ ), e Índice de Área Foliar (IAF) simulados para a Caatinga nos anos de 2006 a 2010.

## CONCLUSÕES

A compreensão do balanço hídrico, em especial em florestas nativas de regiões áridas e semiáridas, é fundamental para a resolução de muitos problemas relacionados à agricultura e ao planejamento municipal, uma vez que estas áreas naturalmente servem

de tampão para o escoamento superficial, que está intimamente relacionado com perda de safras inteiras e deslizamentos de terra em áreas residenciais.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (483223/2011-5), à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (APQ-0062-1.07/15), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PVE A103/2013) pelo financiamento deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

AGAM, N.; BERLINER, P. R. Dew formation and water vapor adsorption in semi-arid environments—A review. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 572–590, jun. 2006.

FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. **Science (New York, N.Y.)**, v. 309, n. 5734, p. 570–574, 2005.

MARCHANT, R.; KELLMAN, M.; TACKABERRY, R. Tropical Environments: The Functioning and Management of Tropical Ecosystems. **The Geographical Journal**, v. 165, n. 3, p. 331, nov. 1999.

MENEZES, R. S. C. et al. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3 Suppl, p. 643–53, 2012.

MEYERS, T. P.; PAW, K. T. Modelling the plant canopy micrometeorology with higher-order closure principles. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 41, n. 1–2, p. 143–163, 1987.

MIRANDA, R. D. Q. et al. Reliability of MODIS Evapotranspiration Products for Heterogeneous Dry Forest: A Study Case of Caatinga. **Advances in Meteorology**, v. 2017, n. 14, p. 1–14, 2017.

PEREIRA, D. DOS R. et al. Impacts of deforestation on water balance components of a watershed on the Brazilian East Coast. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1350–1358, ago. 2014.

PIMM, S. L.; RAVEN, P. Biodiversity: Extinction by numbers. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 843–845, 24 fev. 2000.