

Dinâmica hidrológica da Bacia hidrográfica do Rio Subaé-BA

Hydrological dynamics of the Subaé River basin in the Recôncavo of Bahia

Dinámica hidrológica de la cuenca del río Subaé en el Recôncavo da Bahia

Recebido: 10/10/2021 | Revisado: 17/10/2021 | Aceito: 22/10/2021 | Publicado: 24/10/2021

Luiz Artur dos Santos da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6099-7605>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: luiz.atr@ufrb.edu.br

Ardemirio de Barros Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0892-0851>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: abarros@uefs.br

Geisa Nascimento de Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1540-3630>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: gns-santana@outlook.com

Ariston de Lima Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0334-5701>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: ariston@ufrb.edu.br

Rosângela Leal Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9165-2148>
Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil
E-mail: rosaleal@uefs.br

Ralph Wendel Oliveira de Araujo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7205-234X>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: Ralpharaujo2015@gmail.com

Resumo

Monitorar os processos hidrológicos em uma bacia hidrográfica apesar de ser fundamental, por vezes se torna bastante complexo, principalmente devido a escassez de dados. Nesse sentido, o presente estudo objetivou gerar modelos hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Subaé, Bahia, Brasil, em ambiente SIG, utilizando como base o método Curva Número (CN). Para tanto, foram utilizadas imagens do Satélite LandSat8 (30m), MDE do Satélite ALOS, sensor PALSAR (12,5m), arquivo vetorial de solos na escala 1:250.000 do IBGE e dados pluviométricos do INMET. Os dados adquiridos foram processados em ambiente SIG, utilizando o Classificador supervisionado Bhattacharya, o algoritmo r.watershed e o método SCS-CN. Os resultados foram mapas de Uso e Cobertura do Solo, Escoamento Superficial e Taxa de Escoamento. A partir dos resultados foi possível inferir que o somatório das características naturais, como Relevo, Solo e Precipitação em conjunto com fatores antrópicos, dentre os quais ressalta-se a ocupação urbana desordenada, proporcionam aumento do escoamento superficial que além de resultar em inundações no perímetro urbano, sugerem um maior risco quanto à erosão do solo e degradação hídrica na área de estudo.

Palavras-chave: Escoamento superficial; Hidrologia; SIG; Rio Subaé.

Abstract

Properly monitor hydrological processes in a watershed despite being essential, sometimes turns relatively complex, Mainly because of scarcity of necessary data. In this sense, the present study aimed to generate hydrological models of the Subaé River Basin, Bahia, Brazil, in a GIS environment, employing the Curve Number (CN) method as the basis. For this purpose, images from the LandSat8 Satellite (30 m), ALOS Satellite's DEM from PALSAR sensor (12.5 m), soil vector file on the scale 1:250,000 from IBGE and rainfall data from INMET were used. The acquired data were processed in a GIS environment, Using the Bhattacharya supervised classifier, the r.watershed algorithm and the SCS-CN method. The results were maps of Land Use and Coverage, Surface Runoff and Surface Runoff Rate. From the results it was possible to infer that the sum of the natural characteristics, like Relief, Soil and Precipitation together with anthropic factors, among which stands out the disordered urban occupation, provide an increase in surface runoff that in addition to resulting in flooding in the urban perimeter contribute to elevate the risk for soil erosion and water degradation in the study area.

Keywords: Runoff; Hydrology; GIS; Subaé River.

Resumen

El monitoreo de los procesos hidrológicos en una cuenca hidrográfica, a pesar de ser fundamental, a veces se vuelve bastante complejo, principalmente debido a la falta de datos. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo generar modelos hidrológicos de la cuenca del río Subaé, Bahía, Brasil, en una plataforma SIG, utilizando el método del número de curva (CN) como base. Para eso, se utilizaron imágenes del satélite LandSat 8 (30m), MDE del satélite ALOS, sensor PALSAR (12.5m), archivo de vector de suelo en la escala 1: 250,000 de IBGE y datos de precipitación de INMET. Los datos adquiridos se procesaron en una plataforma SIG utilizando el clasificador supervisado Bhattacharya, el algoritmo r.watershed y el método SCS-CN. Los resultados fueron mapas de uso de la tierra y su cobertura, Escurrimiento superficial y tasa de Escurrimiento. A partir de los resultados, fue posible inferir que la suma de las características naturales, como el Relieve, el suelo y la precipitación, junto con factores antropogénicos, entre los que destaca la ocupación urbana desordenada, proporcionan un aumento en el Escurrimiento superficial que, además de provocar inundaciones en el perímetro urbano sugieren un mayor riesgo de erosión del suelo y degradación de el agua en el área de estudio.

Palabras clave: Escurrimiento Superficial; Hidrología; SIG; Río Subaé.

1. Introdução

As consequências da falta de planejamento têm afligido a população brasileira de forma drástica, principalmente nos últimos anos, com perdas socioeconômicas e ambientais significativas.

Segundo Macedo e Bertolini (2008), atualmente existe uma grande demanda por instrumentos que auxiliem a elaboração de diretrizes para o planejamento racional do uso e ocupação do solo, sendo necessário para isso, conhecer os elementos que constituem a base física das paisagens, de modo a diagnosticar as principais potencialidades e fragilidades do meio.

Para isso, a unidade fundamental adotada é a Bacia Hidrográfica (Brasil, 1997). Compreender os processos hidrológicos que ocorrem nessa unidade da paisagem é fundamental nos estudos ambientais, na gestão dos recursos hídricos e em projetos de obras hidráulicas, pois o tempo em que a água permanece nas diversas partes da hidrosfera influencia, entre outros, a disponibilidade hídrica, a ocorrência de inundações e a dinâmica de elementos, nutrientes e poluentes (Zanetti, et al., 2009).

O monitoramento dos processos hidrológicos em uma bacia hidrográfica é complexo (Beskow, et al., 2009; Krolow, et al., 2017), apresentando limitação quanto a métodos que permitam estimar o efeito dos diversos fatores que interferem no processo de produção de escoamento superficial, adaptados às condições edafoclimáticas brasileiras (Zanetti, et al., 2009).

Ao longo dos anos vários modelos tem sido desenvolvidos e aplicados à modelagem hidrológica, (Pontes, et al., 2015; Rocha Filho, 2010; Rodrigues, et al., 2018) sendo capazes de representar processos do ciclo hidrológico através de equações matemáticas (Pontes, et al., 2015).

Porém, os modelos hidrológicos exigem uma grande quantidade de informação, possuindo entraves relacionados às variáveis utilizadas para gerar resultados, principalmente, a indisponibilidade de dados meteorológicos e/ou de vazão (Oliveira, et al., 2013), uma vez que apenas 17% dos rios brasileiros estão cadastrados no Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (Machado, 2017).

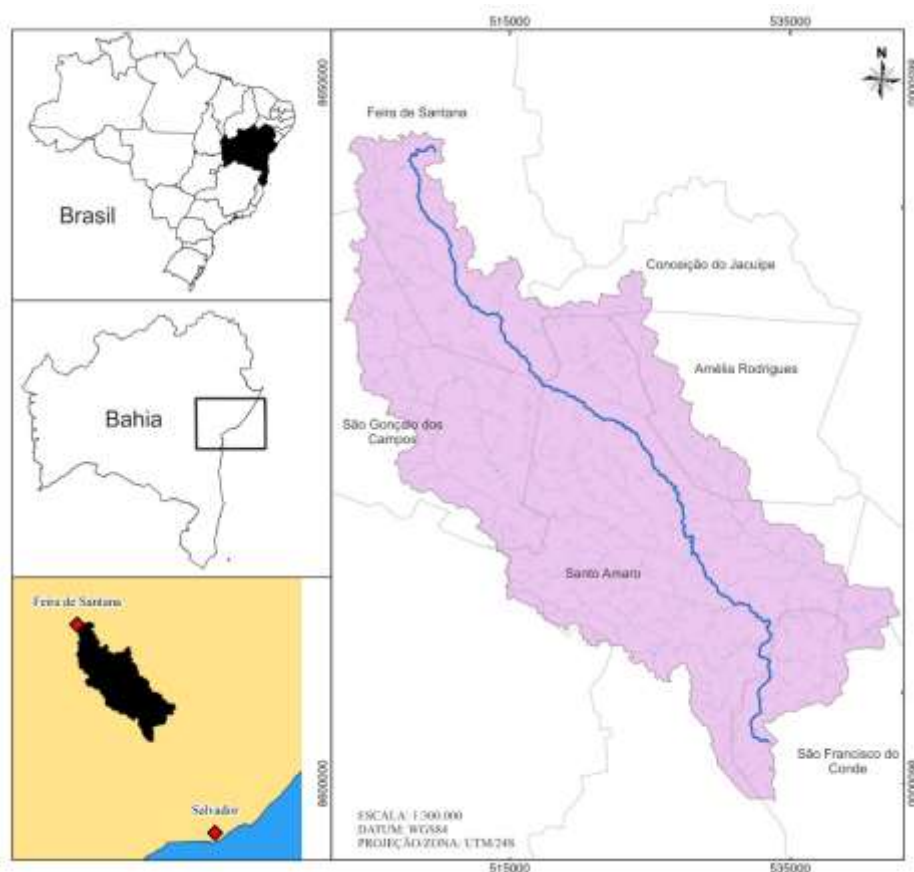
Nesse sentido, a modelagem em ambiente SIG tem sido fundamental para o desenvolvimento de modelos cada vez mais sofisticados (Veith, et al., 2010), representando um novo enfoque no processamento de dados e informações geográficas, com a integração de vários campos do conhecimento (Silva, 2003) possibilitando seu emprego nas mais diversas áreas.

Sendo capazes de armazenar, organizar, correlacionar e manipular uma grande quantidade de dados espaciais e alfanuméricos (Magalhães, 2012), os SIGs permitem, dependendo da acurácia do banco de dados (Silva, 2003) o desenvolvimento de estudos hidrológicos com resultados satisfatórios. Nessa perspectiva, o presente estudo objetivou gerar modelos hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Subaé, em ambiente SIG, utilizando como base o método Curva Número (CN).

2. Metodologia

Com nascente em Feira de Santana e foz na Baía de Todos os Santos (BTS), a Bacia Hidrográfica do Rio Subaé – BHRS (Figura 1) tem sua área distribuída percentualmente entre os seguintes municípios: Feira de Santana - 16,4%, São Gonçalo dos Campos - 19,8%, Santo Amaro da Purificação - 45,3%, São Francisco do Conde - 7,6%, Conceição do Jacuípe - 1,6% e Amélia Rodrigues - 7,7%.

Figura 1 – Localização da BHRS.



Fonte: Autores.

Para modelar a dinâmica dos padrões de drenagem foram utilizadas a cena do MDE ALOS/ PALSAR, 25745/6930, a imagem LC08_L1TP_216069_20171228 do Landsat8/OLI e arquivo vetorial de solos na escala 1:250.000 do IBGE (Quadro 1).

Quadro 1 – Banco de Dados, Modelagem Hidrológica.

DADO	CENA/ RECORTE	ESCALA/ RESOLUÇÃO ESPACIAL	FONTE
MDE ALOS/PALSAR	25745/6930	12,5M	Alaska Satellite Facility
CENA LANDSAT 8	LC08_L1TP_216069_20170619	30M	USGS
Shape solos 1:250.000	SD24_Pedologia	1:250.000	IBGE

Fonte: Autores.

No QGIS, o MDE, foi pré-processado com o intuito de remover os pontos vazios, assim utilizou-se a interpolação

através dos vizinhos mais próximos. Após esta etapa foi realizada a Correção Radiométrica, reduzindo para 16bit o arquivo processado.

O modelo digital de elevação foi processado através do algoritmo r.watershed, utilizando o valor de 1.406m² para o menor valor de bacia, valor correspondente à área dos 9 pixels utilizados para a análise do algoritmo. Com resultados, são gerados os arquivos matriciais: Direção de drenagem, Microbacias, Linhas de Fluxo e Declividade.

O vetor de solos foi convertido para raster com resolução espacial de 50m, mesmo procedimento realizado para todos os arquivos. O método de classificação do uso e cobertura do solo utilizado foi o classificador por regiões Bhattacharya. Para o tal, as imagens foram segmentadas no software Spring 5.5 utilizando os parâmetros: Similaridade 8 e área 12. Após a segmentação, as amostras foram selecionadas de modo a obter-se a menor interação entre as classes.

As áreas sujeitas a erosão foram calculadas através do método Curva Número (CN) proposto pelo Serviço de Conservação do Solo (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (Mishra & Singh, 2003; Sartori, et al., 2005). Esse método permite classificar os tipos de solo de acordo com a permeabilidade e combina-los com a cobertura, o que permite a geração de uma escala centesimal, com valores onde o zero (0) representa nenhuma infiltração e cem (100) representa máxima retenção.

Os solos presentes na parte alta são: Planossolo Hálpico, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Chernossolo e Argissolo vermelho, ocupando 0,19%, 54,59%, 18,71%, 8,48%, 0,02% e 0,30% da bacia, respectivamente. Já na parte baixa encontram-se os solos Gleissolo Tiomófico, Vertissolo Ebânico e Vertissolo Hálpico, com ocupação de 2,25%, 8,28% e 5,78 da bacia, respectivamente.

Os valores de CN adotados foram compilados dos seguintes autores: Sartori (2005), Soares, et al. (2017), Sukmahartati (2018) e Tucci (1993), adaptados para as classes de uso do solo utilizadas nesta pesquisa (Quadro 2).

Quadro 2 - Valores CN.

USO DO SOLO	GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO			
	A	B	C	D
Mangue	98	98	98	98
Agricultura	62	71	78	81
Corpos D'água	100	100	100	100
Pastagem	25	59	75	83
Florestas e/ou Silvicultura (condição normal)	36	60	70	76
Áreas urbanas	77	85	90	92
Solo Exposto	68	79	86	89

Fonte: Adaptado de Santana (2018).

Tendo em vista que a declividade do terreno influencia da taxa de escoamento superficial, utilizando as classes de relevo da EMBRAPA (1979, p. 27), foi definida por Santana (2018) valores para o índice d, proporcional à declividade, onde, quanto maior a declividade mais próximo de 1 é o valor (Quadro 3).

Quadro 3 - Índice de Declividade.

Plano (0° – 3°)	Suave ondulado (3°-20°)	Ondulado (20°-45°)	Fortemente ondulado (>45°)
0.1	0.35	0.80	1

Fonte: Santana (2018).

Os valores de CN e d foram utilizados nas seguintes equações:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (1)$$

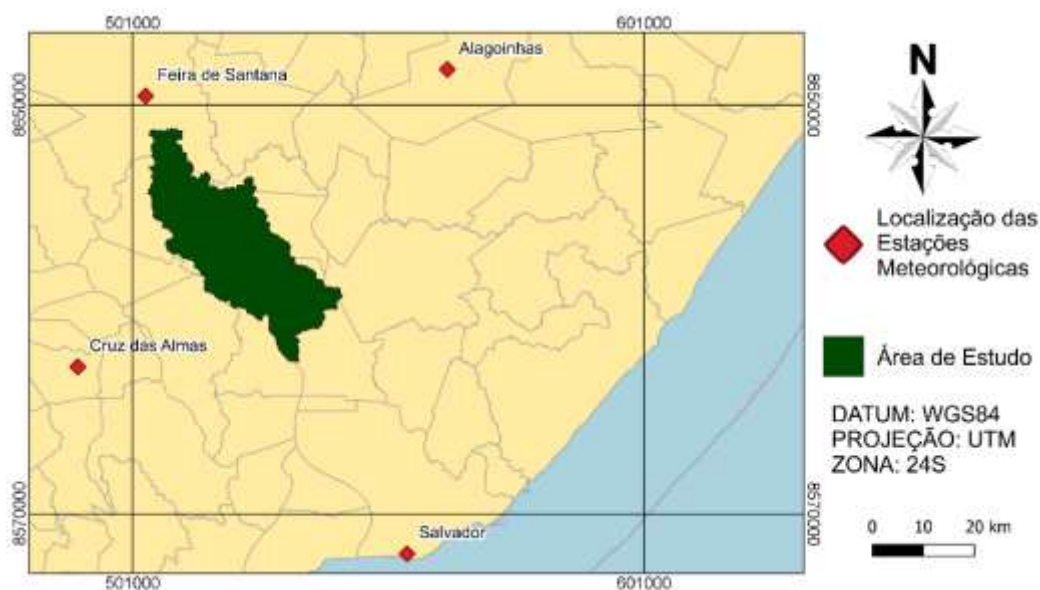
$$\alpha = d \frac{CN}{100} \quad (2)$$

Onde S é a retenção máxima do solo, que estabelece a capacidade que o solo tem para absorver a água em função de sua cobertura, e α o coeficiente de escoamento por declividade, que relaciona o escoamento superficial com a declividade, o solo e a ocupação do terreno. Com a espacialização dos valores de retenção, associados à influência da declividade, foi calculada a Infiltração Cumulativa F.

$$F = \frac{S \times P}{S + P} \times (1 - \alpha) \quad (3)$$

Observando que F é obtido através da relação normalizada com a precipitação, foi gerado o gradiente de precipitação através dos dados das estações meteorológicas mais próximas. Foi utilizada a média das precipitações totais anuais para o período 1999-2017, segundo os dados obtidos no INMET. Foram utilizadas as estações de Salvador, Alagoinhas, Feira de Santana e Cruz das Almas. Para interpolação dos dados pluviométricos, foi utilizada a Krigagem Ordinária alocando os dados em um raster com resolução espacial de 50m (Figura 2).

Figura 2 – Localização das Estações Meteorológicas.



Fonte: Autores.

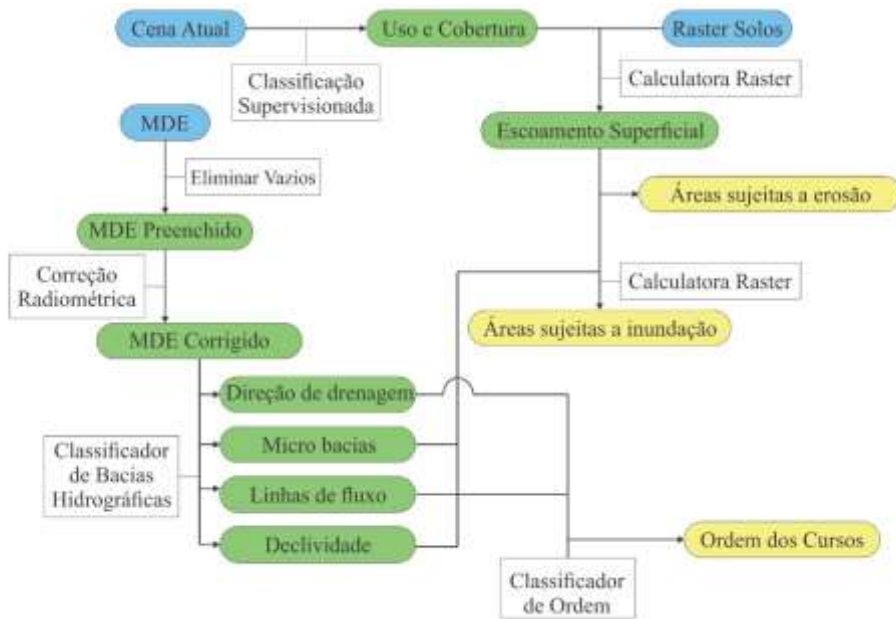
Extraindo a Infiltração Cumulativa da Precipitação, obtém-se o Escoamento Superficial Dinâmico - Q, o qual, quando relacionado com a precipitação pode estabelecer a Taxa de Escoamento - C.

$$Q = P - F \quad (4)$$

$$C = \frac{P}{Q} \quad (5)$$

Na Figura 3 abaixo pode ser consultado o fluxograma com as etapas metodológicas dessa pesquisa.

Figura 3 – Fluxograma: Modelagem da Dinâmica dos Padrões de drenagem.



Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

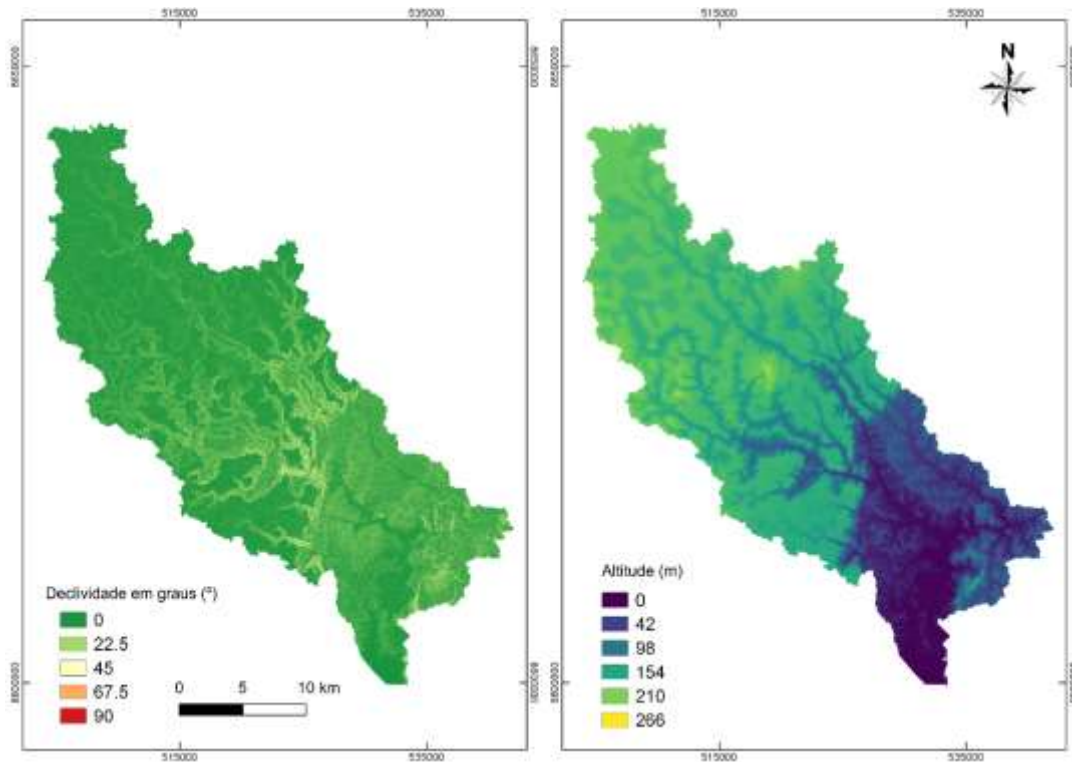
Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Subaé (BHRS)

As características físicas de uma bacia hidrográfica possuem grande influência no comportamento das variáveis hidrológicas, principalmente aquelas que estão diretamente relacionadas à conservação dos recursos hídricos, como o escoamento superficial (Santos, et al., 2017).

Dessa forma, foi inicialmente feita uma caracterização física da BHRS obtendo-se a área aproximada de 674 Km², podendo ser considerada como uma bacia de tamanho médio (300Km² até 2.000Km²) (Collischonn, 2001) e perímetro de 281 km, possuindo no total 875 km de rede de drenagem, dos quais 71 km pertencem ao curso principal do Rio Subaé.

Observando a declividade, seguindo a classificação proposta pela EMBRAPA (1979, p. 27), o relevo foi classificado da seguinte forma: 41,559% como plano, 56,257% suave e ondulado, 2,174% ondulado e 0,009% Fortemente ondulado (Figura 4) com as maiores declividades ocorrendo na transição entre a parte alta e baixa da BHRS.

Figura 4 – Variáveis do relevo da BHRS.



Fonte: Autores.

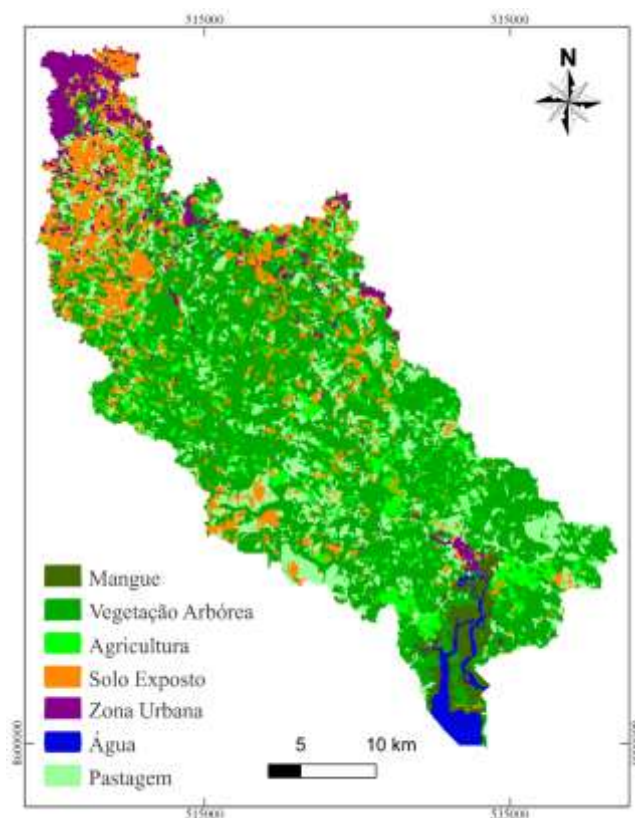
Através do relevo, pode-se dividir a BHRS em duas partes, uma divisão bastante expressiva devido às características geomorfológicas da região, com os Tabuleiros Interioranos na parte alta e a Baixada do Recôncavo apresentando os menores valores de altitude (IBGE, 2018; Motta, 2017), essa última, fazendo parte da Bacia Sedimentar do Recôncavo, formada por planícies raramente ultrapassando os 200 m de altitude (Dominguez & Bittencourt, 2009).

Os solos da BHRS foram classificados em três grupos hídricos segundo a classificação proposta por Sartori et al. (2005), sendo obtidos solos pertencentes às classes A, C e D. Com menor extensão (cerca de 57,2 km²), os solos da classe A, situam-se no sudoeste da BHRS participando de 8,6% da área total. Já os solos pertencentes ao grupo C estão localizados proeminentemente nas partes altas da BHRS e ocupam 74,6%, esta é a classe predominante na bacia e acompanha o Rio Subaé da nascente até a Foz.

Situados na parte baixa, os solos da classe D estão presentes desde a transição entre alto e baixo Subaé até a Bacia de Todos os Santos - BTS, sendo sua participação de 16,8%.

Na classificação de uso e cobertura da BHRS, as classes: Mangue, Vegetação, Agricultura, Solo Exposto, Zona Urbana, Água e Pastagem, obtiveram 2,63%, 51,73%, 8,06%, 13,79%, 5,46%, 1,84% e 16,48% de ocupação respectivamente (Figura 5).

Figura 5 – Uso e Cobertura da Bacia Hidrográfica do Rio Subaé no ano de 2017.



Fonte: Autores.

Dinâmica Hidrológica da BHRS

Como o comportamento hidrológico de uma bacia ocorre em função de suas características geomorfológicas e do tipo de cobertura (Santos, et al., 2017), para simular o comportamento hidrológico da BHRS, foi gerada a Infiltração cumulativa - F com os valores de CN, determinados com base na intersecção das Classes Hídricas de Solos e do Uso e cobertura da terra (Quadro 4).

Quadro 4 – Valores de CN para BHRS.

Solo	Mangue	Vegetação	Agricultura	Solo Exposto	Zona Urbana	Água	Pastagem
a	*	25	36	68	*	100	62
c	98	70	75	86	90	100	75
d	98	76	81	89	92	100	83

Fonte: Autores.

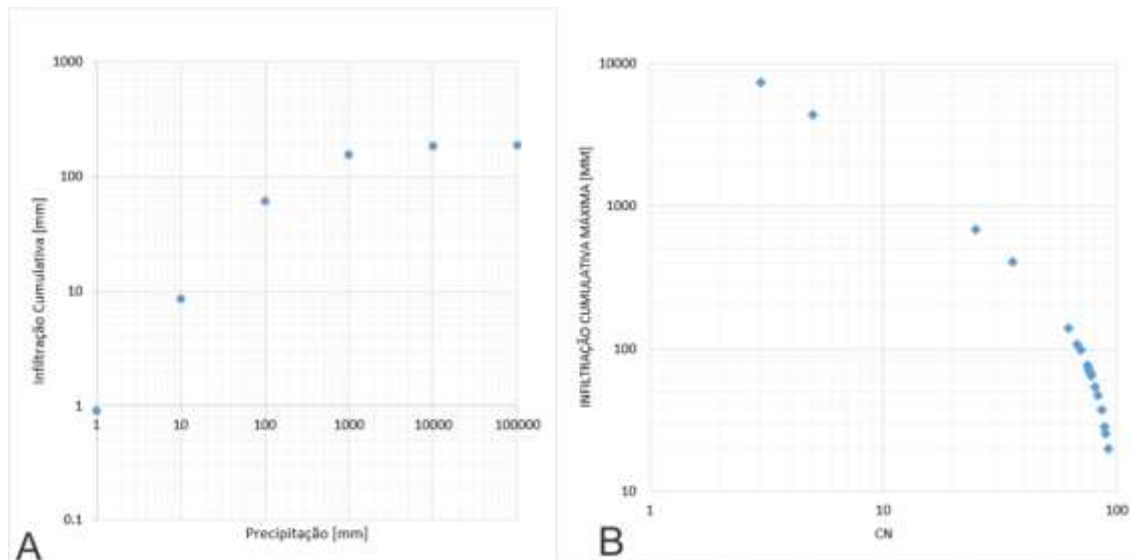
O índice CN demonstra através de uma escala centesimal a relação que a utilização de determinado tipo de solo tem com a capacidade de retenção de água, dessa forma, as classes mais impermeáveis apresentam CN mais elevados, indicando, portanto, menor potencial de infiltração e maior escoamento superficial da água (Rodrigues, et al., 2018). Por parte dos Solos, na transição de classe de A à D diminui-se a tendência do solo no que tange a retenção de água, fator que favorece tanto o escoamento superficial quanto a erosão (Sartori, et al., 2005).

Na área de estudo pode-se observar os seguintes casos: elevado valor da CN na zona da nascente, alavancado pela ocupação por zona urbana e solo exposto; zona ocupada pelo Latossolo Amarelo de classe A possuindo valores reduzidos de CN; e a parte baixa possuindo os maiores valores de CN associados a ocupação do solo pelos mangues, que segundo Bonfim,

et al. (2014), por estarem em uma área de influência das marés, são periodicamente inundados levando a formação de solos mal drenados.

A Infiltração cumulativa (F), apresentou máximos e mínimos semelhantes à retenção Máxima (S), que por sua vez são opostos ao índice CN. O comportamento de F é logarítmico, com valor de máximo definido exclusivamente pelo índice CN, assim a partir de certo ponto toda precipitação será convertida em escoamento superficial (Figuras 6a e 6b).

Figura 6 – Comportamento da Função Infiltração Cumulativa (A) e Influência de CN na Infiltração Cumulativa (B).



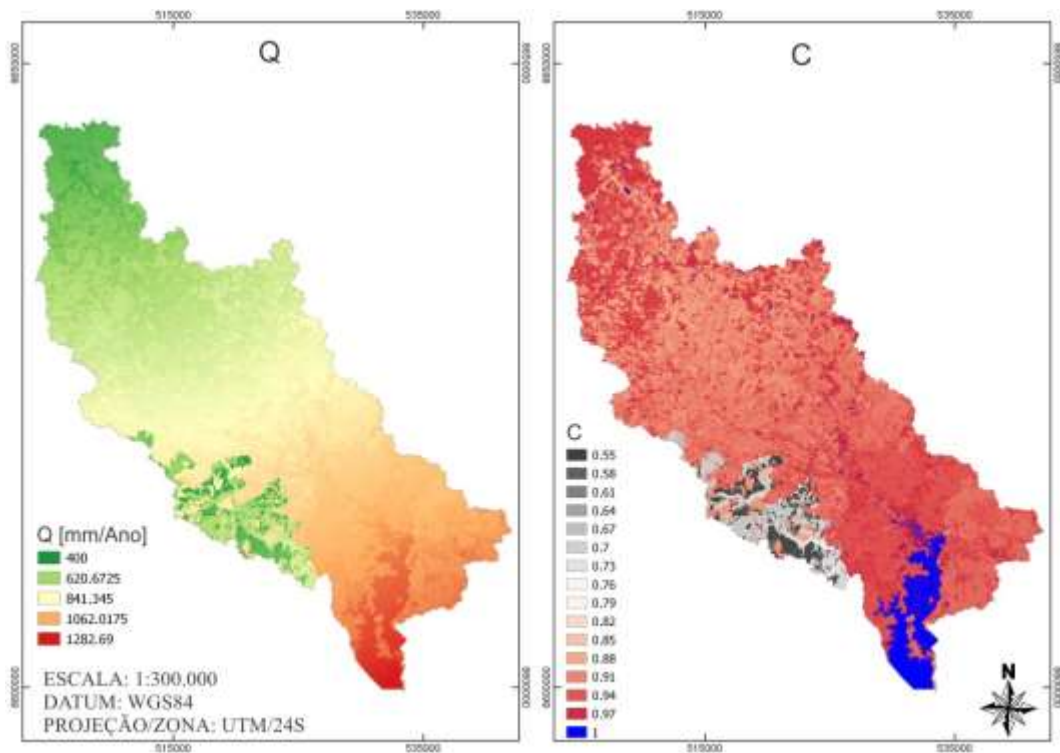
Fonte: Autores.

Conhecer a dinâmica do escoamento superficial é de suma importância nas ações que visam a conservação da água e do solo (Alencar, et al., 2006). Nesse sentido, na modelagem do escoamento superficial (Q) para a BHRS destacaram-se os altos valores de escoamento para os mangues uma vez que se trata de solos saturados (Bonfim, et al., 2014), a da diferença entre o solo classe A em relação aos demais (Sartori, et al., 2005), além dos altos valores nos corpos hídricos onde toda a precipitação é convertida em escoamento.

Ao avaliarmos o escoamento, a influência da precipitação é ainda mais notável (gradiente de precipitação crescente no sentido Nascente-Foz), assim, embora as classes de cobertura e tipo de solo forneçam valores elevados de CN na zona da nascente, o escoamento superficial é menor, por outro lado, a elevada taxa de precipitação supera a infiltração máxima dos tipos de solo da foz, tornando difícil a dissensão entre os solos das classes C e D.

Segundo Alencar et al. (2006), apesar da ocorrência do escoamento superficial não ser explicada pela influência de uma única variável, os maiores valores de escoamentos estão sempre associados a valores elevados de precipitação. Dessa forma, a relação entre a Precipitação e o Escoamento Superficial (calculado com base nos valores CN), permitiram inferir quanto do volume precipitado efetivamente escoou (Taxa de escoamento – C, Figura 7).

Figura 7 - Escoamento Superficial (Q) e Taxa de Escoamento para a BHRS (C).



Fonte: Autores.

As maiores taxas de escoamento se encontram na parte baixa, principalmente em virtude da precipitação (Alencar, et al., 2006), seguidas pelas ocupações por solo exposto e zona urbana próximas à nascente e em solos do tipo C.

Somando-se os fatores: Relevo de proximidade ao nível do mar e baixa altitude; Classe hídrica de solo facilitadora do escoamento superficial; ocupação por zona urbana conflituosa; tendência elevada a precipitação e convergência de todo o fluxo da bacia, é possível compreender as enchentes e alagamentos na cidade de Santo Amaro ocorridas no ano de 1989, 2010 e 2015 (Bahia, 2011, p. 44; Borges et al., 2017; Jornal Correio, 2015). Além dos relatos de inundações, o relatório da CPRM (Figura 8) classificou aproximadamente 570 mil m² como área inundável, onde na época habitavam aproximadamente 4 mil pessoas (Dias & Souza, 2014, p. 10).

Figura 8 – Áreas inundáveis segundo CPRM.



Fonte: Autores.

4. Conclusão

Por possuir os maiores valores de CN, tanto a zona da nascente, alavancado pela ocupação por zona urbana e solo exposto, quanto a parte baixa da BHRS, apresentam uma maior susceptibilidade ao escoamento superficial e consequentemente a erosão. Já as maiores taxas de escoamento superficial, na parte baixa, principalmente em virtude da precipitação, seguidas pelas ocupações por solo exposto e zona urbana próximos à nascente e em solos do tipo C, representam um importante fator ligado as frequentes inundações que ocorrem em perímetros urbanos próximos a Foz.

O conhecimento da dinâmica hidrológica faz-se fundamental para a gestão das bacias hidrográficas. Numa escala menor, a gestão territorial, ambiental, bem como o agronegócio, também podem se favorecer desses estudos, realizando a adequação do banco de dados à escala desejada, juntamente com a implantação de estações meteorológicas locais.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado em parceria com o Grupo de Tecnologia, Engenharia, Robótica e Física (G-TERF), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e fez parte do projeto: Desenvolvimento do Índice de Qualidade das Florestas de manguezais na Baía de Todos Santos (BTS), Bahia. Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/20170 (Processo 441389/2017-1).

Referências

- Alencar, D., Silva, C. L. D., & Oliveira, C. A. D. S. (2006). Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. *Engenharia Agrícola*, 26, 103-112.
- Bahia (2011). Elaboração do plano estadual de manejo de águas pluviais e esgotamento sanitário – PEMAPES: segundo bloco tomo ix - diagnósticos e levantamentos volume 6 - rds 21. RDS 21 – Recôncavo. <http://www.sih.ba.gov.br/arquivos/File/RDS21Reconcavo.pdf>
- Beskow, S., Mello, C. R. D., Coelho, G., Silva, A. M. D., & Viola, M. R. (2009). Estimativa do escoamento superficial em uma bacia hidrográfica com base em modelagem dinâmica e distribuída. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33, 169-178.
- Bomfim, M. R., Santos, J. A. G., Costa, O. V., Otero, X. L., Boas, G. D. S. V., Capelão, V. D. S., ... & Nacif, P. G. S. (2015). Genesis, Characterization, and Classification of Mangrove soils in the Subaé river basin, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39, 1247-1260.
- Borges, L., Araújo, N., Santos, P., & Nascimento, D. (2014). Estudo de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Subaé-Estado da Bahia. Artigo. Instituto de Geociências/UFBA.
- Borges, L. F. M. B., Fontes A. S. & Nascimento, D. M. C. (2017) Mapeamento da inundação de abril de 2010 para análise das áreas de risco na cidade de Santo Amaro, Bahia. XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva, 213-216.
- Lei nº 9.433, 9 de janeiro de 1997 (1997). Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm
- Dias, R. P., & Souza, J. L. M. D. (2014). Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa: Santo Amaro, Bahia. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos---Bahia-4873.html>
- Collischonn, W. (2001). Simulação hidrológica de grandes bacias. [Tese de doutorado não publicada]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Dominguez, J. M. L. & Bittencourt A. C. S. P. (2009). Geologia. In: Andrade, J. B. D. & Hatje, V. (Eds.), Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos (pp. 25-66). Edufba.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (1979). Sumula da X reunião técnica de levantamento de solos. (Rio de Janeiro, RJ). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.
- IBGE. (2018). Cidades: Extração Vegetal e Silvicultura. <https://cidades.ibge.gov.br/>.
- IBGE. (2018). Geomorfologia 1:250.000. ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/escala_250_mil/
- Jornal correio. (2015). Mil famílias ficaram desalojadas em Santo Amaro após enchente de rio, diz prefeitura. <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/mil-familias-ficaram-desalojadas-em-santo-amaro-apos-enchente-de-rio-diz-prefeitura/>
- Krolow, I. R. C., Pellegrini, A., Alvarez, J. R., Krolow, D. V., Troian, A., Santos, D. R., & Reichert, J. M. (2017). Fenômenos el niño e la niña em duas bacias hidrográficas na mesoregião centro ocidental rio-grandense: assentamento alvorada/El Niño and La Niña in two watersheds in Mesoregion Western Center Rio Grandense: Settlement Alvorada/El Niño y La Niña en dos cuencas en la Gran Región Occidental Centro de Río Grande: Asentamiento Alvorada. *Revista Nera*, (37), 294-316.

- Macedo, D. R., & Bertolini, W. Z. (2008). Abordagem conceitual-metodológica na definição de Unidades de Paisagem (UPs) para o município de Aimorés/MG: contribuições da geomorfologia para o planejamento ambiental. *Revista Geografias*, 41-53.
- Machado, A. R., et al. Avaliação do modelo J2000/JAMS para modelagem hidrológica em bacias hidrográficas brasileiras. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 22, 327-340.
- Magalhães, G. B. (2012). O Uso Do Geoprocessamento E Da Estatística Nos Estudos Ecológicos Em Epidemiologia: O Caso Da Dengue Em 2008 Na Região Metropolitana De Fortaleza. *Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 8(15).
- Mishra, S. K., & Singh, V. (2003). *Soil conservation service curve number (SCS-CN) methodology* (Vol. 42). Springer Science & Business Media.
- Motta, P. N. S. D., Gloaguen, T. V., Santos, M. S. T., Ferreira, A. T. S., & Motta, T. O. (2017). Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio subaé, Bahia, Brasil. *Ambiência*, 13(2), 470-485.
- Oliveira, P. T. S., Wendland, E., & Nearing, M. A. (2013). *Rainfall erosivity in Brazil: A review*. *Catena*, 100, 139-147.
- Pontes, P. R., Collischonn, W., Fan, F. M., Paiva, R. C., & Buarque, D. C. (2015). Modelagem hidrológica e hidráulica de grande escala com propagação inercial de vazões. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20(4), 888-904.
- Rodrigues, R. S. S., Bittencourt, G. M., & Fernandes, L. L. (2018). escoamento superficial em uma pequena bacia hidrográfica rural da Amazônia. *Revista Brasileira de Cartografia*, 70(2), 605-628.
- Santana, G. N. D. (2018). Influência das mudanças no uso e cobertura do solo na dinâmica do escoamento superficial na Bacia do Capivari-BA. [Dissertação de mestrado não publicada]. Universidade Estadual de Feira de Santana
- Santos, L. T. S. O., de Jesus, T. B., & Nolasco, M. C. (2014). Influência do uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais do rio Subaé, Bahia. *Geographia Opportuno Tempore*, 1(1), 68-79.
- Santos, L. P., Silva, L. G., Belissario, D. L., Targa, M. S., Cocco, M. D. A., & Almeida, A. A. (2017). Hidrogramas Para A Bacia Do Rio Rocinha No Município De Taubaté, SP. *Revista Técnica Ciências Ambientais*, 1(1), 1-13.
- Sartori, A., Lombardi Neto, F., & Genovez, A. M. (2005). Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 10(4), 05-18.
- Silva, A. B. (2003). Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Editora Unicamp.
- Soares, M. R. G. D. J., Fiori, C. O., Silveira, C. T. D., & Kaviski, E. (2017). Eficiência do método curve number de retenção de águas pluviais. *Mercator* (Fortaleza), 16.
- Sukmahartati, P. (2018). "Rainwater Harvesting System Scenario Analysis on Runoff Reduction Potential in Surabaya, Indonesia: A Geospatial Analysis for Brantas Hilir Watershed". *Civil Engineering Theses, Dissertations, and Student Research*, 126, <http://digitalcommons.unl.edu/civilengdiss/126>
- Tucci, C. E. (1993). *Escoamento superficial. Hidrologia: ciência e aplicação*, 4, 391-441.
- Veith, T. L., Van Liew, M. W., Bosch, D. D., & Arnold, J. G. (2010). Parameter sensitivity and uncertainty in SWAT: A comparison across five USDA-ARS watersheds. *Transactions of the ASABE*, 53(5), 1477-1486.
- Zanetti, S. S., Silva, J., Sousa, E. F., de Oliveira, V. D. P., & Almeida, F. T. D. (2009). Modelagem hidrológica em microbacia hidrográfica Parte I: Aprimoramento do modelo HidroBacia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13, 429-434.