



ANÁLISE COMPARATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DO PARÂMETRO CN (CURVE NUMBER) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACOLOMI, CEARÁ, ENTRE OS ANOS DE 1990, 2005 E 2020.

Ulisses Costa de Oliveira¹; Edilson Holanda Costa Filho²; Ana Maria Maia³; Cleverton Caçula de Albuquerque⁴; Priscila Soares Mendonça⁵; Natália Pinheiro Xavier⁶; Willian Richard de Souza Cidral⁷; Wartyson Douglas Santos de Menezes⁸; Izaías de Souza Silva⁹; Carlos Alberto Mendes Junior¹⁰

RESUMO: O método Curve Number (CN) tem sido amplamente utilizado para estimar o escoamento superficial a partir de eventos de chuva no Brasil. O presente trabalho realizou uma análise comparativa, do parâmetro CN (Curve Number) e do uso e cobertura da terra entre os anos de 1990, 2005 e 2020, na Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI), localizada no estado do Ceará, Brasil. Para isto, foram utilizados dados de uso e cobertura do solo para os referidos anos, além de dados espaciais referente à pedologia na área de estudo. Os dados de uso e cobertura foram relacionados com as classes hidrológicas dos solos. Os resultados mostraram que a BHRI apresenta CN médio de 61,59. Os valores mostram que apesar de pouco urbanizada, a bacia apresenta, em razão dos solos que a compõem, tendência ao aumento do escoamento superficial, devendo, portanto, ser controladas as formas de uso, de forma que se evitem práticas que convertam cobertura florestais em usos que promovam a exposição do solo ou sua impermeabilização. Como resultado final foram gerados mapas de CN para a bacia objeto do estudo.

Palavras-Chave – Escoamento superficial; Bacia hidrográfica; Geotecnologias.

^{1,2}) Universidade Federal do Ceará. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici - Bloco 713. CEP: 60455-760 - Fortaleza-CE-Brasil, Fone: +55 (85) 3366 9624, e-mail: ¹ucoliveira@msn.com / ² edilsonholanda@gmail.com ^{3,4,5,6,10}) Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. Rua Jaime Benévolo, 1400, Bairro de Fátima, CEP: 60050-155 – Fortaleza-CE-Brasil, Fone: +55 (85) 3254 3083, e-mail: ³maiance@yahoo.com.br / ⁴clevertoncacula@gmail.com / ⁵prisciladede@yahoo.com.br / ⁶nataliapxavier@gmail.com / ¹⁰ albertojunior.m@hotmail.com ⁷) Universidade Estadual de Joinville. R. Paulo Malschitzki, 200 - Zona Industrial Norte, Joinville - SC, 89219-710 +55 (47) 3481-7900 willian.richard.cidral@gmail.com. / ⁸) Universidade Federal de Sergipe. Departamento de ciências florestais. Avenida Marechal Rondon, S/N - Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000. Tel. (79) 3194-6980, e-mail: ⁸wartyson@outlook.com ⁹) Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Br 153 Quadra Área Km 99 Zona Rural, Anápolis - GO, CEP: 75132-903, e-mail: ⁹izaiasdesouzasilvaa@gmail.com.



INTRODUÇÃO

A geração de escoamento superficial é um processo complexo controlado por características de captação, incluindo uso e manejo da terra, solo, topografia e litologia (ZHANG et al., 2018). É um processo hidrológico que possui um alto grau de variabilidade temporal e espacial (LEMMA et al., 2018).

O Método Curve Number (Método CN) foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação dos Solos (SCS) dos EUA desde a década de 1930, a partir da necessidade de conhecimento dos processos hidrológicos (escoamento superficial e capacidade de armazenamento de água pelo solo) em bacias hidrográficas de pequeno porte, constituindo uma ferramenta auxiliar para pesquisadores e para gestores na conservação dos solos e dos recursos hídricos. Percebeu-se a necessidade de obtenção de dados hidrológicos e o estabelecimento de procedimentos simples para a estimativa das taxas de escoamento superficial em bacias hidrográficas (CARVALHO e RODRIGUES, 2021). O método CN, conceitual e empírico, é simples com apenas um parâmetro CN, tornando-o o método mais utilizado para o cálculo do escoamento com base em eventos de chuva (LAL et al., 2019).

De acordo com Anjinho et. al. (2018) o parâmetro adimensional CN varia de 0 a 100, de forma que valores próximos de 100 representam uma condição limite de uma bacia completamente impermeável, com taxa de retenção igual a zero. Já valores próximos de zero indicam alta taxa de retenção de água, representando bacias muito permeáveis, onde não há escoamento superficial, independentemente da quantidade de chuva acumulada.

A metodologia (SCS, 1972) é utilizada para converter o volume de precipitação em volume de escoamento superficial através da equação 1 (REZENDE, 2018):

$$Q = \frac{\left(P - 0,2\left(\frac{25400}{CN} - 254\right)\right)^2}{\left(P - 0,8\left(\frac{25400}{CN} - 254\right)\right)} \quad (1)$$

Onde **Q** - Volume de água pluvial escoada (mm) **P** - Volume de precipitação (mm)
CN – Curve Number (adimensional).

Nesse contexto, o presente trabalho se propôs a realizar uma análise comparativa, bem como espacializar o parâmetro CN (*Curve Number*) entre os anos de 1990, 2005 e 2020, na Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI), localizada no estado do Ceará, Brasil. Para isto, foram utilizados dados de uso e cobertura do solo para os referidos anos, além de dados espaciais referente à pedologia na área de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI), com área de aproximadamente 1.060 km², pertencente à região hidrográfica do rio Coreaú, inserida na porção norte do estado, na macrorregião Noroeste Cearense, compreendendo os municípios de Uruoca, Granja, Tianguá e Viçosa do Ceará (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 3°16'33.75"S / 41°9'40.29"O e 3°49'53.98"S / 40°48'32.05"O.

De acordo com Guimarães (2020), a área da BHRI localiza-se no domínio de clima semiárido, com período chuvoso irregular e um período seco prolongado, abrangendo dois tipos climáticos: Tropical Quente Semiárido e Tropical Quente Subúmido. Assenta-se sobre duas morfoesculturas bastante distintas: Depressão Sertaneja e Planalto da Ibiapaba. No contexto dos domínios morfoesculturais, identificam-se quatro unidades geomorfológicas: Depressão Sertaneja, Planície Fluvial, Serras Subúmidas e Planalto da Ibiapaba. Quanto à fitoecologia, na área ocorrem as seguintes



unidades fitoecológicas: Caatinga Arbustiva Aberta; Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea); Carrasco; Complexo Vegetacional da Zona Litorânea; Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca); e Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio Nebular (Mata Úmida). No tocante à pedologia, os principais solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI) por área de abrangência: Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos e Planossolos Nátricos.

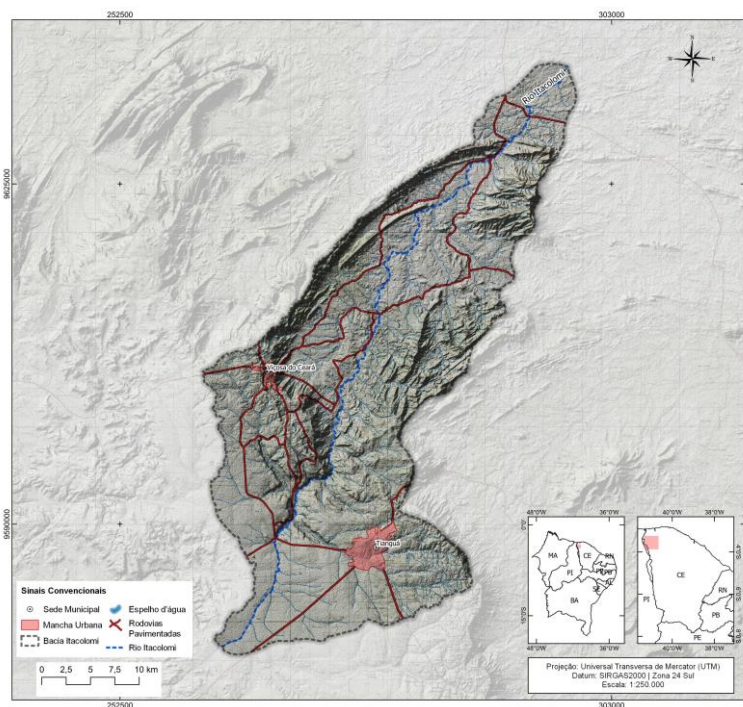


Figura 1 – Localização da BHRI.

A aquisição dos dados espaciais utilizados na presente pesquisa ocorreu conforme a seguir: os dados de pedologia foram adquiridos da Fundação Cearense de Meteorologia – FUNCEME; o modelo digital de elevação ALOS/PALSAR foi adquirido gratuitamente da Agência Japonesa e Exploração Aeroespacial – JAXA; os dados de uso e cobertura da terra foram adquiridos do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas).

Quanto aos limites da BHRI, estes foram extraídos a partir do MDE ALOS/PALSAR, por meio dos procedimentos implementados no *software* QGIS versão 3.16.13 - Hannover, por meio das ferramentas de análise hidrológica do terreno componentes do *System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA GIS)*.

A metodologia SCS-CN classifica os solos em quatro grandes grupos, conforme sua capacidade de infiltração e produção de escoamento superficial, classificados em A, B, C ou D, representando um acréscimo do escoamento nessa mesma ordem (ANJINHO et. al., 2018). A classificação dos grupos hidrológicos dos solos seguiu as diretrizes estabelecidas por Sartori, Lombardi Neto e Genovez (2005). Os solos do grupo hidrológico A são solos muito profundos (> 200 cm), com alta taxa de infiltração e resistência e tolerância a erosão, solos porosos com baixo gradiente textural (<1,20), textura média, solos bem drenados ou excessivamente drenados. Os solos do grupo B são solos profundos (100 a 200 cm), com moderada taxa de infiltração e resistência e tolerância a erosão, solos porosos variando com gradiente textural variando entre 1,20 e 1,50, textura arenosa ao longo do perfil ou de textura média. Os solos do grupo C são Solos profundos (100 a 200 cm) ou pouco profundos (50 a 100 cm), baixa taxa de infiltração e baixa resistência a erosão, são solos



com gradiente textural maior que 1,50, solos associados a argila de atividade baixa (Tb). Por fim, os solos do grupo D são solos de taxa de infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência a erosão, solos rasos (< 50cm), solos pouco profundos associados a mudanças textural abrupta, solos argilosos associados à argila de atividade alta (Ta), solos orgânicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 2, a área da BHRI compreende seis classes pedológicas abrangendo uma área de 1.060 km². As classes mais representativas na bacia são Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, ambas classificadas no grupo hidrológico A totalizando 411,36 km² (38%). Os Argissolos Vermelho-Amarelos compreendem 31% da área total da bacia, somando 329,29 km², sendo classificados no grupo hidrológico B. Os Neossolos Litólicos e Planossolos Nátricos, ambos classificados no grupo hidrológico D, abrangem 277,41 km² (26%) da BHRI. Por fim, a classe de solos Neossolos Flúvicos abrange 4% da área (42,93 km²), sendo classificados no grupo hidrológico C.

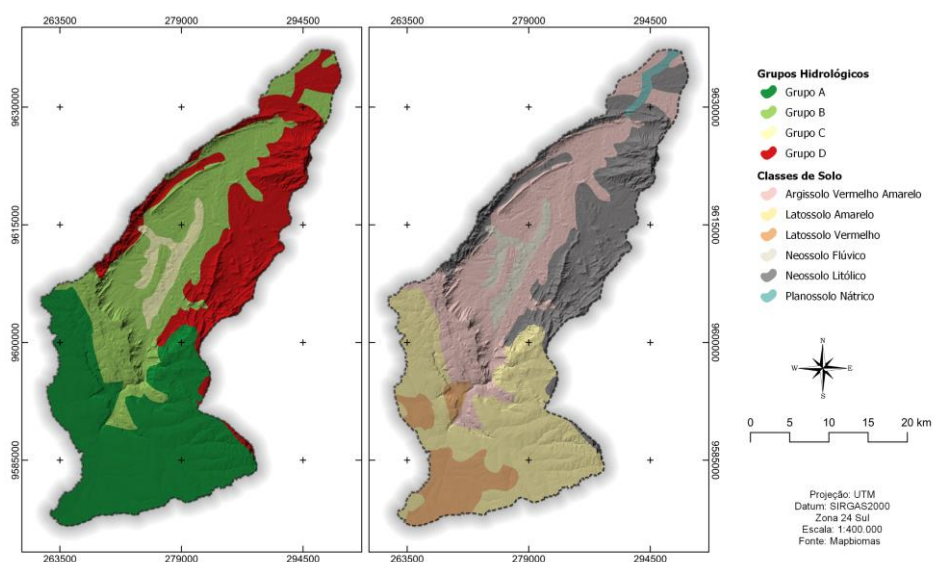


Figura 2 – Grupos hidrológicos dos solos e suas classes na BHRI.

Quanto à dinâmica do uso e cobertura da terra na BHRI, ao longo dos anos de 1990, 2005 e 2020, conforme ilustrado na Figura 3, as classes de vegetação (formações florestal, savânica e campestre) apresentaram queda, ao passo que as classes de uso voltadas para pastagem e agricultura apresentaram aumento de suas áreas, evidenciando, mesmo que de forma pouco expressiva.

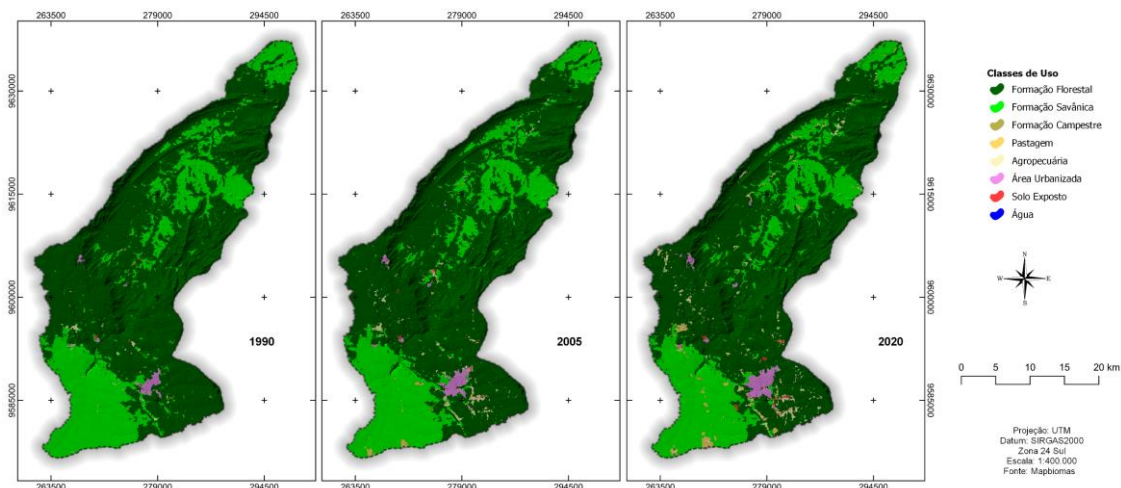


Figura 3 – Classes de uso e cobertura da terra na BHRI.

Nos anos de 1990 a 2005, as classes Formação Florestal e Formação Savânica apresentaram um decréscimo de 19,58 e 20,89 km², respectivamente. As classes Pastagem e Agropecuária, por sua vez, apresentaram incremento de 11,73 e 22,40 km², respectivamente, o que evidencia uma transformação no uso da terra a partir de atividades antrópicas. As áreas urbanas apresentaram crescimento de 3,75 km². Em relação aos anos de 2005 a 2020, as classes Formação Florestal e Formação Savânica mantiveram a tendência de queda em suas áreas, com 18,52 e 13,25 km², respectivamente, diferentemente das classes Pastagem, Agropecuária e Área Urbanizada que mantiveram os incrementos na ordem de 11,24, 15,18 e 3,82 km², respectivamente.

A classe que obteve o crescimento mais expressivo foi a Agropecuária com um aumento de 37,58 km² de 1990 a 2020, seguida pela classe Pastagem, com 22,97 km².

Na direção oposta, as classes Formação Florestal e Formação Savânica apresentaram redução de 38,10 e 34,13, respectivamente. Essas alterações, combinadas com os tipos de solo contribuem diretamente para redução da permeabilidade na bacia.

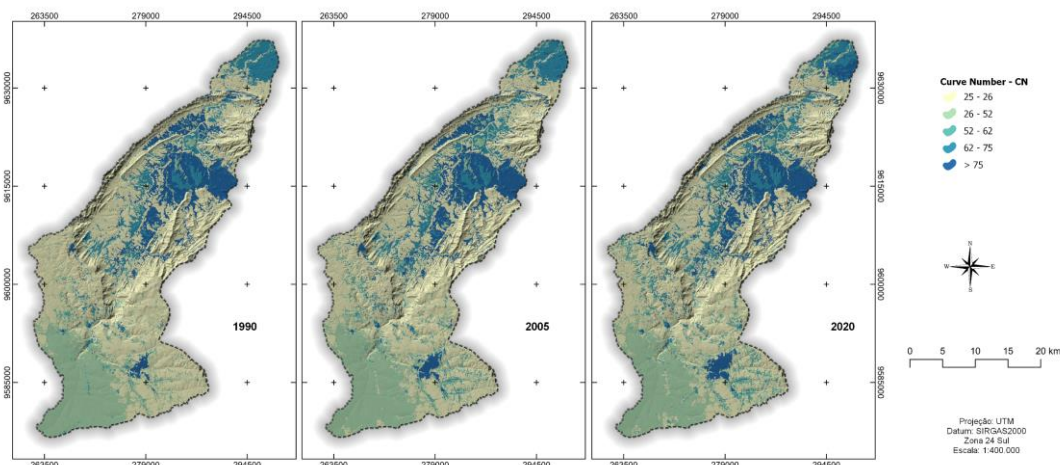


Figura 4 – Valores de CN na BHRI.

A Figura 4 mostra os valores de CN espacializados na BHRI. Ao longo dos três períodos analisados, predominam áreas com baixos valores de CN evidenciando uma bacia com baixo potencial de escoamento superficial e alta infiltração em mais de 60% do seu território, conforme pode-se verificar na Tabela 1.

Tabela 1 – Variação das classes de CN por área e percentual na BHRI

Classes de CN	Áreas (km ² /%)						Variação (km ²)	
	1990	%	2005	%	2020	%	1990 - 2005	2005 - 2020
< 26	654,93	0,62	642,83	0,61	631,18	0,60	-12,10	-11,65
26 - 52	190,00	0,18	177,69	0,17	169,44	0,16	-12,31	-8,25
52 - 62	10,85	0,01	27,34	0,03	38,20	0,04	16,49	10,86
62 - 75	89,15	0,08	98,13	0,09	98,52	0,09	8,98	0,39
> 75	115,08	0,11	114,02	0,11	122,67	0,12	-1,06	8,65
Média	60,74		61,86		62,16		-	

As áreas que apresentaram valores de CN maiores do que 75%, são aquelas ocupadas por áreas urbanizadas, como é o caso da mancha azulada (Figura 4) na porção sudeste da área, além daquelas compostas por Formações Savânicas assentadas sobre Neossolos Litólicos que se caracterizam por



serem de pouca profundidade e com presença de rochas, o que o caracteriza por uma taxa de infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência a erosão. Outro ponto importante é o fato de a bacia ser muito pouco urbanizada, o que favorece os processos de infiltração e redução do escoamento superficial.

CONCLUSÕES

Através do presente trabalho foi possível espacializar os valores de CN e evidenciar as áreas mais impermeáveis na BHRI com potencial de geração de escoamentos superficiais mais significativos.

A bacia, apesar de pouco urbanizada, apresenta, em razão dos solos que a compõem, tendência ao aumento do escoamento superficial, devendo, portanto, ser controladas as formas de uso, de forma que se evitem práticas que convertam cobertura florestais em usos que promovam a exposição do solo ou sua impermeabilização.

Por fim, o método contribui para o planejamento do território, podendo ser usado para promover usos que sejam adequados às características naturais da bacia de forma que se evitem processos erosivos e consequente degradação do meio físico afetando a qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

- ANJINHO, P. S.; BARBOSA, M.A.G.A.; SANTOS, A.R.; MAUAD, F.F. (2018). *Espacialização do Parâmetro Curve Number (CN) na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lobo para o período de 1985 e 2017*. In: XVI SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL, 2018, São Carlos. Anais [...]. São Paulo: PPG-SEA, 2009. 12 p.
- CARVALHO, F.; RODRIGUES, S. C. (2021). Método Curve Number – pesquisas e discussões dos parâmetros valor CN e abstração inicial. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 25, e31. <https://doi.org/10.5902/2236499447861>.
- GUIMARÃES, L.S. *Geoecologia das Paisagens: aportes para o planejamento ambiental na sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, Ceará, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Vale do Acaraú. Sobral, 2020.
- LAL, M., MISHRA, S. K.; KUMAR, M. (2019). Reverification of antecedent moisture condition dependent runoff curve number formulae using experimental data of Indian watersheds. *CATENA*, 173, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.09.002>.
- LEMMA, H., ADMASU, T., DESSIE, M., FENTIE, D., DECKERS, J., FRANKL, A., POESEN, J., ADGO, E.; NYSSSEN, J. (2017). Revisiting lake sediment budgets: How the calculation of lake lifetime is strongly data and method dependent. *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(3), 593–607. <https://doi.org/10.1002/esp.4256>
- REZENDE, V.S.; RIBEIRO, V.O.; MENDES, Y.S. (2018) *Determinação dos valores de número de deflúvio (CN) para o perímetro urbano de Dourados-MS*. In 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro 2018 Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 230-239.
- ZHANG, X., HU, M., GUO, X., YANG, H., ZHANG, Z.; ZHANG, K. (2018). Effects of topographic factors on runoff and soil loss in Southwest China. *CATENA*, 160, 394–402. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.10.013>.