

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS CHEIAS DO RIO CACHOEIRA, BAHIA, BRASIL

Naiah Caroline Rodrigues de Souza¹ ; Samara Fernanda da Silva², Janaina Maria Oliveira de Assis³; Andrea Sousa Fontes⁴, Luciano Matos Queiroz⁵

Abstract: In this study, it was analyzed the influence of changes in land use and cover on the floods of the Cachoeira River in Itabuna, BA. Daily rainfall data extracted from the Brazilian Daily Weather Gridded Data (BDWG) was used. The Anadem Digital Terrain Model, provided by the National Water Agency (ANA), and the CN (Curve Number) database, also from ANA, were also utilized. Flow simulations were performed using the HEC-HMS model. The extreme event chosen as the basis for evaluating the influence of land use and cover on floods was that which occurred in December 2021. For model ajust, the December 2007 event was selected. The results indicated that changes in CN were greater in the urban sub-basins of the Cachoeira River, with an increase of just over 7% between 1985 and 2022. Although numerically small, this increase raised the peak flow of the 2021 event hydrograph from 844.88 m³/s (with 1985 parameters) to 969.41 m³/s (with 2007 parameters), representing an increase of approximately 15%. Infiltration losses were greater in the simulation with the 1985 parameters, indicating that land use conditions at that time favored greater infiltration and runoff attenuation, thus reducing the risk of floods. Therefore, the study confirms the influence of changes in land cover and use on the increased magnitude of floods in the urban stretch of the Cachoeira River in Itabuna-BA, mainly due to urban expansion. The importance of monitoring and urban planning to mitigate disasters is reinforced.

Resumo: O presente estudo analisou a influência das alterações no uso e cobertura da terra nas cheias do rio Cachoeira em Itabuna -BA. Foram utilizados dados de chuva diária utilizados extraídos do *Brazilian daily weather gridded data* – BDWG, o Modelo Digital de Terreno Andem, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas – ANA, e a base de CN também da ANA. A simulação das vazões foi realizada utilizando o modelo HEC-HMS, e teve como evento extremo base, avaliação da influência do uso e cobertura da terra nas cheias, o ocorrido em dezembro de 2021. Para o ajuste do modelo, foi selecionado o evento de dezembro de 2007. Os resultados mostraram que as mudanças no CN foram maiores nas sub-bacias urbanas do rio Cachoeira, com aumento de pouco mais de 7% entre 1985 e 2022. Embora numericamente pequeno, o aumento elevou a vazão de pico do hidrograma do evento de 2021 de 844,88 m³/s (com parâmetros de 1985) para 969,41 m³/s (com parâmetros de 2007), representando um aumento de aproximadamente 15%. As perdas por infiltração foram maiores na simulação com os parâmetros de 1985, indicando que as condições de uso do solo daquela época propiciavam maior infiltração e atenuação do escoamento, reduzindo o risco de inundações. Pelo exposto, o estudo confirma a influência das alterações na cobertura e uso da terra no aumento da magnitude das cheias do rio Cachoeira no trecho urbano de Itabuna-BA, principalmente devido à

1) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente – PPGENAM/UFBA, Salvador, Bahia. Email: naih.carol@gmail.com

2) Professora do Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias - CCET/UFOB, Barreiras, Bahia. Email: samara.silva@ufob.edu.br

3) Posdoc do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente, Águas e Saneamento - MAASA/UFBA, Salvador, Bahia. Email: jmoassis@gmail.com

4) Professora do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente, Águas e Saneamento - MAASA/UFBA, Salvador, Bahia. Email: asfontes@ufba.br

5) Professor do Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente – PPGENAM/UFBA, Salvador, Bahia. Email: lmqueiroz@ufba.br

expansão da urbanização. Reforça-se a importância do monitoramento e planejamento urbano para mitigar desastres.

Palavras-Chave – Eventos perigosos, desastres, áreas de risco

INTRODUÇÃO

A dinâmica da cobertura e uso da terra em bacias hidrográficas está diretamente relacionada ao ciclo hidrológico. Isso se deve principalmente ao controle da infiltração e seus efeitos no fluxo de água superficial e subterrânea, interagindo assim com as vazões geradas na bacia em questão (Jaafar *et al.*, 2019).

Sendo assim, as mudanças provocadas pelo crescimento de áreas de pasto e monoculturas, com a consequente redução de áreas de floresta, e pela expansão urbana e impactam no regime hidrológico das bacias, aumentando o escoamento superficial, os picos de vazão e as inundações (Ferreira *et al.*, 2025).

Eventos extremos de chuva vem sendo registrados na última década, batendo recordes no mundo (Robinson *et al.* 2021) e no Brasil (Collischonn *et al.*, 2024; Kobiyama *et al.* 2023) e serão cada vez mais frequentes (IPCC, 2021).

Em um contexto de intensificação da ocorrência de eventos extremos de chuva, torna-se ainda mais relevante a compreensão da resposta das bacias hidrográficas que é o resultado da interação da chuva com a sua cobertura e uso da terra citados, relevo, pedologia e forma.

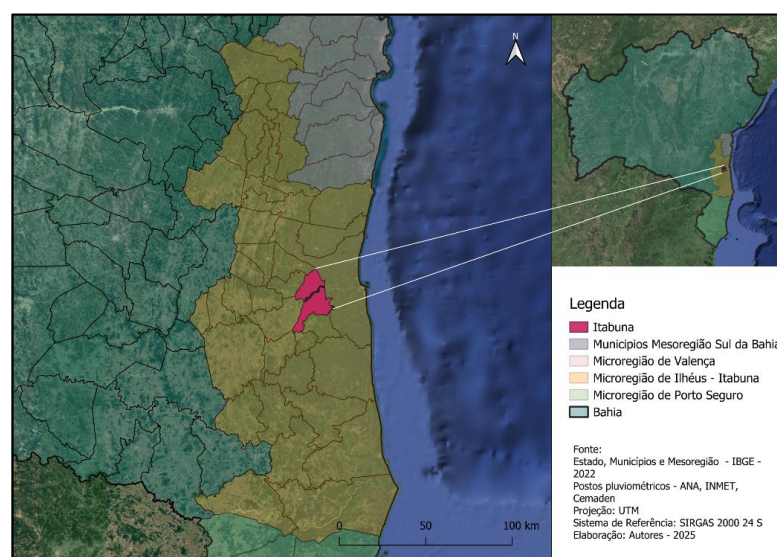
O município de Itabuna, Bahia, Brasil, se insere nesse contexto, visto que, historicamente é atingido por cheias do rio Cachoeira que atravessa todo o seu território e centro urbano, trecho no qual é revestido e possui seu curso natural interrompido por barramentos em diversos pontos. No mês de dezembro do ano de 2021, ocorreu o evento considerado mais expressivo da série histórica, com magnitude máxima de 106.4 mm no dia 25 de dezembro daquele ano, com duração de 21 dias. Esse evento provocou a elevação de cerca de 9m do rio Cachoeira, a inundação de diversas áreas de risco, deixando aproximadamente, seiscentas famílias desabrigadas e a perda de duas vidas humanas (Farias e Gomes, 2023).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho consiste em avaliar a influência das alterações de uso e cobertura da terra no hidrograma de cheia do rio Cachoeira decorrentes do evento extremo de chuva ocorrido em 2021 em Itabuna, Bahia, considerando as condições do solo registradas em 1985 e 2022.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é município de Itabuna (Figura 1), localizado no sul do estado da Bahia e inserido na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, entre as coordenadas 14° 47' 08" latitude sul e 39° 16' 49" longitude oeste. Integra a Mesorregião do Sul do estado da Bahia e Microrregião Ilhéus-Itabuna. Segundo os dados oficiais publicados pelo IBGE (2022) apresenta área total de 401,028km², área urbanizada de 27,16 km² e população de 186.708 habitantes. Dessa população, 9.638 habitantes estão expostos à risco inundações, enxurradas e deslizamentos monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – Cemaden.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Itabuna - BA



Fonte: Autores (2025)

O clima do município é Tropical de Floresta (Af), segundo a classificação de Köppen (1931). Os totais pluviométricos anuais vão de 1.900 a 2.000 mm com precipitações mensais acima de 60 mm no mês mais seco e maior volume de chuvas entre os meses de março e julho (FERRAZ et. al, 2020).

A área urbana do município é historicamente atingida por inundações do rio Cachoeira (1914, 1920, 1947, 1957, 1967, 2007, 2021) que causam danos aos bairros que estão às margens desse rio (Farias et al., 2024; Marengo et al., 2023; Hora e Gomes, 2009).

METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu em três etapas: (i) levantamento e tratamento de dados; (ii) análise dos eventos extremos de chuva (iii) simulação das cheias para as condições de uso e ocupação do solo selecionadas.

Na primeira etapa, os dados de chuva diárias foram extraídos do banco de dados de precipitação em grade (*Brazilian daily weather gridded data* - BDWG) produzido por Xavier *et al.* (2022). A grade possui abrangência espacial em todo território brasileiro e extensão da série histórica.

A representatividade dos dados de Xavier *et al.* (2022) foi verificada a partir da comparação entre as séries pontuais das estações pluviométricas e as séries de precipitação média extraídas para cada sub-bacia definida para o estudo (sb 1, sb2, subbasin 1, subbasin 3 e subbasin 4 – as 2 primeiras ruais e as 3 últimas urbanas), e o cálculo de métricas de desempenho - Erro Quadrático Médio (RMSE), Percent Bias (PBIAS) e Nash-Sutcliffe - considerando a mesma comparação.

Para representação do terreno foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) de alta resolução Anadem – Modelo Digital de Terreno para a América do Sul. O Anadem é um MDE que corrige o viés de vegetação do MDE Copernicus GLO-30. Com resolução de 30 metros, cobre a América do Sul e foi desenvolvido pelo IPH/UFRGS em parceria com a ANA (Laipelt *et al.*, 2024).

Os valores de Curva Número (CN), que representam as condições de umidade e uso e cobertura do solo foram definidos a partir de uma base de dados disponibilizados para todo o Brasil no Portal de Metadados da ANA, gerados a partir do uso do solo e ocupação da terra do projeto MapBiomias (MapBiomias Project, 2023) e incorporados a Base Atlas Estudo (BHAIE). Os de CN inseridos nessa fase hidrológica da modelagem foram retirados de arquivo raster com índices calculados por Ottobacias referente aos anos de 1985 e 2022, com resolução de 30m (ANA, 2024).

Construiu-se uma matriz de transição e um gráfico de Sankey, utilizando programação em R, com base nos mapas de uso e cobertura da terra das coleções de 1985 e 2022 do Mapbiomas, visando observar quantitativamente a mudança das classes de uso no período analisado.

A seleção dos eventos extremos foi realizada a partir das precipitações máximas anuais do período para as sub-bacia definidas, tendo como ponto focal a sub-bacia da qual área urbana do município de Itabuna faz parte.

As simulações dos processos de chuva-vazão, foi realizada para transformar as precipitações dos eventos extremos em escoamento, utilizando um modelo chuva-vazão. Para isso será aplicado o modelo HEC-HMS desenvolvido e disponibilizado pelo Centro de Engenharia Hidrológica (HEC) do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (United States Army Corps of Engineers).

A estação fluviométrica Ferradas (código ANA - 53170000) foi utilizada como referência para o ajuste do HEC-HSM por apresentar boa consistência nos dados.

O ajuste dos parâmetros de simulação se deu com a comparação do hidrograma simulado e observados gerados pelo HEC-HMS, buscando a melhor representação da vazão de pico e tempo de

concentração do hidrograma observado. Foram ajustados os parâmetros do método de perdas, transformação chuva-vazão e fluxo de base. Adicionalmente, foram analisadas as métricas RMSE, PBIAS e Nash-Sutcliffe (USACE, 2024) para refinar os ajustes, buscando alcançar valores entre a faixa da classificação “muito bom” e “satisfatório”, seguindo a classificação sugeridas por Moriasi *et al*, (2007).

Após o ajuste dos parâmetros efetuou-se a simulação obtendo-se os hidrogramas de saída dos eventos extremos selecionados e suas respectivas contribuições laterais correspondentes as vazões das sub-bacias de influência do trecho urbano do rio Cachoeira.

RESULTADOS

Após a análise dos eventos extremos, escolheu-se o não de 2021 (maior evento registrado) como base para a avaliação da interferência do uso e cobertura da terra nas cheias do rio Cachoeira. Porém, as vazões observadas para esse evento não estão disponíveis, assim foi necessária a utilização de parâmetros ajustados para outro evento extremo ocorrido, com características parecidas.

Dentre as ocorrências recentes, anteriores aquelas do ano de 2021, foram encontrados os eventos de dezembro de 2007, 2013 e 2018. Contudo, o evento de 2013 apresenta inconsistências antes e depois do pico do hietograma e 2018 possui uma duração curta, quando comparada ao ocorrido em 2021. Por isso eles foram descartados para representação das condições da bacia na simulação das vazões de 2021. Selecionou-se, então, o evento de dezembro de 2007 para ajuste do modelo e simulação das vazões geradas para o evento de 2021.

Como a base de CN disponibilizada pela ANA compreende apenas os anos de 1985 e 2022, as condições do solo de 2022 foram aplicadas para a representação do ano de 2021, e adicionou-se a análise das vazões observadas em 1985. Dessa forma, foi realizado o ajuste do modelo para dezembro de 1985 e os parâmetros ajustados para esse ano também foram aplicados para simulação da transformação chuva-vazão do evento de 2021. O Quadro 6 traz o resumo das informações dos eventos citados.

Quadro 1 - Eventos extremos identificados na série histórica

eventos selecionados	magnitude (mm)	duração	ocorrência de eventos consecutivos	chuva acumulada			
				evento	3 dias	5 dias	7 dias
11/29/1985	64.57	42 dias	3 eventos seguidos	394.07	67.14	68.53	76.03
2/15/2007	95.37	34 dias	3 eventos seguidos	484.78	103.52	121.31	140.83
12/25/2021	106.41	21 dias	3 eventos seguidos	355.91	163.72	229.76	238.67

Fonte: Autora (2025)

Os valores de CN médios calculados para cada sub-bacia, a partir da referência do Mapbiomas de uso e ocupação da terra de 1985 e 2022 (Figura 2), podem ser observados na Tabela 1.

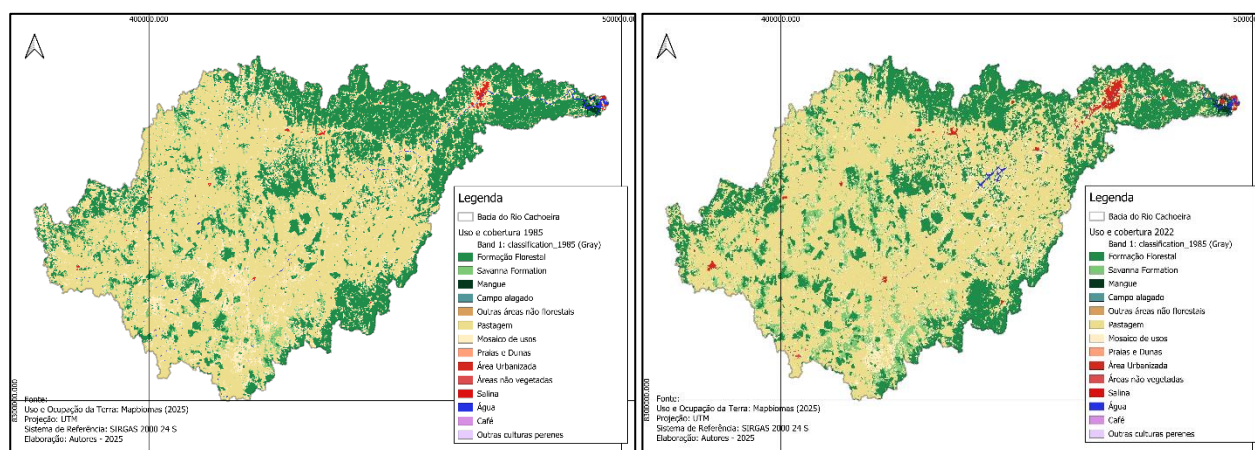
Como é possível notar nos dados da Tabela 1, de 1985 as mudanças no valor de CN de 1985 para 2022 foram maiores nas 3 sub-bacias urbanas, apresentando um aumento de pouco mais que 7%, o que pode demonstrar um leve aumento nas áreas urbanizadas, e a manutenção de áreas de pastagens e de mosaico de usos.

Tabela 1 - Resultado do CN médios calculados e ajustados

Sub-bacia	CN	
	1985	2022
sb2	81.44	81.517
sb1	79.116	79.99
Subbasin-3	64.101	72.995
Subbasin-1	72.586	74.979
Subbasin-4	77.616	81.281

Fonte: Autora (2025) com base em ANA (2024)

Figura 2 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra: (a) 1985; (b) 2022



(a)

(b)

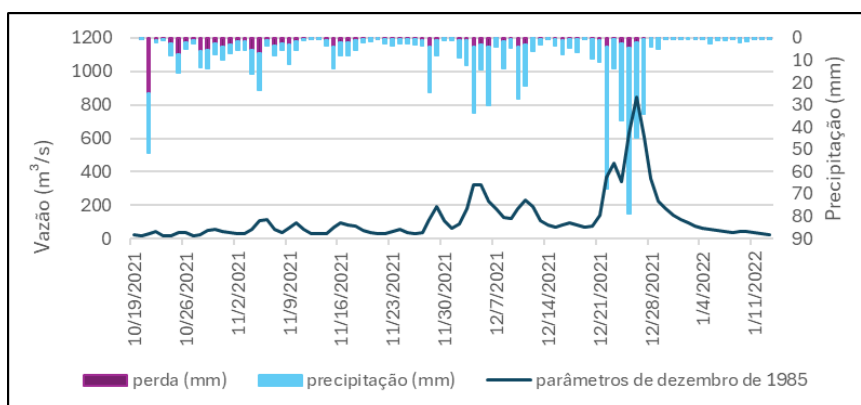
Fonte: Autora (2025) com base em Mapbiomas (2025)

Mesmo as alterações de CN tendo sido numericamente pequenas, elas provocaram um aumento da vazão de pico do hidrograma de cheia do evento de dezembro de 2021 de 844,88m³/s, da simulação com os parâmetros ajustados para 1985, para 969.41 m³/s, com os parâmetros de 2007. A diferença representa aproximadamente um aumento de 15% na vazão. Esse aumento pode representar a intensificação dos impactos da inundação provocada nas áreas de risco do município.

Devido ao aumento do CN ter sido maior nas sub-bacias urbanas, observa-se que o resultado encontrado de uma maior vazão na segunda simulação está mais relacionado a vazões incrementais das sub-bacias de jusante do rio Cachoeira do que a bacia como um todo.

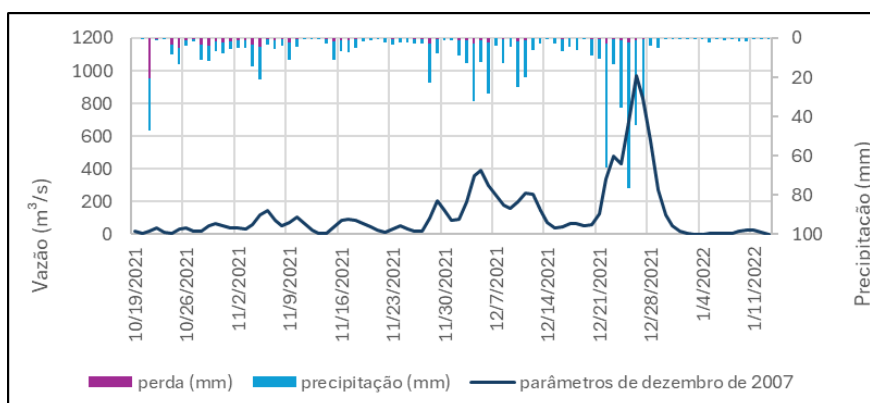
A Figura 3 e a Figura 4 trazem os gráficos de hidrograma x precipitação das simulações realizadas com os parâmetros ajustados para o evento de dezembro de 1985 e dezembro de 2007 respectivamente. É possível notar ainda, a partir das Figuras, que as perdas na simulação com os parâmetros de 1985 são maiores que na simulação com os parâmetros de 2007, o que denota que as condições de cobertura e uso do solo de 85 propiciavam uma maior infiltração e a atenuação da parcela de escoamento, reduzindo assim a ameaça e o risco relacionado a inundações.

Figura 3 - Simulação do evento de dezembro de 2021 com os parâmetros ajustados para 1985



Fonte: Autores (2025)

Figura 4 - Simulação do evento de dezembro de 2021 com os parâmetros ajustados de 2007



Fonte: Autores (2025)

O aumento da vazão em consequência do aumento do valor de CN médio na bacia também foi observado para a bacia hidrográfica do rio Xanxerê por Amaral *et al.* (2022), com aumento próximo a 7%.

A matriz de transição (Tabela 2) e o gráfico de Sankey (Figura 5) construídos demonstram que entre 1985 e 2022 ocorreu a transformação de 206,85 km² de área de Formação Florestal e de 331,42 km² de área de Mosaico de usos em área de pastagem. Contudo, houve um ganho de 147,5 km² de área Florestal vinda do Mosaico de Uso, 40,71 km² vinda da área de pastagem.

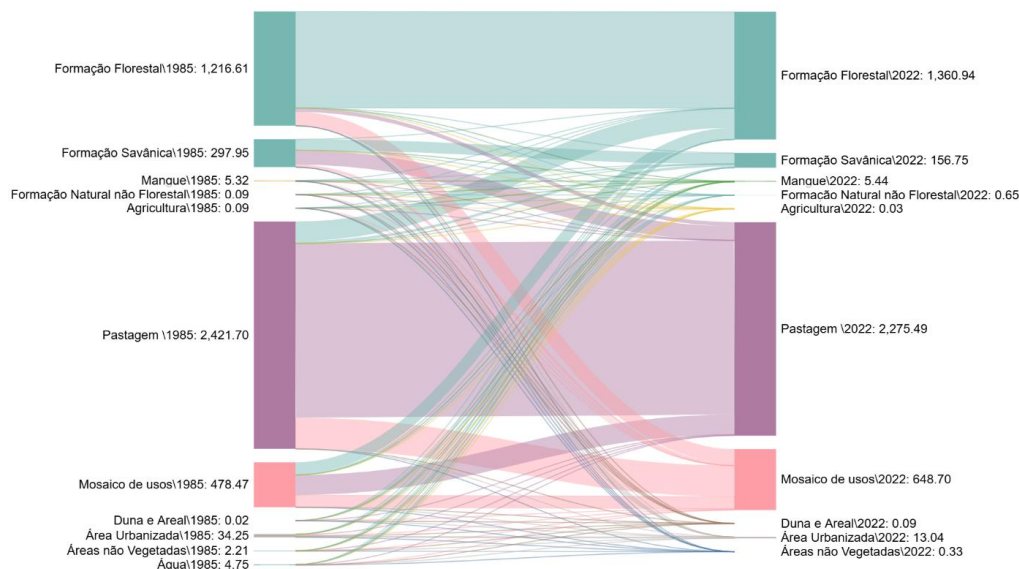
Os valores observados na Tabela 2 e Figura 5, colaboram com o entendimento da alteração do CN médio para as sub-bacias rurais ter sido pequena. Isso porque houve pouca alteração nos totais de pastagem que são prevalentes nas áreas dessas sub-bacias. A maior alteração ocorreu para a classe Mosaico de Usos, que teve áreas transformadas em Formação Florestal e Pastagens, mesmo apresentando aumento em sua área total na bacia.

Tabela 2 - Matriz de transição de 1985 para 2022 das classes de uso e cobertura do solo

		2022										
		Ganhos (km²)										
		Formação Florestal	Formação Savânica	Mangue	Formação Natural não Florestal	Agricultura	Pastagem	Mosaico de usos	Duna e Areal	Área Urbanizada	Áreas não vegetadas	Água
Perdas (km²)	Formação Florestal	1027.05	1.71	0.08	0.00	0.03	206.85	122.20	0.00	2.40	0.27	0.35
	Formação Savânica	1.20	116.21	0.00	0.00	0.00	26.82	12.50	0.00	0.02	0.00	0.00
	Mangue	0.13	0.00	5.23	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.05
	Formação Natural não Florestal	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.17	0.05	0.00	0.39	0.01	0.01
	Agricultura	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pastagem	40.71	152.67	0.00	0.01	0.03	1856.28	213.74	0.00	7.21	1.47	3.37
	Mosaico de usos	147.50	27.36	0.01	0.07	0.01	331.42	129.92	0.00	11.00	0.45	0.96
	Duna e Areal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00
	Área Urbanizada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.04	0.00	0.00
	Áreas não vegetadas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.05	0.00	0.10	0.01	0.01
	Água	0.84	0.02	0.30	0.12	0.00	2.48	2.48	0.08	0.26	0.06	7.86
Total		1217.44	297.98	5.63	0.21	0.09	2424.19	480.96	0.09	34.50	2.27	12.62

Fonte: Autoras a partir de Mapbiomas (2025)

Figura 5 - Transições entre classes de uso e ocupação da terra de 1985 para 2022



Fonte: Autoras a partir de Mapbiomas (2025)

Por outro lado, a Figura 2 evidencia o aumento da área urbanizada nas sub-bacias de jusante, com a redução das áreas de pastagem e mosaico de usos, reforçando as considerações a respeito do aumento do CN nessas áreas, o que influenciou no aumento da magnitude das cheias do rio Cachoeira no trecho urbano de Itabuna – BA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram a influência existente das alterações da cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica no aumento da magnitude das cheias do rio Cachoeira. Isso devido ao aumento do pico do hidrograma de cheia simulado para o ano 2021 quando aplicados os parâmetros ajustados para o ano de 2007, em relação aos mesmos parâmetros para o ano de 1985.

Os valores médios de CN apresentaram maior aumento nas sub-bacias mais urbanizadas, o que denota a expansão da urbanização nos 36 anos entre as os anos avaliados. Por outro lado, é possível observar que as bacias mais rurais que apresentam grande percentual de áreas de pastagem e mosaico de usos, não passaram por grandes modificações que afetassem os padrões de infiltração. A comparação dos mapas de uso e ocupação da terra, assim como a matriz de transição e o gráfico de Sankey, colaboram com resultados demonstrando que as áreas de pastagem, mosaico de usos e áreas florestadas foram pouco modificadas entre 1985 e 2022, principalmente das sub-bacias do rio Cachoeira que são mais rurais. Por outro lado, as sub-bacias de jusantes, mais urbanas, tiveram aumento das áreas urbanizadas e redução de classes de uso que favorecem a infiltração, o que contribui para o aumento do escoamento superficial, e consequentemente as cheias do rio Cachoeira no trecho urbano de Itabuna-BA.

Confirma-se a estreita relação do risco de inundação às intervenções humanas e a antropização das bacias hidrográficas. A intensificação do risco de inundação, pode acarretar desastres socionaturais graves, como o ocorrido em dezembro de 2021 no sul da Bahia, especificamente em Itabuna-BA.

Sendo assim, ressalta-se a importância do monitoramento das áreas de ocupação espontânea, além da implementação de ações que reduza a ocupação de áreas de risco, tais como melhorias no planejamento urbano e efetivação de políticas públicas de habitação.

Na continuidade deste trabalho, pretende-se testar a aplicação dos hidrogramas de cheia gerados para o trecho urbano de Itabuna -BA para a definição de limiares de risco a inundação, que poderão ser utilizados para a gestão urbana refinar suas estratégias relacionadas a mitigação, preparação, resposta e recuperação a desastres socionaturais, bem como definir soluções a serem implantada para aumentar a adaptação e resiliência do município aos eventos extremos que serão cada vez mais frequentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho, no âmbito do projeto aprovado

pelo PEPEEC - programa emergencial de prevenção e enfrentamento de desastres relacionados a emergências climáticas, eventos extremos, acidentes ambientais.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. S. M.; COELHO, L. M. G. C.; PEREIRA, I. L. V. P.; CARVALHO, D. P. de C. MELLO, C. C. de S. M. Avaliação do Impacto da Alteração do Uso e Ocupação do Solo no Escoamento Superficial, Estudo de Caso Aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Xanxerê. Anais. In: XIV Encontro Nacional de Águas Urbanas. Brasília – DF. 2022.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE. 2022.
- COLLISCHONN, W. CABELEIRA, R. RAMALHO, N. RUHOFF, A. PAIVA, R. FAN, F. WONGCHUIG, S. BREDA, J. Chuvas sem precedentes de abril a maio de 2024 no Sul do Brasil definem novo recorde. Scielo Preprints. 2024.
- FARIAS, E. D. S.; GOMES, R. L. Comportamento histórico de chuvas e vazões na bacia hidrográfica do rio Cachoeira e suas implicações na ocorrência de eventos de inundações na cidade de Itabuna-BA. Revista Brasileira de Geografia Física, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 847–872, 2023
- FARIAS, E. S. GOMES, R. L. SILVA, J. B. L. Conhecimento do perigo ocasionado pelas enchentes urbanas: O caso do Município de Itabuna, Bahia. Revista Brasileira de Geografia Física v.17, n.3 (2024) 2111-2131.
- FERRAZ, L. L.; NEVES, J. R. D.; GONÇALVES, L. J.; SOUSA, L. F.; OLIVEIRA, L. B. (2020). Determinação da equação intensidade-duração-frequência da precipitação para a cidade de Itabuna, Bahia (Brasil). Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.8, n.2. p.87-98. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3782627>>. doi:10.5281/zenodo.3782627.
- FERREIRA, J.W. SILVA, R. C. BAIÃO, C. F. P. Modelagem Hidrológica Em Bacias Urbanizadas: O Impacto da Mudança do Uso do Solo Pelo Método CN. REVISTA ARACÊ, São José dos Pinhais, v.7, n.1, p.741-757, 2025.
- HORA, S. B. GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco a inundações do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 57-75, ago. 2009.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change. Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, p. In Press, 2021.
- JAAFAR, H. H.; AHMAD, F. A. A. BEYROUTHY, N. E. GCN250, global curve number datasets for hydrologic modeling and design. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7756202.v1>. 2019
- KOBIYAMA, M. et al. LIÇÕES APRENDIDAS COM GRANDES DESASTRES RECENTES CAUSADOS POR EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NO BRASIL. REVISTA GEONORTE, [s. l.], v. 14, n. 46, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/13260>. Acesso em: 11 fev. 2025.
- KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate Science (1a ed.). Berlin: Walter de Gruyter. 1931.
- LAIPALT, L.; DE ANDRADE, B.C.C.; COLLISCHONN, W.; AMORIM, A.; PAIVA, R.C.D.; RUHOFF, A. ANADEM: “A digital terrain model for South America” Submetido para publicação na Remote Sensing”. 2024. Disponível para download em: <https://www.preprints.org/manuscript/202404.1305/v1>.
- MARENGO, J. A., SELUCHI, M. E., CUNHA, A. P., CUARTAS, L. A., GONCALVES, D., SPERLING, V. B., RAMOS, A. M., DOLIF, G., SAITO, S., BENDER, F., LOPES, T. R., ALVALA, R. C., & MORAES, O. L. Heavy rainfall associated with floods in southeastern Brazil in November–December 2023. Natural Hazards. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-05827-z>.
- MORIASI, D., ARNOLD, J., VAN LIEW, M., BINGNER, R., HARMEL, R., & VEITH, T. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Trans. ASABE, 50(3), 885-900. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.23153>. 2007.
- Projeto MapBiomass – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em dezembro de 2024 através do link: [https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_9/lclcu/coverage/brasil_coverage_2023.tif].
- ROBINSON, A., LEHMANN, J., BARRIOPEDRO, D., RAHMSTORF, S., COUMOU, D. Increasing heat and rainfall extremes now far outside the historical climate. Nat Partner J NPJ-Climate Atmos Sci 4: 2021.
- U. S. Army Corps of Engineers - USACE. HEC-HMS. Versão 4.3. Disponível em: <<https://www.hec.usace.army.mil/software/hechhms/>>. Acesso em: 06 de abril de 2024.
- XAVIER, A. C., SCANLON, B. R., KING, C. W., & ALVES, A. I. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). International Journal of Climatology, 42(16), 8390– 8404. <https://doi.org/10.1002/joc.7731>. 2022.