

INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOMÉTRICAS E AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ICÓ NA OCORRÊNCIA DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES NO GOGÓ DA EMA, ITABUNA (BAHIA - BRASIL)

INFLUENCE OF GEOMORPHOMETRIC AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF THE RIBEIRÃO ICÓ WATER BASIN ON THE OCCURRENCE OF SPATE AND INUNDATION IN GOGÓ DA EMA, ITABUNA (BAHIA - BRAZIL)

Gabriel Nunes dos Santos^a, Vinícius de Amorim Silva^a, Hercules da Silva Carvalho^a, Daniel Ramos dos Santos^a

^aUniversidade Federal do Sul da Bahia – UFSB

nunesgs@outlook.com, vinicius@ufsb.edu.br, carvalho@cja.ufsb.edu.br, daniel.ramos@gmail.com

Submissão: 19 de novembro de 2024

Aceitação: 16 de abril de 2025

Resumo

Desastres hidrológicos têm ocorrido de forma cada vez mais frequente, principalmente em áreas urbanas. Enchentes e inundações geram substanciais impactos ambientais, econômicos, sociais e suas causas estão relacionadas tanto com fatores naturais como antropogênicos. Este trabalho tem o objetivo de avaliar a geomorfometria da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó (BHRI), os impactos ambientais e sua influência na ocorrência de enchentes e inundações na comunidade do Gogó da Ema em Itabuna (Bahia). Para isso, realizou-se a caracterização geomorfométrica da bacia por meio de dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), processados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), e um diagnóstico ambiental da área. Identifica-se que, pela geomorfometria (forma e rede de drenagem), a bacia deveria ser menos propensa a episódios de cheias. No entanto, os problemas ambientais decorrentes das ações antropogênicas, aliados aos índices de relevo, contribuem para inversão do quadro, o que acarreta à região do Gogó da Ema constantes eventos de enchentes e inundações.

Palavras chave: geomorfologia fluvial; análise ambiental; impactos ambientais.

Abstract

Hydrological disasters have been occurring more and more frequently, especially in urban areas. Floods generate substantial environmental, economic, and social impacts and their causes are related to both natural and anthropogenic factors. This work aims to evaluate the geomorphometry of the Ribeirão Icó Hydrographic Basin (BHRI), the environmental impacts and their influence on the occurrence of floods in the Gogó da Ema community in Itabuna (Bahia). For this, a geomorphometric characterization of the basin was carried out using data from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) processed in a Geographic Information System (GIS) environment and an environmental diagnosis of the area. It is identified that, by the geomorphometry (shape and drainage network), the basin should be less prone to flooding episodes. However, the environmental problems resulting from anthropogenic actions combined with the relevance indexes highlighted for the reversal of the situation where Gogó da Ema suffers from constant flooding events.

Keywords: fluvial geomorphology; environmental analysis; environmental impacts.

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9433/97) define a bacia hidrográfica como a unidade territorial de planejamento e gestão das águas. Ela também é definida como a área de captação natural da água precipitada, que

escoa por canais e tributários até um curso d'água principal, desaguando em um rio maior, lago ou oceano. A importância dos estudos sobre bacias hidrográficas reside no fato de elas representarem a unidade fundamental de análise do ciclo hidrológico na superfície terrestre, pois suas

características determinam todo o fluxo superficial das águas em seu interior.

No Brasil, em áreas urbanas e ribeirinhas, desastres naturais relacionados a enchentes e inundações têm se intensificado e tornado mais frequentes a cada ano, provocando grandes danos materiais e à vida humana. Em áreas ribeirinhas, esses eventos ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio preenche o seu leito maior, de acordo com os eventos chuvosos. Já nas áreas urbanas, o principal causador de enchentes é a impermeabilização do solo causada pelo processo de urbanização (Tucci, 2005; Canholi, 2014; Tolentino *et al.*, 2023).

A inundações ocorre quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um desses sistemas e ocupa áreas onde a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e calçadas), recreação, comércio, entre outros. Quando a chuva se manifesta com intensidade e o solo não tem capacidade de infiltração, grande parte do volume precipitado escoar para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. Como resultado, o excesso do volume que não consegue ser drenado, ocupa a várzea inundando de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios (Tucci, 2005; Righetto, 2009; Silva *et al.*, 2020; Ozturk; Yilmaz; Kirbas, 2021).

As condições hidrológicas que produzem as enchentes e inundações estão relacionadas a fatores naturais que podem ser potencializados por fatores antropogênicos. Condições naturais correspondem às características da bacia em seu estado natural, como: relevo, cobertura vegetal, padrão de drenagem, forma da bacia, intensidade, duração e frequência das precipitações. Já os fatores antropogênicos, aqueles provocados pela ação do homem, correspondem à urbanização, obras hidráulicas, disposição inadequada de resíduos sólidos, desmatamento, manejo inadequado do solo, entre outros (Tucci, 2004; Frutuoso; Grigio; Barros, 2020; Farias; Mendonça, 2022).

As planícies de inundações fluvial são áreas de fácil acesso para a construção de moradias potencializadas pela falta de uma política pública habitacional responsável. O agravamento das enchentes e inundações ocorre em função tanto da crescente impermeabilização do solo, como da ocupação irregular de áreas ribeirinhas, ambos decorrentes do acelerado processo de

urbanização. Para que a bacia atue como um ambiente permeável, com infiltração e percolação da água até o lençol freático, o solo deve estar corretamente ocupado de acordo com as características de cada sítio (Braga, 2016; Leal; Tonello, 2016; Maia *et al.*, 2023).

O crescimento e a expansão das cidades ocorrem, na maioria das vezes, sem um planejamento urbano adequado, gerando diversos problemas ambientais. Como consequência, uma parcela significativa da população não tem acesso a áreas apropriadas para moradias, recorrendo, muitas vezes, a formas ilegais de ocupação, principalmente em áreas inadequadas, como aquelas próximas aos corpos hídricos urbanos (Falcão; Souza, 2022).

Diversos fatores influenciam na forma como a água da chuva interage com a bacia hidrográfica, Horton (1932) e Dias, Lima e Hollanda (2021) citam o clima, tipo de solo, rochas do subsolo, vegetação e dão destaque aos fatores geomorfológicos. A caracterização geomorfológica de uma bacia é um procedimento que auxilia na elucidação da dinâmica hidrológica da bacia considerada. Informações quantitativas da área, forma, relevo e drenagem determinam a vulnerabilidade da bacia na ocorrência de inundações (Miyazaki; Venceslau, 2020).

As características físicas e hidrológicas de uma bacia possuem papel essencial nos processos do ciclo hidrológico litológico, influenciando, dentre outras, a infiltração, quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e consequentes escoamentos superficiais e subsuperficiais (Borges *et al.*, 2020). O conhecimento dessas características pode garantir maior eficiência das intervenções que venham a ser realizadas na bacia, de modo a minimizar os impactos ambientais e desastres naturais (Carelli; Lopes 2011; Miyazaki; Venceslau, 2020).

Lima Neto *et al.* (2008) e Souza e Dourado (2022) corroboram que análises geomorfológicas relacionadas à drenagem, relevo e geologia podem levar à compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local, porém ressaltam que os índices geomorfológicos, isoladamente, não são capazes de simplificar a complexa dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica, sendo necessário um diagnóstico que identifique impactos ambientais na área da bacia, que contribuem para ocorrência de enchentes e inundações.

A comunidade urbana do Gogó da Ema está localizada na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó (BHRI), uma bacia próxima ao rio Cachoeira, no município de Itabuna, Bahia. A região enfrenta frequentemente problemas de enchentes e inundações que impactam substancialmente a população. Em 2021, a comunidade sofreu uma das piores inundações de sua história, quando o Ribeirão Icó transbordou devido às chuvas intensas, danificando casas e deixando famílias desabrigadas, o que fez da região uma das mais gravemente afetadas no município.

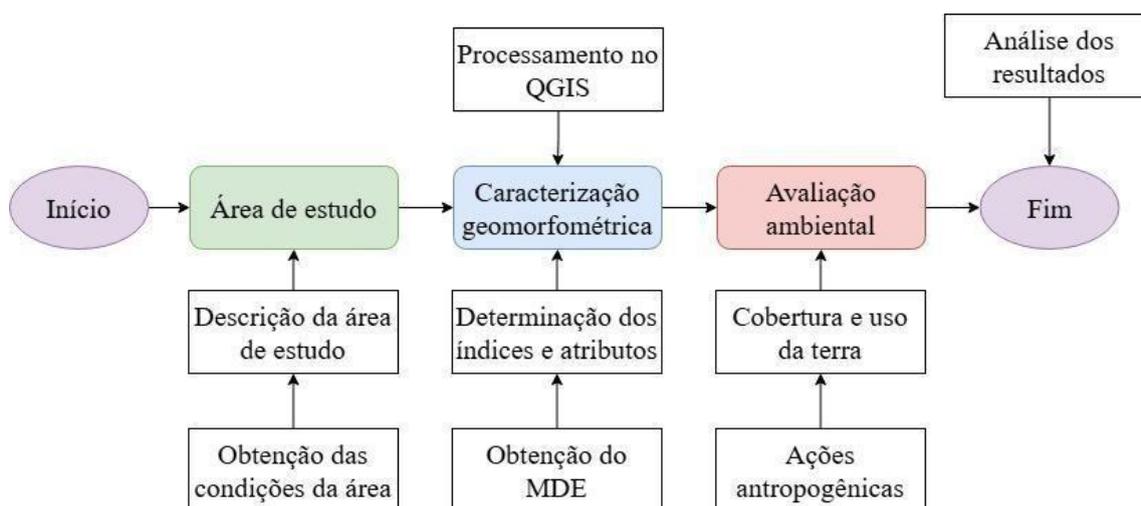
Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a característica geomorfométrica e os impactos ambientais da BHRI, visando a obtenção de informações que auxiliem na análise de como esses parâmetros influenciam as

enchentes e inundações na comunidade do Gogó da Ema.

METODOLOGIA

A metodologia inicia-se com a obtenção dos dados de entrada para a área de estudo. Em seguida, realiza-se o processamento das informações e geração dos produtos cartográficos digitais no *software* QGIS (versão 3.22). Posteriormente, segue-se com a avaliação ambiental por meio da classificação da cobertura e uso da terra e a identificação e registro em campo das ações antropogênicas na área da bacia. Por fim, procede-se com a interpretação e discussão acerca das relações das características geomorfométricas e os impactos ambientais na comunidade do Gogó da Ema, Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Área de estudo

O bioma da área de estudo é a Mata Atlântica, caracterizado por vegetação ombrófila densa e pela presença predominante de lavouras cacaueiras e atividades pecuárias. O clima da bacia é classificado como tropical úmido B3rA'a, conforme a classificação de Thornthwaite (1948), apresentando precipitação superior a 120 mm em todos os meses do ano (Bahia, 2021).

A microrregião estudada está localizada na Mesorregião Sul Baiano, na Microrregião Ilhéus-Itabuna (Cacaueira), composta por 41 municípios. Em relação às características socioeconômicas de Itabuna, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima uma população de

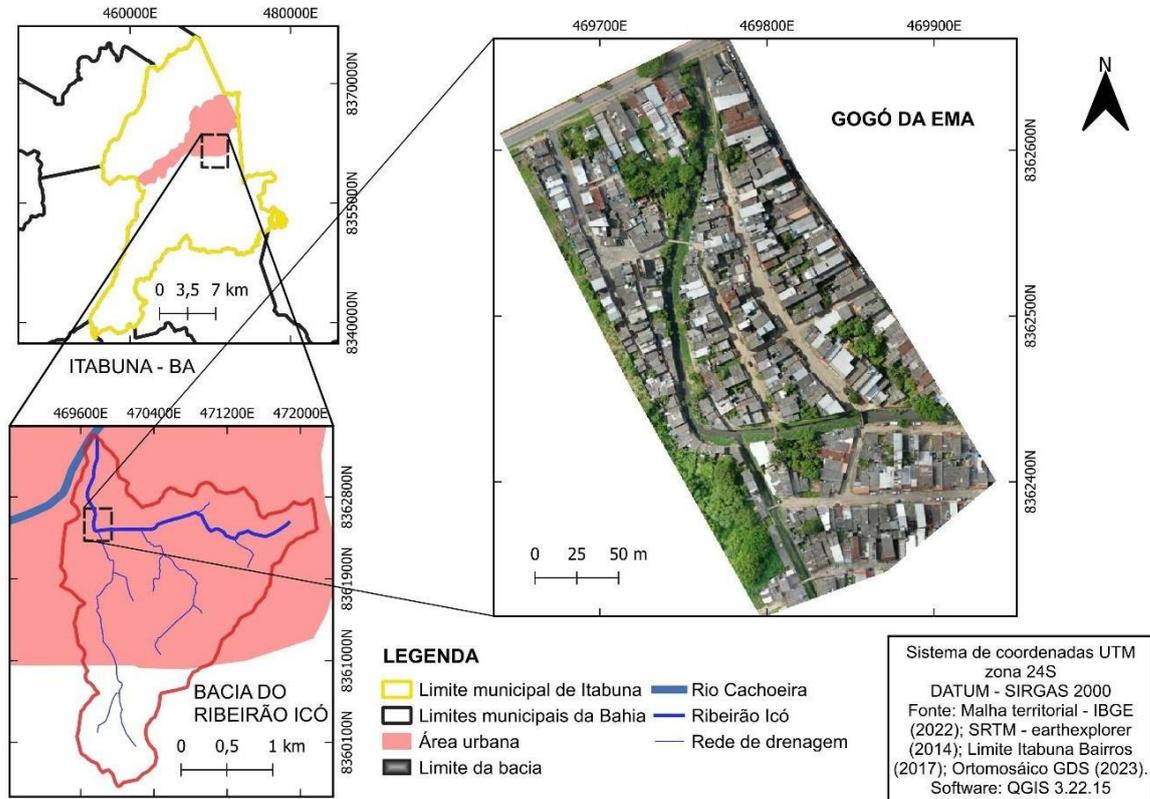
186.708 pessoas, com uma densidade demográfica de 465,57 habitantes por km² (IBGE, 2022). Contudo, os trabalhadores formais locais recebem, em média, 2,0 salários mínimos, e apenas 21,4% da população está ocupada, com base em dados de 2017. Por outro lado, 50,14% dos empregos formais na área de serviços da região estão concentrados em Itabuna (Brasil, s/d), o que evidencia a expansão desse setor no município (Batista; Ferraz, 2021).

A BHRI, afluente situado à margem direita do rio Cachoeira, está localizada na área urbana do município de Itabuna e drena a região onde se encontra o Gogó da Ema (Figura 2), uma comunidade urbana localizada no bairro Sarinha

Alcântara que possui aproximadamente 250 domicílios abrigando cerca de 800 famílias às

margens do Ribeirão Icó.

Figura 2 - Localização do Gogó da Ema na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Caracterização geomorfométrica

O tamanho e a forma de uma bacia são fatores do comportamento hidrológico, mas também estão entre os parâmetros mais difíceis de caracterizar devido à subjetividade envolvida na delimitação manual de seus limites (Correa *et al.*, 2017). O geoprocessamento facilita a aquisição de dados por meio de Modelos Digitais de Elevação (MDE), utilizando dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e imagens de satélite para mapear características geomorfométricas e a cobertura e uso do solo (Silva *et al.*, 2017; Maia *et al.*, 2023).

Para determinação das características geomorfométricas da bacia avaliada, utiliza-se um MDE obtido a partir de duas cenas SRTM de 2014, com resolução espacial de 1 arco de segundo (aproximadamente 30m), disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) na plataforma *earthexplorer*. A ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizada para aquisição e processamento dos dados e

confeção dos produtos cartográficos digitais é o QGIS.

A bacia foi delimitada conforme metodologia descrita em Ferreira (2021). Acionando-se a caixa de ferramentas na interface do QGIS, o primeiro comando utilizado foi o *"r.fill.dir"* disponível na extensão do *Grass* com a finalidade de tratar e remover imperfeições no MDE; em seguida, por meio do comando *"r.watershed"* obteve-se um arquivo denominado "direção de drenagem". O passo seguinte foi identificar o ponto referente ao exultório da bacia com auxílio de imagens de satélite. Seguindo, tendo como camadas de entrada o arquivo "direção de drenagem" e as coordenadas do ponto do exultório, utilizou-se o comando *"r.water.outlet"* para gerar um novo arquivo contendo a área da bacia. Por fim, para facilitar o cálculo dos índices geomorfométricos, o arquivo contendo a área foi convertido para uma camada vetorial por meio do comando *"r.to.vec"*.

A partir da descrição geomorfométrica da bacia foi possível avaliar sua susceptibilidade a enchentes, escoamento superficial e processos

erosivos, orientando-se o manejo adequado para promoção de uma maior infiltração de água no solo (Leal; Tonello, 2016). Para isso, os índices geomorfométricos adotados para esta caracterização foram divididos em três parâmetros (conforme adaptados de Tonello, 2005): geometria (área, perímetro, fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de circularidade), rede de

drenagem (comprimento do rio principal, comprimento total dos cursos d'água, densidade de drenagem, ordem dos canais e tempo de concentração) e relevo (declividade do rio principal e amplitude altimétrica). Os parâmetros, bem como os procedimentos metodológicos utilizados na caracterização, estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos geomorfométricos adotados para análise da Bacia Hidrográfica do Rio Icó

Parâmetros	Índices	Método	Referência
Geometria	Área (A)	Determinado pelo SIG	Ferreira (2021)
	Perímetro (P)	Determinado pelo SIG	Ferreira (2021)
	Fator de forma (Kf)	$k_f = \frac{A}{L^2}$	Villela e Matos (1975)
	Coeficiente de compacidade (Kc)	$k_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Villela e Matos (1975)
	Índice de circularidade (IC)	$IC = 12,57 \frac{A}{P^2}$	Tonello (2005)
Rede de drenagem	Comprimento do rio principal (L)	Determinado pelo SIG	Ferreira (2021)
	Comprimento total dos cursos d'água (Lt)	Determinado pelo SIG	Ferreira (2021)
	Densidade de Drenagem (Dd)	$D_d = \frac{L_t}{A}$	Dornelles e Collischonn (2013)
	Ordem dos canais	Hierarquização	Strahler (1957)
	Tempo de concentração (Tc)	$T_c = 5,96 \frac{L^{0,6}}{S^{0,3}}$	Silveira (2005)
Relevo	Declividade do rio principal (S)	$S = \frac{Z_1 - Z_0}{L}$	Dornelles e Collischonn (2013)
	Amplitude Altimétrica (Hm)	Determinado pelo SIG	Ferreira (2021)

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A área de drenagem (A) corresponde à medida em km² de toda a área da BHRI, limitada pelos divisores de água em projeção horizontal. É um dos elementos mais importantes da bacia, pois serve como base para a quantificação de outros parâmetros e grandezas hidrológicas (Dornelles;

Collischonn, 2013; Silva; Farias, 2021). A área e o perímetro são calculados utilizando-se a ferramenta "Calculadora de Campos" do QGIS.

O fator de forma (Kf) é utilizado neste trabalho para estabelecimento da relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, indicando o

grau de alongamento da mesma. Quanto menor o valor de K_f , mais alongada é a bacia, o que a torna menos suscetível a picos de enchentes.

O coeficiente de compacidade (K_c) utilizado na BHRI para o estabelecimento da relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo com área igual à da bacia, é um índice que ilustra a susceptibilidade de eventos de inundações nas partes baixas da bacia. Sua unidade é adimensional e quanto menor o K_c (próximo da unidade), mais circular é a bacia, menor o T_c e maior a tendência de haver picos de enchente (Villela; Matos, 1975; Silva; Farias, 2021). Do mesmo modo, o Índice de Circularidade (IC), segundo Santos e Leite (2020), é a relação entre a área da bacia e a área de um círculo com o mesmo perímetro. Quanto mais próximo de 1,0 o I_c , mais circular é a bacia, o que indica maior susceptibilidade a cheias.

A densidade de drenagem (D_d) da área de estudo fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia e é obtida dividindo-se o comprimento total dos cursos d'água (L_t) da bacia pela área de drenagem (Dornelles; Collischonn, 2013; Silva; Farias, 2021). Esse parâmetro é o reflexo de fatores geológicos e topográficos de uma bacia hidrográfica, e está diretamente ligado ao tempo gasto no escoamento superficial de uma bacia. Dessa forma, quanto maior o valor da densidade, maior será o desenvolvimento do escoamento da bacia.

A ordem dos cursos d'água reflete o grau de ramificação dentro da bacia. Em geral, quanto mais ramificada for a rede de drenagem, mais acidentado tende a ser o relevo. De acordo com o critério estabelecido por Strahler (1957), a ordem do curso d'água principal de uma bacia é determinada da seguinte forma: 1) os pequenos canais, que não possuem tributários, têm ordem 1; 2) quando dois canais de mesma ordem se encontram, o canal formado recebe a ordem imediatamente superior; 3) a junção de dois canais com ordens diferentes resulta em um canal cuja ordem é igual à maior das ordens dos canais formadores.

O T_c é definido como o tempo de viagem da gota de água da chuva que atinge a região mais remota da bacia, desde o início de seu escoamento até o momento em que atinge o exutório (Dornelles; Collischonn, 2013; Moura, 2023). Esse tempo é normalmente estimado a partir da análise de características geomorfométricas da bacia, utilizando-se diversas

equações empíricas derivadas de dados experimentais. Para este trabalho, a escolha da equação adotada foi feita com base na comparação das características da BHRI com as características das bacias utilizadas no desenvolvimento da equação. Assim, a equação escolhida foi a de Carter, desenvolvida para estimar T_c em bacias urbanas com área inferior a 21 km² (Silveira, 2005; Queiroz *et al.*, 2024).

O parâmetro de relevo de uma bacia tem grande influência sobre fatores meteorológicos e hidrológicos, tais como, temperatura, precipitação, evaporação, velocidade do escoamento e tempo de concentração. Para este trabalho o relevo é caracterizado pelo cálculo da amplitude altimétrica e da declividade do rio principal. A amplitude altimétrica é a diferença entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo da bacia e está relacionada com a energia potencial máxima que a água pode ter na superfície da bacia, enquanto que a declividade do rio principal é uma medida representativa do seu relevo e pode ser obtida dividindo-se a diferença entre as cotas máxima (montante) e mínima (foz) do rio principal pelo seu comprimento (Dornelles; Collischonn, 2013; Moura, 2023).

O relevo da BHRI é também representado pela elaboração das cartas hipsométricas e de declividade da área de drenagem. A hipsometria e a declividade do terreno são atributos geomorfológicos que permitem uma visualização ampla do relevo de uma determinada área. Enquanto a altimetria permite a visualização de altitudes e cotas máximas e mínimas da área de estudo, a declividade é dada pela variação de altitude entre dois pontos do terreno em relação à distância horizontal entre eles.

Neste trabalho, geraram-se ambas as cartas (hipsométrica e de declividade) com base no modelo digital de elevação SRTM. Para a declividade, utilizou-se a ferramenta "declive", disponível no menu "análise de raster" do software QGIS; e as classes de declividade geradas foram reclassificadas em seis intervalos distintos, conforme sugerido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2018). Para a hipsometria, foi utilizado o comando "reclassificar" para transformar o MDE de dados contínuos para dados categóricos, reclassificados em 12 camadas de intervalos iguais, variando de 10 m em 10 m. A simbologia do arquivo reclassificado foi alterada de banda simples cinza para banda simples de falsa cor.

Avaliação ambiental

A avaliação ambiental da BHRI é realizada a partir da identificação e registro em campo, de aspectos ambientais que geram impactos negativos na área da bacia e agravam a ocorrência de enchentes e inundações. Dentre os aspectos analisados, Tucci (2007) e Félix, Souza e Sousa (2020) dão destaque para os resíduos sólidos jogados nos leitos e margens dos rios, assoreamento do leito e das margens dos rios, impermeabilização do solo e alteração no traçado dos rios com obras de retificação e canalização do escoamento da água.

Além disso, com o objetivo de compreender a interferência humana na área de estudo, realiza-se uma caracterização da cobertura e uso da terra da BHRI para obtenção das informações sobre a dinâmica de ocupação do solo, identificando-se áreas específicas destinadas a atividades como agricultura, pecuária e áreas urbanas. Para caracterização da cobertura e uso da terra utilizam-se cartas de Cobertura e Uso da Terra de todo Brasil obtidas na coleção 6 da plataforma MapBiomas (2021). As imagens em raster foram baixadas do MapBiomas e transformadas em vetor no *software* QGIS; em seguida foi realizada correção manual dos traçados, tendo como referência, a delimitação da BHRI e imagens de satélite do Google Earth Pro de 2022. Por fim, confeccionou-se o *layout* do mapa classificando as imagens vetorizadas de acordo com a paleta de cores disponibilizadas na própria plataforma.

RESULTADOS

A análise geomorfométrica da bacia é essencial para compreensão da dinâmica dos processos hidrológicos, fundamentando as decisões de gestão e conservação dos recursos hídricos. O cálculo dos parâmetros geomorfométricos permitiu caracterizar a BHRI com um perímetro de 12,6 km, área de drenagem de 5,2 km² e comprimento do rio principal de 3,5 km. A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros obtidos.

De acordo com Dornelles e Collischonn (2013) e Moura (2023), a forma da bacia, representada pelo coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf) e índice de circularidade (Ic), é função da delimitação da sua área e tem influência direta sobre a susceptibilidade à ocorrência de eventos de inundação. A BHRI apresentou Kc de 1,55 e Kf de 0,47, indicando que

a bacia possui um formato mais alongado, diferente de uma circunferência, sendo, portanto, menos propensa a sofrer picos de enchentes e inundações em condições normais de precipitação. Isso ocorre porque o tempo de concentração (Tc) é maior em uma bacia mais estreita e longa, e com um fator de forma baixo, há menos chances de ocorrerem chuvas intensas que cubram simultaneamente toda a extensão da bacia

Em referência, Medeiros Filho (2019), ao analisar a Bacia do Médio Xingu (Pará), discute que o Kc de 1,62 indica baixa vulnerabilidade à ocorrência de inundações. O baixo índice de circularidade (Ic = 0,41) da BHRI corrobora com os resultados de Kc e Kf, determinando menor probabilidade de ocorrer grandes eventos de enchentes e inundações. Silva e Tonello (2014), reportam análises similares para Ic igual a 0,36 na Bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, constatando uma menor concentração de deflúvio e uma capacidade reduzida de infiltração da água.

A densidade de drenagem é uma medida que fornece a eficiência da drenagem da bacia, de acordo com Villela e Matos (1975) e Beltrão e Barsi (2024). Este índice pode variar de 0,5 km/km², para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km² ou mais para bacias bem drenadas. Para a bacia em estudo, representada pelo Ribeirão Icó e seus afluentes, a densidade de drenagem e o comprimento total dos cursos d'água (2,02 km/km² e 10,48 km respectivamente) apresentaram valores que classificam a área como de boa drenagem. Horton (1945) discute que esse parâmetro é o reflexo de fatores geológicos e topográficos de uma bacia hidrográfica, e está diretamente ligado ao tempo gasto no escoamento superficial de uma bacia. Dessa forma, quanto maior o valor da densidade, maior será o desenvolvimento do escoamento da bacia.

Pela hierarquização de Strahler (1957), a bacia apresentou grau de ramificação de terceira ordem (Figura 3). Tonello (2005) apresenta que ordem inferior ou igual a quatro é comum em bacias hidrográficas pequenas, refletindo os efeitos diretos do uso da terra. A magnitude dos picos de enchentes, a infiltração e a susceptibilidade a processos erosivos dependem diretamente da velocidade do escoamento nos terrenos da bacia (Villela; Mattos, 1975; Nogueira; Ferreira; Tonello, 2020).

O tempo de concentração, definido por Silveira (2005) como o tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento da água

após uma precipitação, é um índice também influenciado pela forma da bacia. Quanto mais irregular for a bacia, maior tende a ser esse tempo.

A BHRI apresentou $T_c = 48,37$ min, refletindo a forma alongada da bacia.

Tabela 2 - Características geomorfométricas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó, Itabuna-Ba.

ÍNDICES	RESULTADOS
Geometria	
Área (km ²)	5,2
Perímetro (km)	12,6
Fator de forma (adimensional)	0,47
Coefficiente de compacidade (adimensional)	1,55
Índice de circularidade (adimensional)	0,41
Rede de drenagem	
Comprimento do rio principal (km)	3,5
Comprimento total dos cursos d'água (km)	10,483
Densidade de drenagem (km/km ²)	2,02
Ordem dos canais	3° ordem
Tempo de concentração (min)	48,37
Relevo	
Declividade do rio principal (%)	1,14
Amplitude altimétrica (m)	118

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O parâmetro de relevo exerce grande influência em fatores hidrodinâmicos, como a velocidade de escoamento e a tendência de armazenamento de água na superfície, afetando o tempo que a água da chuva leva para se concentrar nos leitos fluviais da rede de drenagem (Villela; Mattos, 1975). A área em estudo apresentou uma baixa variação de altitude (118 m), com áreas planas (0 – 3%), segundo classificação da Embrapa (2018), ocupando a maior parte da área total da bacia (Figuras 4A e 4B).

Salienta-se que a perda de solo em bacias está frequentemente associada a altos níveis de declividade. Além disso, altitudes maiores tendem a reduzir o risco de inundações devido à

gravidade, que conduz a água para áreas mais baixas. Por isso, áreas planas têm maior probabilidade de acumular água na superfície em comparação com áreas inclinadas, onde o escoamento é mais rápido. Neste sentido, Silva, Pacheco e Valente (2014), destacam que a baixa declividade do terreno facilita a ocupação irregular, promovendo alterações na cobertura e uso da terra, especialmente em áreas próximas a fontes hídricas. Esse processo, aliado à rápida urbanização, contribui para o surgimento de diversos problemas ambientais oriundos de enchentes e inundações que são recorrentes na área de estudo.

A Figura 4 mostra que as áreas com menores declives (planas 0 – 3%) e altitudes se localizam

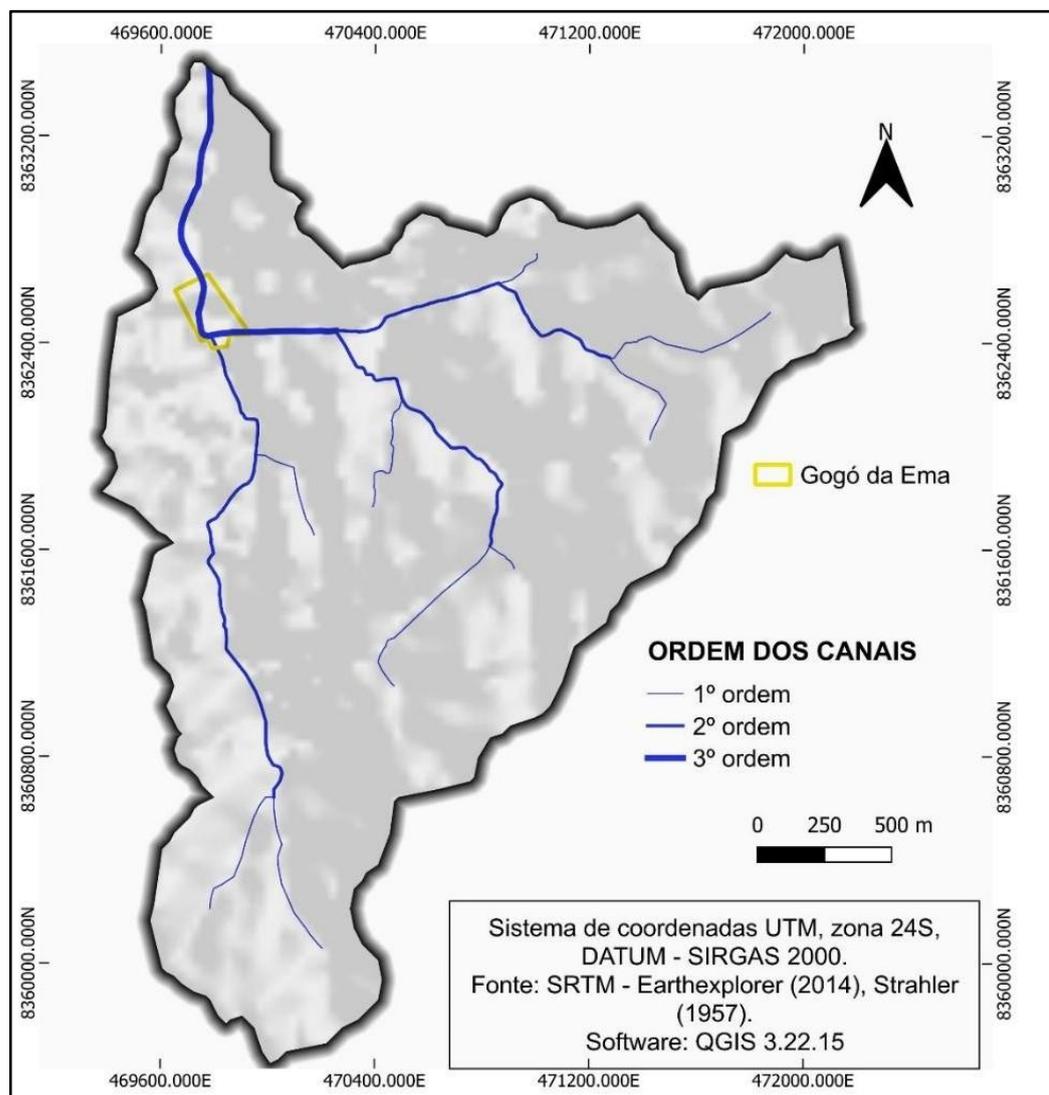
no baixo curso do Ribeirão Icó, onde também está situada a comunidade do Gogó da Ema.

Apesar dos valores relacionados à forma e à rede de drenagem, a comunidade do Gogó da Ema sofre com constantes episódios de enchentes e inundações, com destaque para as ocorridas em dezembro de 2021 (Figura 5).

Ressalta-se, segundo Borges e Ribeiro (2024), que diversos fatores devem ser considerados ao analisar o risco às cheias, como

a ocupação urbana às margens dos rios, o relevo acidentado, a impermeabilização do solo e as características das bacias hidrográficas, o que auxilia na avaliação da propensão de uma área a enchentes e inundações. Logo, a omissão dos agentes públicos e privados perante a ocupação das áreas de risco situadas em áreas de preservação permanente, demonstra o quão falho, ou inexistente, pode ser seu planejamento urbano (Weschenfelder; Arend, 2011).

Figura 3 - Ordem dos canais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó

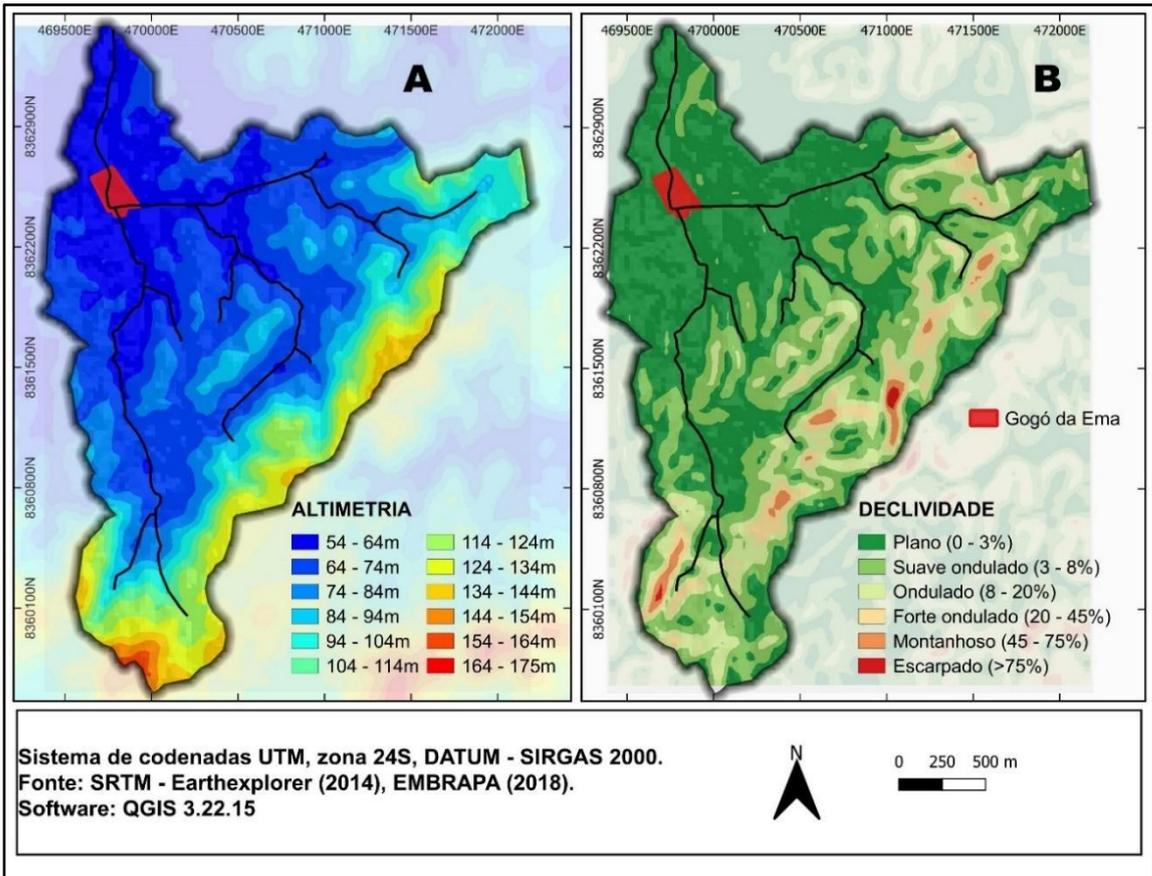


Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Neste sentido, Garcia e Sayão (2021) salientam a premissa de que o meio ambiente é um bem de uso comum, essencial para a qualidade de vida saudável, e que todos, especialmente o poder público, por meio de seus órgãos, têm o dever de defendê-lo e conservá-lo para o benefício das gerações atuais e futuras.

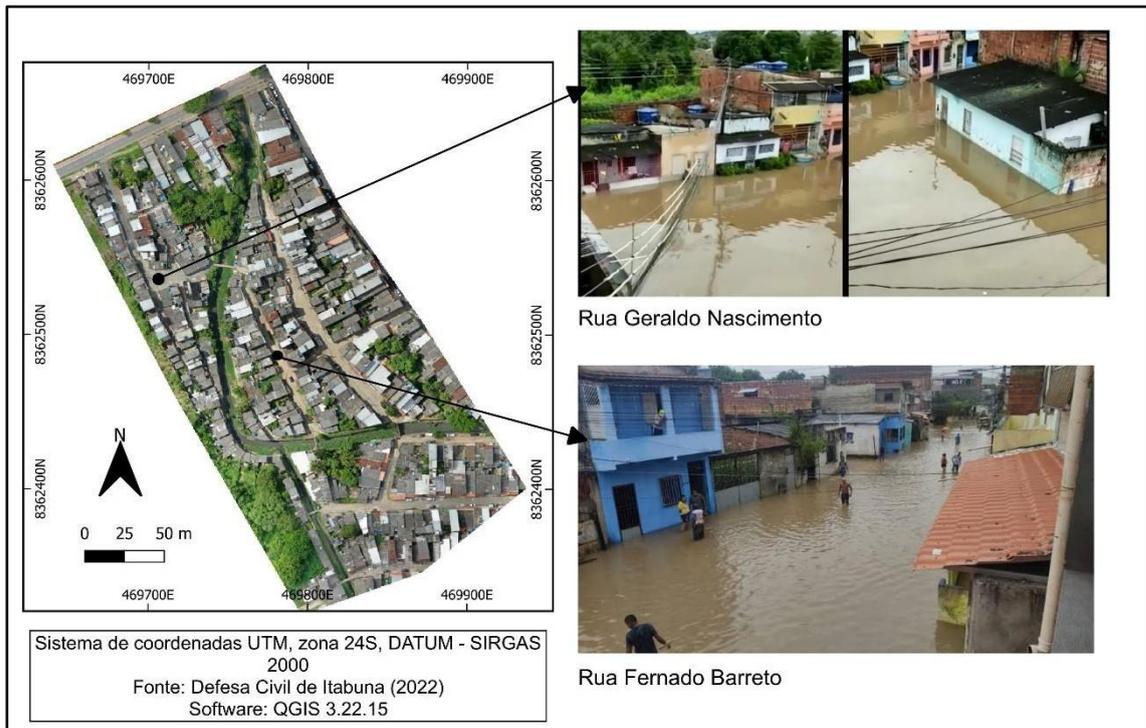
Esse entendimento é fundamental para que a população busque melhorias em sua qualidade de vida. A degradação ambiental resulta em degradação humana, sendo que a dignidade dos cidadãos está diretamente relacionada à promoção do cuidado com o meio ambiente.

Figura 4 - Altimetria (A) e declividade (B) da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Figura 5 - Inundação ocorrida no Gogó da Ema em dezembro de 2021



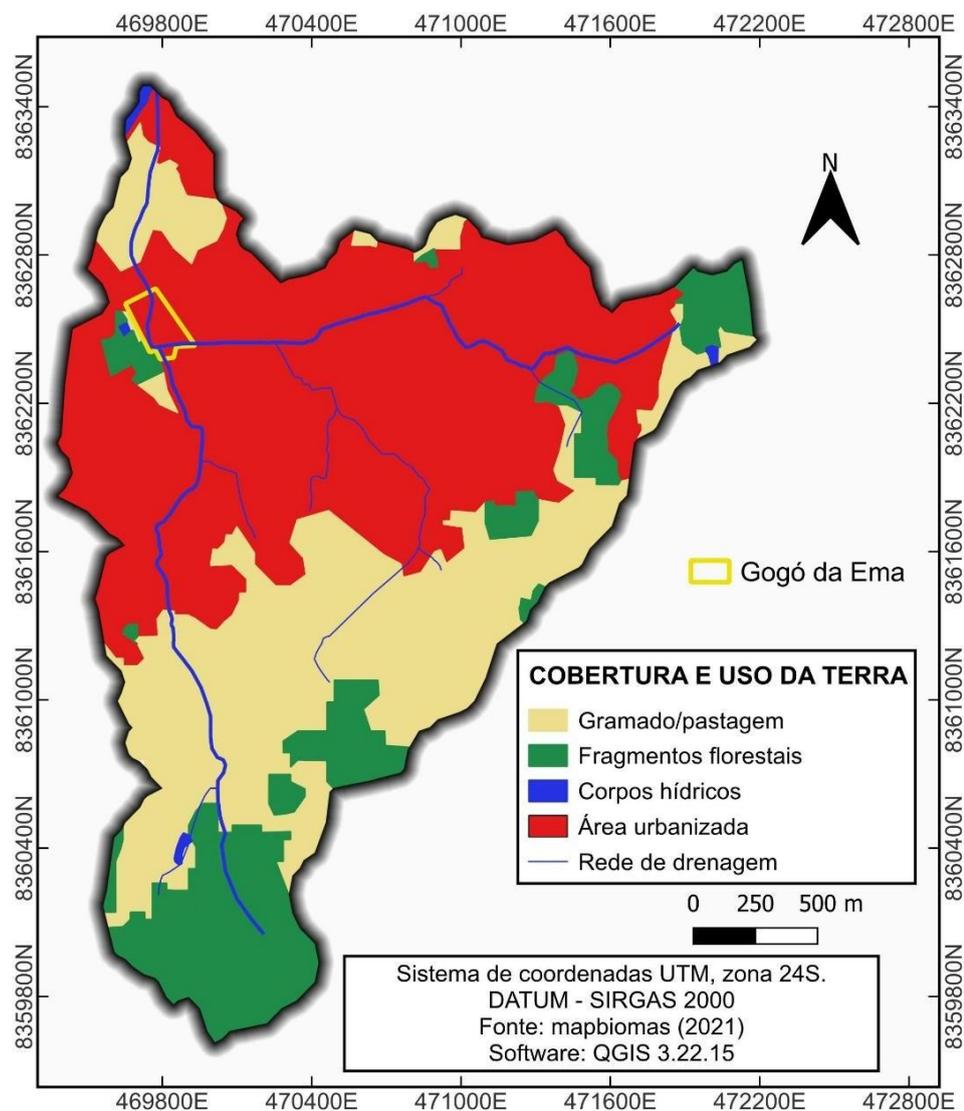
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Além dos índices de relevo, outro fator que contribui para a contradição nos resultados dos índices geomorfométricos da bacia é a interferência antropogênica, evidenciada na carta de cobertura e uso da terra (Figura 6) e nos problemas identificados e registrados na avaliação ambiental.

A carta de cobertura e uso da terra permite identificar que grande parte da bacia está urbanizada, ocupando aproximadamente 2,69 km²

(51,73%), conforme indicado na Tabela 3. As áreas classificadas como Gramado/Pastagem também sugerem urbanização após a remoção de fragmentos florestais. Esse processo de urbanização descontrolada resulta na ocupação irregular das áreas ribeirinhas e na impermeabilização do solo, aumentando o escoamento superficial das águas pluviais (Tucci, 2001; Silva; Lammle; Perez Filho, 2021).

Figura 6 - Carta da cobertura e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Segundo Souza e Campos (2014), a Constituição Federal (Brasil, 1988) assegura, entre seus direitos fundamentais, o direito à moradia e o direito a um ambiente saudável e ecologicamente

equilibrado para as gerações presentes e futuras. No entanto, é possível identificar por meio de notícias e reportagens locais que a comunidade do Gogó da Ema carece de segurança e da

infraestrutura básica, como abastecimento de água potável, coleta de esgoto, drenagem de água de chuva, transporte e coleta de resíduos sólidos,

além de ser afetada pela presença de grupos envolvidos com o tráfico de drogas (Teixeira, 2024; UFSB, 2023).

Tabela 3 - Distribuição da área de cobertura e uso da terra na BHRI no ano de 2021

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Área Urbanizada	2,69	51,73
Gramado/Pastagem	1,69	32,5
Fragmentos florestais	0,8	15,38
Corpos hídricos	0,014	0,27

Fonte: elaborados pelos autores (2024).

Botelho (2011) aponta que tais problemas ocorrem devido a um ou mais dos seguintes fatores: a população de baixa renda que migra para as cidades, geralmente, não possui capacidade de investimento e tende a invadir áreas públicas ou adquirir terrenos precários, sem infraestrutura da urbanização formal, sendo essas áreas de risco para inundação ou deslizamento; alto déficit de emprego, renda e moradia; legislações inadequadas para o controle do espaço urbano; e a incapacidade do município de planejar e antecipar a urbanização, investindo no planejamento de espaços seguros e adequados como base para o desenvolvimento urbano.

O aumento significativo das atividades humanas na área da BHRI intensifica a pressão sobre os recursos naturais, levando a passivos ambientais. Os problemas identificados na avaliação ambiental e apresentados a seguir, corroboram com as dificuldades citadas por Tucci (2007), Lima Neto *et al.* (2008) e Pereira *et al.* (2024):

O primeiro problema identificado foi o desmatamento e a remoção da mata ciliar das nascentes e dos cursos d'água (Figura 7). A cobertura vegetal desempenha a função de interceptar parte da precipitação, o que pode reduzir o escoamento, além de proteger o solo contra a erosão. A ausência dessa cobertura resulta em maior velocidade de escoamento das águas pluviais, diminuindo as taxas de infiltração e favorecendo a erosão das margens e o assoreamento dos cursos d'água. Quando ocorre a modificação da cobertura da bacia, com a

retirada de sua proteção natural, o solo fica desprotegido, e durante o período chuvoso, a erosão aumenta, o que, por sua vez, eleva a produção de sedimentos no leito dos rios.

As áreas próximas aos rios, geralmente planas e propícias ao assentamento humano, acabam sendo ocupadas, fazendo com que as matas ciliares sejam substituídas por residências. Tal situação vai contra o estipulado pela legislação federal, uma vez que, segundo o Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), a mata ciliar é considerada uma Área de Preservação Permanente (APP), desempenhando funções ambientais essenciais, como a minimização dos processos de erosão e assoreamento, devendo, por isso, ser protegida e conservada.

A ocupação das margens do Ribeirão Icó e seus canais afluentes (Figura 8) representa um dos principais fatores que contribuem para as inundações urbanas. De maneira simplificada os rios possuem dois leitos, o menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior que é destinado a escoar a água nos períodos de cheias. Dessa forma, é evidente que a ocupação da área destinada ao leito maior do rio (margens plenas), pela população, acaba por gerar um cenário propício para as enchentes e inundações, dando origem a áreas que rotineiramente são atingidas, tornando a população suscetível a sofrer com os impactos dos eventos de enchentes e inundações.

À medida que ocorre o desenvolvimento urbano, o sistema natural do ciclo hidrológico terrestre sofre alterações que afetam o balanço previamente existente. O principal impacto da

urbanização é a impermeabilização do solo (Figura 9), onde as superfícies naturais são substituídas por pavimentos, telhados, ruas, calçadas, entre outros que não permitem a infiltração. A água que infiltraria no solo passa a escoar pela superfície, aumentando o escoamento superficial. Do mesmo modo, o volume que antes escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido na

vegetação, com a urbanização, passa a ser direcionado pelo meio-fio e coletores para os condutos e canais, exigindo maior capacidade de escoamento das seções de drenagem; assim, a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta, produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam quando a superfície era permeável.

Figura 7 - Ausência de mata ciliar nos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Figura 8 - Ocupação das margens dos rios da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Com o aumento das áreas impermeáveis e da velocidade do escoamento superficial, as áreas próximas à foz da bacia recebem a água com maior energia, o que gera a erosão do solo. A erosão também ocorre devido à intensidade da chuva sobre áreas desprotegidas, favorecendo o acúmulo de sedimentos no leito dos rios. Esses processos contribuem para o aumento do pico de vazão dos rios. Devido ao assoreamento do leito do Ribeirão Icó, o canal torna-se mais raso, reduzindo a capacidade de escoamento das

cheias e propiciando seu transbordamento (Figura 10).

O aumento na produção de sedimentos é também influenciado pelo lançamento de efluentes domésticos e pela disposição inadequada de resíduos sólidos no leito dos canais, prejudicando a vazão fluvial. Com os sedimentos e os nutrientes da poluição ocorre o crescimento de vegetação (Figura 11), obstruindo-se ainda mais os rios, o que pode intensificar a ocorrência de eventos de enchente.

Figura 9 - Urbanização e impermeabilização do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó



Fonte: Google Earth pro (2024).

Figura 10 - Assoreamento do leito do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Figura 11 - Crescimento de vegetação no leito do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Outro problema registrado é a alteração no traçado dos rios com obras de retificação e canalização (Figura 12). Em muitos casos, assim como na bacia considerada, as canalizações são apresentadas como solução depois que o espaço já está totalmente ocupado, com base no princípio equivocado de que a melhor drenagem é a que retira a água em excesso o mais rápido possível do seu local de origem. Porém, Tucci (2005)

assinala que esse tipo de recurso acaba apenas por transferir as inundações de um lugar para outro. Como o processo de ocupação normalmente ocorre no sentido de jusante para montante, quando as áreas a montante (próximas às nascentes) são ocupadas, a canalização dos trechos termina acelerando o escoamento dos rios, transferindo o problema do acúmulo de água para as áreas de jusante (em direção a foz).

Figura 12 - Trechos canalizados dos rios da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Os problemas ambientais mencionados resultam da ocupação inadequada das margens planas e estão ligados aos processos sociais que ocorrem nesse espaço. O modo de consumo, a falta de planejamento exposto pelo poder público e a segregação social/espacial figuram-se como fatores que contribuem para a perpetuação das condições de degradação ambiental.

A ocupação das planícies fluviais gera impactos diversos, acelerando o escoamento superficial, que ocasiona perdas de bens móveis e imóveis. Uma análise similar é apresentada por Barbosa e Furrier (2013), na qual identifica-se que constantes inundações enfrentadas pelas comunidades, em períodos de cheia, decorrem da dinâmica natural do rio e da ocupação inadequada de sua planície, refletindo o processo natural de equilíbrio que o sistema da bacia hidrográfica busca manter.

Conforme reafirmado por Tucci (2005) e Garcia e Sayão (2021), o contexto de urbanização, caracterizado por alterações como a impermeabilização do solo e canalização dos rios urbanos, resulta no aumento da vazão e da frequência das cheias. Esses fatores, juntamente com ocupação irregular e a concentração populacional, representam os principais problemas de infraestrutura associados às falhas no planejamento urbano, à carência de projetos e pesquisas voltadas ao desenvolvimento socioambiental, impactando negativamente a qualidade e a vulnerabilidade ambiental dos rios próximos as áreas urbanas.

CONCLUSÃO

As características geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Icó indicam que a bacia tem a forma alongada evidenciada nos

valores obtidos quanto ao fator de forma (0,47), coeficiente de compacidade (1,55) e índice de circularidade (0,41), sugerindo um menor risco de cheias em condições normais de pluviosidade anual. Dos fatores geomorfométricos, os associados às características planas do terreno são os que favorecem a ocorrência de enchentes e inundações nas áreas mais baixas da bacia onde está localizado o Gogó da Ema.

Os problemas ambientais decorrentes das ações antropogênicas são evidenciados na ocupação urbana, que gera impermeabilização do solo, degradação da vegetação e ocupação irregular das margens dos cursos d'água na referida área de estudo, requerendo atenção dos agentes sociais responsáveis pelo planejamento e fiscalização, pois a alteração da cobertura e do uso da terra nessas áreas intensificam o escoamento superficial e geram picos de vazão modificando a dinâmica hidrológica do canal fluvial considerado. Embora a Constituição Federal de 1988 assegure o direito à moradia e a um ambiente saudável, os impactos negativos decorrentes do crescimento urbano desordenado, da divisão irregular de terrenos e da distribuição econômica desigual se agravam e provocam inúmeros problemas urbanos e ambientais. Além disso, é importante ressaltar que as margens planas dos rios, áreas sujeitas a enchentes e inundações continuarão seguindo seu processo natural, independentemente da ocupação humana.

Destaca-se que para uma melhor avaliação das condições ambientais da área deve-se fazer um diagnóstico que contemple os impactos de forma que envolvam, entre outros, as condições socioeconômicas da população, a qualidade da água e as características das condições do planejamento habitacional. Justifica-se ainda, considerar trabalhos com base em dados hidrometeorológicos sobre a ocorrência dos níveis de precipitação e verificação da qualidade, e o funcionamento do sistema de drenagem urbano convencional das ruas e avenidas dos bairros na área da bacia.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, T. S.; FURRIER, M. Ocupações irregulares e impactos sócio-ambientais às margens do Rio Sanhauá, Paraíba / Brasil. **Revista Percurso**, Maringá, v. 5, n. 2, p. 91–107, 2013. Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/49576>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BATISTA, L. M. T. C; FERRAZ, M. I. F. Índice de atividade econômica de Ilhéus e Itabuna. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 52, n. 1, 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/1183/875>. Acesso em: 10 nov. 2024.

BELTRÃO, A.; BARSÍ, F. V. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Azul – PR. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 16, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/23359/209209218914>. Acesso em: 15 dez. 2024.

BORGES, C. H.; RIBEIRO, K. D. Morfometria da bacia do rio Formiga utilizando o zoneamento ecológico-econômico de Minas Gerais. **Revista Ifes Ciência**, v. 10, n. 1, p. 01-11, mar. 2024. DOI <https://doi.org/10.36524/ric.v10i1.2323>. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/2323/1143>. Acesso em: 10 out. 2024.

BORGES, E. F. *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Grande, oeste da Bahia-BA. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 31863–31875, mai. 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-584>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/10767/8989>. Acesso em: 28 fev. 2024.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. 3. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

BRAGA, J. O. **Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF**. 2016. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/19267/1/2016_JuliaOliveiraBraga.pdf. Acesso em: 10 mar. 2024.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de

22 de dezembro de 2006; revoga as leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Perfil do Município. S/D. Disponível em: https://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_perfil_municipio/index.php. Acesso em: 10 nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional De Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 De dezembro de 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 10 nov. 2024.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CARELLI, L.; LOPES, P. P. Caracterização fisiográfica da bacia Olhos d'Água em Feira de Santana/BA: geoprocessamento aplicado à análise ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 43–54, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337127156003>. Acesso em: 28 fev. 2024.

CORREA, N. F. *et al.* Obtenção de MDE Corrigido para Delimitação de Bacia Hidrográfica com Auxílio de Geotecnologias Livres. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 40, n. 1, p. 217–225, 28 abr. 2017. DOI: https://doi.org/10.11137/2017_1_217_225.

DIAS, O. L. L.; LIMA, G. B.; HOLLANDA, M. P. de. Caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do alto Santa Maria da Vitória, Espírito Santo – Brasil. **Revista Interdisciplinar da Farese**, v. 3, p. 36–61, out. 2021. Disponível em: <https://revista.grupofaveni.com.br/index.php/revistainterdisciplinardafarese/article/view/19/3>. Acesso em: 10 mar. 2024.

DORNELLES, F.; COLLISCHONN, W. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. ISBN: 978-85-8868-634-2.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. 5. ed. revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SIBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024

FALCÃO, M. T.; SOUZA, R. O. de. Aspectos da ocupação no entorno da Bacia do Igarapé Grande - Boa Vista/RR, Brasil. **Ambiente, Gestão e Desenvolvimento**, v. 15, n. 3, p. 5–10, set./dez. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/1131/676>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FARIAS, A.; MENDONÇA, F. The Urban Environmental System perspective on socio-environmental risks of urban flooding. **Sociedade & Natureza**, v. 34, n. 1, 2022. DOI: 10.14393/SN-v34-2022-63717. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/63717/33977>. Acesso em: 20 nov. 2024.

FÉLIX, E. A.; SOUZA, C. A.; SOUSA, J. B. B. Bacia Hidrográfica do Rio Bugres: características ambientais e morfológicas, morfométricas e a dinâmica fluvial. **Revista Equador**, v. 9, n. 2, p. 215–234, mai. 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9382/6138>. Acesso em: 20 nov. 2024.

FERREIRA, J. H. D. Análise de bacia hidrográfica com modelo digital de elevação. YouTube, 2021. 13min19s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VnMHyh8I1h4&list=PLuHYqKKJuBcHPETF5Lw9DB4CoYLcK5pD>. Acesso em: 28 fev. 2024.

FRUTUOSO, G. K. da C.; GRIGIO, A. M.; NETA BARROS, T. C. A. de A. Inundações urbanas: um olhar para o planejamento urbano na revisão do plano diretor de Assú – RN, Brasil. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 61, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343178284_Inundacoes_urbanas_um_olhar_para_o_plan

MOURA, D. M. B. Análise geomorfológica da alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Marta, possível fonte de abastecimento hídrico da cidade de Iporá (GO). **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 17, n. 1, p. 112–137, 2023. Disponível em: <https://revista.ufrir.br/rga/article/view/7673/3840>. Acesso em: 10 fev. 2024.

NOGUEIRA, F.; FERREIRA, M. P.; TONELLO, K. C. Caracterização morfométrica e uso e cobertura do solo de uma microbacia no município de Burí, SP. **Revista Hipótese**, v. 6, p. 56–68, 2020. Disponível em: <https://revistahipotesis.editoraiberoamericana.com/revista/article/view/58/53>. Acesso em: 10 fev. 2024.

OZTURK, D.; YILMAZ, I.; KIRBAS, U. Flood hazard assessment using AHP in Corum, Turkey. **Tecnología y Ciencias del Agua**, v. 12, n. 2, p. 379–415, mar. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348124668_Flood_Hazard_Assessment_Using_AHP_in_Corum_Turkey. Acesso em: 10 out. 2024.

PEREIRA, T. S. R. *et al.* Inundações e alagamentos na Vila Roriz, Goiânia - GO: um estudo histórico e espacial. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS E V SIMPÓSIO DE REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS*, 15. Recife: ABRH, 2024. Disponível em: <https://anais.abrhydro.org.br/job.php?Job=15997>. Acesso em: 20 out. 2024.

QUEIROZ, M. S. de *et al.* Características fisiográficas da bacia hidrográfica do córrego Buriti-MS. **Revista Pantaneira**, v. 23, p. 35–47, 2024.

RIGHETTO, A. M. (coord.). **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009, 396 p. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

SANTOS, E.; LEITE, E. F. Análise da morfometria areal da bacia hidrográfica do rio Nioaque-MS. **Revista Pantaneira**, v. 18, p. 30–39, 2020.

SERVIÇO GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS. Earth explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 20 jun. 2024.

SILVA, A. F. da; FARIAS, C. W. L. de A. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Mundaú utilizando o modelo SWAT. **Revista Semiárido De Visu**, v. 9, n. 2, p. 76–86, 2021. Disponível em: <https://revistas.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/v9n201/2692021>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SILVA, C. V. T. *et al.* B. Caracterização morfométrica, uso e ocupação de uma bacia hidrográfica. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, v. 25, n. 5, p. 436–444, 24 nov. 2017. <https://doi.org/10.13083/reveng.v25i5.828>.

SILVA, C. R.; PACHECO, A. D. P.; VALENTE, S. Análise de dados SRTM e imagens CBERS 2b na identificação de áreas susceptíveis à ocupação irregular em faixa de servidão de linha de transmissão de energia elétrica. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, 31 jul. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285565878_ANALISE_DE_DADOS_SRTM_E_IMAGENS_CBERS_2B_NA_IDENTIFICACAO_DE_AREAS_SUSCEPTIVEIS_A_OCUPACAO_IRREGULAR_EM_FAIXA_DE_SERVIDAO_DE_LINHA_DE_TRANSMISSAO_DE_ENERGIA_ELETRICA. Acesso em: 10 jun. 2024.

SILVA, G. M. da *et al.* Risco ambiental em um trecho da microbacia do igarapé do Quarenta, Manaus-AM: uma análise sobre as inundações. **Boletim Paulista de Geografia**, [S. l.], v. 1, n. 102, p. 100–115, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1953/1577>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SILVA, J. L.; TONELLO, K. C. Morfometria da bacia hidrográfica do ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas – SP. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 103, jan./mar. 2014. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/713/911>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SILVA, V. de A.; LAMMLE, L.; PEREZ FILHO, A. Alterações no Baixo Curso do Rio Jequitinhonha e seus Impactos Geomorfológicos no Delta: o caso da Usina Hidrelétrica de Itapebi, Bahia, Brasil.

Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14, p. 2840-2850, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355576214_Alteracoes_no_baixo_curso_do_rio_Jequitinhonha_e_seus_impactos_geomorfologicos_no_delta_o_caso_da_Usina_Hidreletrica_de_Itapebia_Bahia_Brasil. Acesso em: 10 fev. 2024.

SILVEIRA, A. L. L. Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 5-23, jan./mar. 2005. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/29/9065c5e8a3333d5348b9babd06aaa510_7aad3403a5602667b67dfbb7c3cbd16a.pdf. Acesso em: 28 fev. 2024.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. 2021. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

SOUZA, H. A. de; CAMPOS, A. Ocupação de área de recarga da microbacia do córrego caveirinha em Goiânia, GO. [S. l.: s. n.], 27 nov. 2014. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VIII-002.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2024.

SOUZA, H.; DOURADO, F. Análise geomorfométrica como subsídio a identificação de áreas prioritárias de proteção e recuperação de mananciais para abastecimento público. **Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)**, v. 19, n. 2022, out. 2022. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/719/102>. Acesso em: 28 fev. 2024.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso em: 10 mar. 2024.

TEIXEIRA, J. Homem suspeito de 16 homicídios é preso em Itabuna. **Verdinho Itabuna**, 15 dez. 2024. Disponível em: <https://www.verdinhoitabuna.blog.br/2024/12/homem-suspeito-de-16-homicidios-em.html>. Acesso em: 10 jan. 2025.

THORTHWAIT, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographic Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, jan. 1948.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/275605891_Epocas_de_florescimento_e_colheita_da_nogueira-macadamia_para_areas-cafeicolasda_regiao_sudeste.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

macadamia_para_areas-cafeicolasda_regiao_sudeste.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

TOLENTINO, G. M. *et al.* Áreas de risco a alagamento e inundação na foz do rio Cachoeira, em Ilhéus (Bahia – Brasil): Flooding and inundation risk areas at the mouth of the Cachoeira River in Ilhéus (Bahia – Brazil).

Revista de Geociências do Nordeste, v. 9, n. 2, p. 83–95, 21 ago. 2023. DOI

[https://doi.org/10.21680/2447-](https://doi.org/10.21680/2447-3359.2023v9n2ID32143)

3359.2023v9n2ID32143. Disponível em:

<https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/32143/17345>. Acesso em: 10 fev. 2024.

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões, MG**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. Disponível em:

<https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/333a24c6-858c-4fa2-ba25-7a8c4e9a3576/content>.

Acesso em: 28 fev. 2024.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS/Edusp/ABRH, 2001.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 59-73, jan./jun. 2004. DOI: 10.21168/rega.v1n1.p59-73.

TUCCI, C. E. M. **Gestão das inundações urbanas**. Porto Alegre, 2005, 200p. Disponível em:

<https://pt.scribd.com/document/651996147/DRE-Gestao-de-inundacoes-Urbanas-Carlos-Tucci>. Acesso em: 28 fev. 2024.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas: impactos da urbanização**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007, p. 87-124.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA.
Núcleo de Estudos e Intervenções nas Cidades.
Projeto Gogó da Ema. Itabuna: NEIC-UFSB,
2022. Disponível em: <https://neic-ufsb.org/projeto-gogo-da-ema/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WESCHENFELDER, W.; AREND, S. A ocupação do solo em área de preservação permanente: o avanço sobre a planície de inundação do arroio Castelhana na área urbana de Venâncio Aires, RS. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2, 2011, Londrina: UNOPAR, 2011. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/I-004.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2024.