Niterói, Universidade Federal Fluminense
ISSN 15177793 / 26748126 (eletrônico)
GEOgraphia, vol: 26, n. 57, 2024
DOI: 10.22409/GEOgraphia2024.v26i57.a53561

CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA ENQUANTO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DA CIDADE DE IPIAÚ, BAHIA, BRASIL

Sarah Andrade Sampaio[1]
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas, São Paulo, Brasil

Sirius Oliveira Souza[2]
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)
Senhor do Bonfim, Bahia, Brasil

Enviado em 19 mar. 2022 | Aceito em 2 fev. 2024

Resumo: Considerando os estudos ambientais em uma perspectiva sistêmica, a ciência Geomorfológica apresenta-se como de fundamental importância, ao compreender as formas e os processos na sua integridade, ou seja, a evolução do relevo como fruto das relações entre as forças internas e externas, ao mesmo tempo que se constitui como substrato apropriado pela ação humana. A partir dessa concepção, propõe-se o presente trabalho, cujo objetivo é discutir a contribuição da Cartografia Geomorfológica em escala de detalhe, voltada ao planejamento ambiental de pequenas cidades. Tendo como área de análise a cidade de Ipiaú, estado da Bahia, Brasil, os procedimentos metodológicos deste trabalho envolveram: (1) a organização das bases de dados para amparar o mapeamento, tendo como principais informações fotografias aéreas em escala 1:75.000, disponibilizadas pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 2000), ortofotos da sede municipal de Ipiaú na escala de 1:8.000, disponibilizadas pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER, 2002); (2) a adequação da metodologia de mapeamento geomorfológico proposta pelo IBGE (2009); (3) a elaboração das chaves de interpretação e a representação simbológica das formas de relevo; (4) e as atividades de campo. Os principais resultados obtidos correspondem à delimitação dos modelados e formas de relevo na cidade de Ipiaú e das distintas intervenções antrópicas decorrentes do processo de ocupação urbana, diante da metodologia proposta. Nesse sentido, destaca-se que o reconhecimento dos aspectos do relevo poderão auxiliar a elaboração e a aplicação de políticas visando à preservação ambiental dos recursos naturais associada à seguridade social das populações que habitam distintas áreas em pequenas cidades.
Palavras-chave: Cartografia do Relevo; Alterações Antrópicas; Planejamento Ambiental.

GEOMORPHOLOGICAL CARTOGRAPHY AS A SUBSIDY TO ENVIRONMENTAL PLANNING: A STUDY OF THE CITY OF IPIAÚ, BAHIA, BRAZIL

Abstract: When considering environmental studies from a systemic perspective, Geomorphological science is of fundamental importance in understanding the forms and processes in their entirety, that is, the evolution of relief as a result of the relationships between internal and external forces, at the same time time constituting an appropriate substrate for human action. From this conception, the present work is proposed, whose objective is to discuss the contribution of Geomorphological Cartography in detail scale, focused on the environmental planning of small cities. Taking the city of Ipiaú, state of Bahia, Brazil, as the area of analysis, the methodological procedures of this work involved: (1) the organization of databases to support the mapping, with the main information being aerial photographs at a scale of 1:75,000, made available by Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 2000), orthophotos of the municipal headquarters of Ipiaú at a scale of 1:8,000, made available by the Urban Development Company of the State of Bahia (CONDER, 2002); (2) the adequacy of the geomorphological mapping methodology proposed by IBGE (2009); (3) the elaboration of interpretation keys and the symbolic representation of the relief forms; (4) and field activities. The main results obtained correspond to the delimitation of the models and relief forms in the city of Ipiaú and the different human interventions resulting from the urban occupation process, in view of the proposed methodology. In this sense, it is emphasized that the recognition of relief aspects can help the elaboration and application of policies aimed at the environmental preservation of natural resources associated with the social security of the populations that inhabit different areas of small towns.
Keywords: Relief Cartography; Anthropogenic Changes; Environmental Planning.

1. Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG/UNICAMP). Mestre em Estudos Territoriais pela Universidade do Estado da Bahia (PROET – UNEB – *Campus* I). *E-mail*: sarahandradegeo@gmail.com; Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1302-7064.
2. Pós-Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"– (UNESP – Rio Claro). Professor Adjunto do Colegiado de Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). *E-mail*: sirius.souza@univasf.edu.br; Orcid: https://orcid.org/0000-0001-8831-5709

Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons – Atribuição 4.0 Internacional.

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA COMO SUBSIDIO A LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL: ESTUDIO DEL MUNICIPIO DE IPIAÚ, BAHIA, BRASIL

Resumen: Considerando los estudios ambientales desde una perspectiva sistémica, la ciencia Geomorfológica es de fundamental importancia para comprender las formas y procesos en su totalidad, es decir, la evolución del relieve como resultado de las relaciones entre fuerzas internas y externas, constituyendo al mismo tiempo un sustrato apropiado para la acción humana. Desde esta concepción, se propone el presente trabajo, cuyo objetivo es discutir la contribución de la Cartografía Geomorfológica en escala de detalle, enfocada a la planificación ambiental de pequeñas ciudades. Tomando como área de análisis la ciudad de Ipiaú, estado de Bahía, Brasil, los procedimientos metodológicos de este trabajo involucraron: (1) la organización de bases de datos para apoyar el mapeo, siendo la información principal fotografías aéreas a escala de 1:75.000, facilitada por Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 2000), ortofotos de la sede municipal de Ipiaú a escala 1:8.000, facilitada por la Empresa de Desarrollo Urbano del Estado de Bahía (CONDER, 2002); (2) la adecuación de la metodología de mapeo geomorfológico propuesta por IBGE (2009); (3) la elaboración de claves de interpretación y la representación simbólica de las formas en relieve; (4) y actividades de campo. Los principales resultados obtenidos corresponden a la delimitación de los modelos y formas de relieve en la ciudad de Ipiaú y las diferentes intervenciones humanas resultantes del proceso de ocupación urbana, en vista de la metodología propuesta. En ese sentido, se destaca que el reconocimiento de los aspectos de relieve puede ayudar a la elaboración y aplicación de políticas encaminadas a la preservación ambiental de los recursos naturales asociados a la seguridad social de las poblaciones que habitan las distintas áreas de las ciudades pequeñas.
Palabras clave: Cartografía en Relieve; Cambios Antropogénicos; Planificación ambiental.

*

Introdução

A Geomorfologia, como ciência, considera os processos na sua integridade, ou seja, a evolução do relevo como fruto das relações contrárias (forças internas e externas), ao mesmo tempo que se constitui como substrato apropriado pela ação humana enquanto componente de relações sociais de produção com interesses distintos, com reflexos nas propriedades geoecológicas do relevo (PENTEADO, 1978). Levando-se em consideração a sua natureza, as causas relacionadas às origens, o desenvolvimento de processos de evolução das formas e a composição dos materiais envolvidos, o estudo da apropriação do relevo pelas atividades humanas apresenta-se como de grande importância para o desenvolvimento ambiental, com foco na consolidação e na expansão das cidades.

Entre as problemáticas ambientais decorrentes dos processos de surgimento da cidade e de consolidação urbana não planejados, também comuns às pequenas cidades brasileiras, destacam-se a perda da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo, que resulta na diminuição da infiltração da água no solo e no aumento da quantidade e velocidade do escoamento superficial (SANTOS; RUFINO; BARROS FILHO, 2017). Esses problemas, quando somados à crescente exposição dos solos, comuns nas cidades em processo de expansão, podem intensificar as atividades morfogenéticas do relevo, o que resultará em ações erosivas mais expressivas e nos processos deposicionais.

Além da intervenção no relevo, Finkler (2019) aponta as consequências relacionadas às principais modificações sobre os canais fluviais no meio urbano. Entre elas, destacam-se as alterações no aspecto da qualidade das águas, em razão do aumento na geração e na disposição irregular de esgotos domésticos; a poluição gerada pelas atividades industriais; a disposição inadequada de resíduos sólidos; assim como obras de retificação e canalização de rios urbanos.

Diante das interferências antrópicas nos ambientes, em diversas escalas e intensidades, surge a Geomorfologia Antrópica como área do conhecimento que compreende os impactos diretos e indiretos das dinâmicas humanas, analisa os tipos e formas de relevo e os processos naturais ou

antrópicos associados e considera as fragilidades e potencialidades de sistemas ambientais presentes (BERGAMO; ALMEIDA, 2006).

No entanto, ao aprofundar-se nos estudos da Geomorfologia Antrópica, quanto ao exame da evolução da ação humana sobre as formas e seus processos, Nir (1983) aponta que existem inúmeras dificuldades na avaliação quali-quantitativa dos processos antropogeomorfológicos, em decorrência da imprevisibilidade do comportamento humano e das particularidades da sua ação em diferentes ambientes.

Com o propósito de suplantar tais desafios, alguns pesquisadores afirmam que os estudos geomorfológicos devem utilizar-se de técnicas de Cartografia Geomorfológica para identificar, mensurar e compreender os processos decorrentes dessas mudanças, os quais podem ser aplicados em diferentes escalas de abordagem. A Cartografia Geomorfológica, nesse sentido, apresenta-se como um conjunto de métodos e técnicas de grande importância, uma vez que se torna um considerável instrumento de apoio a projetos de ordenamento e planejamento ambiental nos âmbitos federal, estadual e municipal (RODRIGUES, 2005).

No que concerne às suas aplicabilidades, podem-se destacar alguns trabalhos relevantes no contexto do mapeamento geomorfológico em áreas urbanas no território brasileiro, a exemplo de Marques Neto, Zaidan e Menon Jr. (2015), Barbosa e Furrier (2017), Souza e Sobreira (2017) e Barbosa, Lima e Furrier (2019). Tais trabalhos, em suma, consideraram a relação entre a Cartografia Geomorfológica, os riscos geológicos e os tipos de uso da terra associados aos processos de expansão urbana e ao ordenamento territorial.

Além dos trabalhos realizados na esfera nacional, é relevante destacar as pesquisas internacionais, com autores como Chengtai (1993), Bathrellos et al. (2012), Del Monte et al. (2016), Gullà et al. (2017) e Odunuga, Ajijola e Patience (2019), os quais elaboraram mapeamentos geomorfológicos para áreas urbanas em diferentes cidades do mundo: em Chongqing (China), na Tessália Ocidental (região na Grécia Central), em Roma e na região da Calábria (Itália), e em cidades no Sul da Nigéria, respectivamente. Essas pesquisas atestam a necessidade de um reconhecimento dos aspectos geomorfológicos, a fim de subsidiar o planejamento ambiental de distintas áreas.

Tendo isso em vista, propõe-se este trabalho, cujo objetivo principal é discutir a contribuição da Cartografia Geomorfológica para o planejamento ambiental de pequenas cidades em regiões tropicais úmidas. Para tanto, consideram-se como chave de compreensão os principais impactos ambientais sobre as formas de relevo da cidade de Ipiaú, no sul do estado da Bahia. Ao realizar o mapeamento geomorfológico, em escala de detalhe, tendo em vista a determinação das potencialidades e limitações geomorfológicas, há a possibilidade de contribuir para o planejamento ambiental voltado ao uso e à ocupação do solo. Além disso, cabe mencionar que os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho podem ser aplicados ao mapeamento geomorfológico de pequenas cidades inseridas no domínio morfoclimático de mares de morros do Brasil.

Nesse sentido, este estudo se legitima em face dos instrumentos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), estabelecida pela Lei Federal n. 12.608/2012 (BRASIL, 2012a), que considera, entre seus princípios fundamentais, as ações de mapeamento e prevenção de áreas de ocorrência de escorregamentos e inundações, bem como sua integração às demais políticas setoriais, como as de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano e meio ambiente.

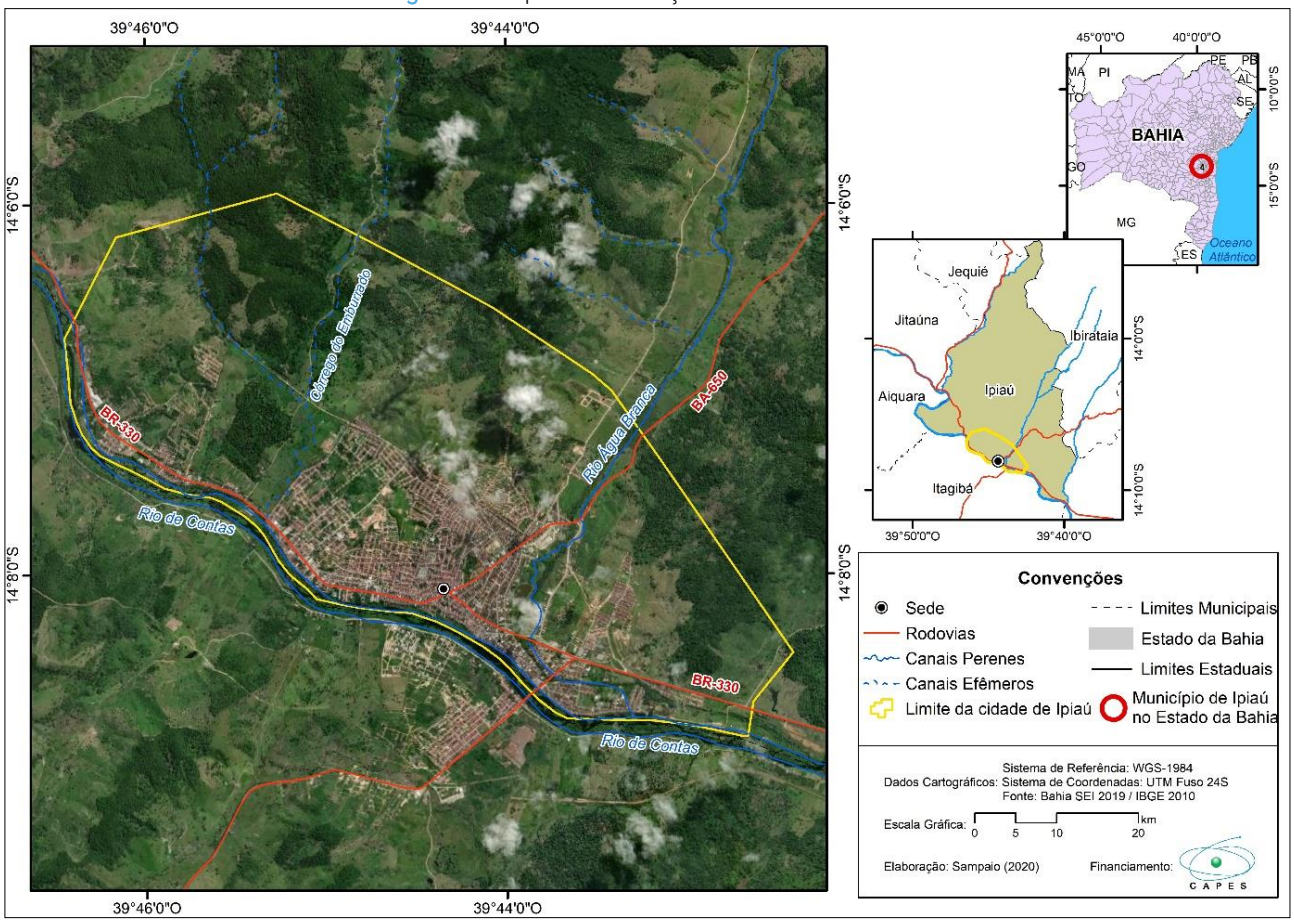
No contexto pesquisado, o planejamento ambiental consiste em uma ação que abrange variadas atividades, objetivando o pleno desenvolvimento de empreendimentos de cunho social, econômico e/ou ambiental (GIRÃO; CORRÊA, 2004). Ele deve ser considerado essencial no desenvolvimento de cidades em expansão, proporcionando "o melhor aproveitamento do espaço físico e dos recursos naturais, economia de energia, alocação e priorização dos recursos para as necessidades mais prementes e previsão de situações" (SANTOS, 2004, p. 28).

Em suma, os resultados desta pesquisa visam a contribuir para a conservação e a recuperação da biodiversidade ecológica da área em estudo, o que é atestado por autores como Arcanjo, Barbosa e Silva (1996), Mendonça e Bruna (2008) e Teixeira et al. (2016). Além disso, este estudo busca auxiliar e justificar a tomada de decisões implícitas ao planejamento ambiental em pequenas cidades dispostas no ambiente tropical úmido, com foco em uma melhor aplicação de políticas e gestão públicas.

Área de Estudo

Diante do exposto, optou-se por estudar a cidade de Ipiaú (Figura 1), situada no Sul do estado da Bahia, no Território de Identidade do Rio de Contas, entre os municípios de Jequié, Aiquara, Jitaúna, Itagibá, Barra do Rocha, Ibirataia e Apuarema. O município de Ipiaú dista cerca de 355 km da capital do estado, tem uma extensão territorial média de 267 km² e uma população contabilizada no último censo de 40.706 habitantes, com mais de 91% desta habitando áreas urbanas (IBGE, 2021).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte dos dados: Bahia SEI (2016); IBGE (2010)

Realizando uma breve caracterização física da área em questão, cabe mencionar os aspectos climáticos, geológicos, uma compreensão geomorfológica regional, além das características hidrográficas. O clima que abrange a região na qual o município de Ipiaú se enquadra é classificado como do tipo tropical, úmido a semiúmido (IBGE, 2007). Esse tipo de clima apresenta temperaturas quentes, com médias maiores que 18 ºC em todos os meses do ano, e períodos de 1 a 3 meses secos. As temperaturas médias mensais caracterizam-se por uma pequena variabilidade térmica anual,

cujos valores mínimos e máximos vão de 20 ºC (no mês de julho) a 29 ºC (no mês de março). Os maiores índices pluviométricos concentram-se entre os meses de junho e agosto, alcançando 95 e 110 mm, respectivamente, enquanto os meses de abril e maio são os mais secos do ano, variando de 8 a 10 mm.

Quanto aos aspectos geológicos, na cidade de Ipiaú predominam os complexos geológicos da Era Neoarqueana, com os complexos Ibicuí-Ipiaú e Ibicaraí, além de pequenos blocos dos complexos Jequié e Almadina, datados da Era Mesoarqueana. Segundo Barbosa et al. (2008), o Complexo Ibicuí-Ipiaú é composto por ortognaisses graníticos a tonalíticos, anfibolitos de granulação média, que ocorrem como boudins e bandas de espessuras variadas dentro dos ortognaisses, e por rochas gabro-anortosíticas do Maciço de Samaritana-Carapussê. Esse maciço corresponde a um grande corpo ígneo diferenciado com rochas de alto grau metamórfico e que apresentam contatos bruscos, curvos e dobrados, evidenciando caráter intrusivo (CARVALHO, 2005). Ainda na mesma região granulítica, ocorrem formações do Complexo Ibicaraí, cuja classe é caracterizada por granulitos, que ocorrem na maioria das vezes sob a forma de blocos rolados dentro do manto de intemperismo, constituindo também cristas alongadas e/ou verticalizadas (BARBOSA et al., 2008). Além disso, nas proximidades do canal do Rio de Contas, estão os Depósitos Aluvionares Recentes, que se referem a um conjunto de areias com intercalações de argila, cascalho e matéria orgânica (BARBOSA et al., 2009).

Em suma, a geologia da área é composta predominantemente por rochas metamórficas, as quais, segundo Penteado (1978), devido à sua textura foliada, em climas quentes e úmidos apresentam uma capacidade de resistência à erosão menor que rochas magmáticas (como os granitos). Ainda em relação à resistência do material geológico ao intemperismo, destaca-se que, nessa área, o aprofundamento dos vales pode ocorrer de maneira mais rápida ao longo das zonas de descontinuidade, gerando vales mais profundos e mais abruptos. Cabe mencionar ainda que, entre os complexos Ibicuí-Ipiaú e Ibicaraí, foram identificadas falhas ou zonas de cisalhamento, correspondentes a ambientes onde ocorreram deformação e atrito em grande escala, de modo que a rocha se encontra moída e brechada. Na área de estudo, esse tipo de estrutura definiu a forma e a direção do Rio Água Branca, principal afluente do Rio de Contas no município (BARBOSA et al., 2008).

A respeito dos aspectos da rede hidrográfica, a cidade de Ipiaú está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio de Contas (BHRC), cujo canal principal nasce no município de Piatã (Chapada Diamantina), desembocando no litoral do município de Itacaré, no estado da Bahia. No seu trecho inferior, a montante de Jequié e nas proximidades do município de Ipiaú, ocorrem remanescentes de Mata Atlântica ainda preservados, grande parte desses em função do sistema agroflorestal de Cacau-Cabruca (INEMA, 2018), principalmente nas áreas de maior declividade, amparando a preservação das nascentes dos rios de primeira ordem, alimentando assim os canais fluviais de maior porte. Afluente do Contas, o Rio Água Branca nasce na Serrinha, região do Distrito de Algodão, município de Ibirataia, Bahia. Perpassa o município de Ipiaú a leste, sobre uma zona de cisalhamento, e deságua no Rio de Contas. Destaca-se que esse canal fluvial se encontra em estado de intensa degradação, haja vista que recebe resíduos sem tratamento. Além disso, a retirada da vegetação nativa nas áreas de cabeceiras e matas ciliares impacta diretamente na qualidade e na quantidade dos cursos hídricos (BARRETO NETO, 2014; SAMPAIO, 2019).

Como muitas das cidades baianas, Ipiaú se desenvolveu nas margens do Rio de Contas e tem ocupado, paulatinamente, as faixas marginais de canais fluviais menores, as áreas nos topos de morros, além de algumas encostas com declividade acentuada. Tais áreas são classificadas pelo Código Florestal brasileiro como Áreas de Preservação Permanente (APPs), nas quais não pode haver nenhuma atividade econômica direta (BRASIL, 2012a. Cabe mencionar ainda que essa ocupação se

dá não somente por construções irregulares realizadas pela população menos favorecida, mas também por condomínios e loteamentos de médio e alto padrão.

Materiais e Métodos

O Mapa Geomorfológico da cidade de Ipiaú foi confeccionado em escala de detalhe 1:25.000, e sua elaboração se deu a partir de cinco etapas principais: a investigação quanto aos trabalhos com enfoque no mapeamento geomorfológico em áreas urbanas brasileiras; a aquisição da base de dados para amparar o mapeamento geomorfológico; a determinação da metodologia de identificação geomorfológica; a interpretação visual e a compartimentação da área em estudo; e, por fim, a definição da simbologia do Mapa Geomorfológico.

A primeira etapa consistiu na realização de uma revisão teórica baseada em Nunes et al. (1994) e Cunha, Mendes e Sanchez (2003), além de ter sido efetuada uma busca sobre os principais trabalhos elaborados nessa escala de mapeamento em áreas urbanas brasileiras. Entre esses trabalhos, destacam-se Cunha e Queiroz (2012), Bernadelli (2015), Paiva (2018), entre outros. Segundo Cunha (2003), à luz de Nunes et al. (1994), um mapeamento geomorfológico em escala de detalhe deve representar as seguintes informações: morfometria, contendo as drenagens e curvas de nível e dados como declividade das vertentes, hierarquia da rede de drenagem, altura das bordas de terraços ou rebordos erosivos; morfografia, referente às formas de relevo, representando a extensão delas; morfogênese, considerando a origem e a gênese das formas de relevo, a fim de tornar distinguíveis os processos morfogenéticos atuantes na área; e cronologia, ao representar em que momento da história morfogenética da região as formas ou o conjunto delas se desenvolveram.

Cabe ressaltar que a escolha da metodologia de mapeamento geomorfológico para a cidade de Ipiaú refere-se à proposta no *Manual técnico de Geomorfologia* (IBGE, 2009), por se tratar de uma metodologia nacionalmente utilizada, com a possibilidade de aplicação em distintas escalas de abordagem. A segunda etapa diz respeito à aquisição da base de dados para amparar o mapeamento geomorfológico. As principais informações geoespaciais que recobrem a área correspondem a: (1) fotografias aéreas disponibilizadas pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 2000), em escala 1:25.000, datadas de 1975; (2) ortofotos da sede municipal de Ipiaú, na escala de 1:8.000, com 16 cm de resolução, datadas de 2002, disponibilizadas pela Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER, 2019), mediante solicitação oficial; (3) dados de curvas de nível de 1 m de equidistância da cidade de Ipiaú, também disponibilizados pela CONDER (2019).

Após a determinação da metodologia de identificação geomorfológica e a aquisição das bases de dados, a terceira etapa desta pesquisa, em conformidade com Souza e Oliveira (2012), corresponde à aplicação do método anáglifo de estereoscopia digital, utilizando-se o *software* StereoPhoto Maker versão 5.06, disponível de forma gratuita para *download* no endereço: <http://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>. No *software*, primeiramente foram definidos os pares estereoscópicos (sobreposição de fotografias aéreas em cores complementares, vermelho e azul), os quais devem ser observados com o uso de óculos para efeito 3D, a fim de proporcionar a percepção de profundidade com uma imagem tridimensional. Em seguida, essa imagem foi salva em formato .tiff, para posterior análise em ambiente SIG.

Vale mencionar que, para amparar a interpretação visual das fotografias no mapeamento geomorfológico, também foram utilizadas bases de dados em formato shapefile, a exemplo de: canais fluviais, em escala 1:100.000 (SEI, 2019); litologia, em escala 1:100.000 (CPRM/UFBA, 2017); imagens de satélite em alta resolução do banco de imagens *online* do *software* ArcGIS – Basemap (2021); e imagens do radar Advanced Land Observing Satellite – Phased Array L-band Synthetic

Aperture Radar (ALOS/PALSAR), com resolução de 12,5 m, correspondente ao relevo sombreado. Esses dados subsidiaram a interpretação das características geomorfológicas.

A quarta etapa da elaboração do Mapa Geomorfológico referiu-se à interpretação visual e à compartimentação da área em estudo. Primeiramente foram traçados os modelados de acumulação e de dissecação; em seguida, foram identificadas as formas correspondentes aos modelados. Nas áreas de acumulação, foram reconhecidos os tipos de formas de vale, os Rebordos dos Terraços e os Paleomeandros; já nas áreas dissecadas, foram identificadas as formas das vertentes, os tipos de topos, as linhas de cumeada e o Rebordo do Tabuleiro. Além disso, foram delineados os aspectos relacionados à Geomorfologia Antropogênica, como lagos e represas, logradouros, obras de retilinização e canalização de canais fluviais, áreas de extração mineral e cortes expressivos em vertentes.

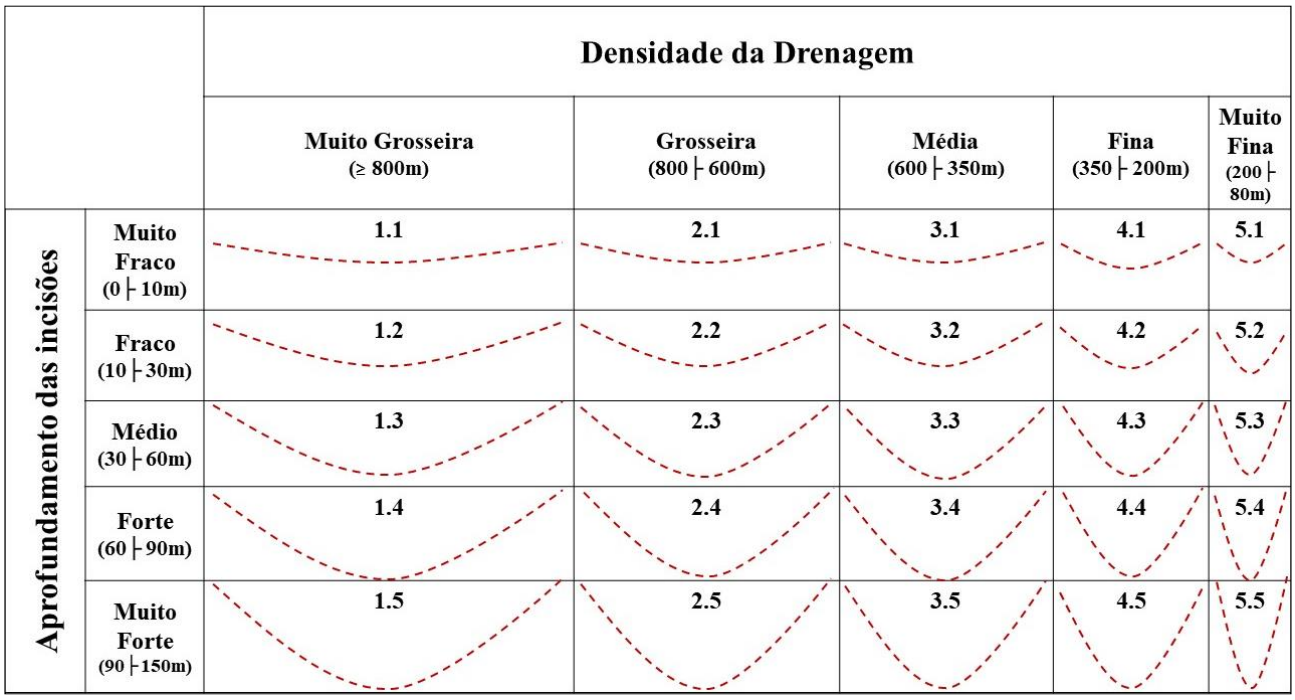
Como última etapa, foram definidas as cores e as simbologias em conformidade com as referências metodológicas supracitadas, e, por fim, elaborada a legenda do Mapa Geomorfológico. Destaca-se, neste momento, que algumas adaptações da proposta do IBGE (2009) foram necessárias, tendo em vista o nível da escala de detalhe, como as características de morfometria do relevo, a modificação de algumas nomenclaturas e a inserção de simbologias, de acordo com as propostas metodológicas do RADAMBRASIL (1981), de Lima, Cunha e Perez Filho (2013) e de Sato e Lupinacci (2019).

Devido à própria complexidade das formas de relevo, uma das dificuldades encontradas no mapeamento geomorfológico é a sistematização da legenda, conforme aponta Argento (2015). Ela deve atender as especificidades do mapeamento e estar de acordo com a escala adotada. Dito isso, a organização da legenda dispõe os primeiros elementos associados aos tipos de gênese dos modelados, indicando os processos morfogenéticos que deram origens às formas, como a litologia, com as unidades geológicas formadas em distintos períodos de tempo geológico. O segundo elemento refere-se aos dados estruturais, com as falhas ou zonas de cisalhamento, as quais tendem a orientar as feições hidrográficas (a exemplo do Rio Água Branca, na área de pesquisa), a resistência do material, a forma das vertentes, entre outros aspectos. O terceiro elemento disposto na legenda corresponde aos tipos de modelados e formas associadas, e na cidade de Ipiaú foram identificados: modelados de acumulação, englobando as Planícies Fluviais (Apf) e os Terraços Fluviais (Atf); e modelados de dissecação, formados pelos Morros Cristalinos (Mc) e pelos Tabuleiros Pré-Litorâneos (Tpl).

Acerca, especificamente, dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, eles foram divididos em duas subclasses (Tabuleiros Pré-Litorâneos I e II), conforme os diferentes níveis de dissecação do relevo. Tais divisões foram extraídas após o estabelecimento de uma Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo, cuja proposta foi adaptada do IBGE (2009) e aplicada de forma automatizada com base em trabalhos de Guimarães et al. (2017).

Tal Matriz de Dissecação foi proposta por Ross (1992) e integra as variáveis do grau de entalhamento dos vales (aprofundamento das incisões) e da dimensão interfluvial média (densidade da drenagem), diante das quais se podem analisar os padrões dos níveis de dissecação em determinados ambientes (Figura 2). Segundo Guimarães et al. (2017), o índice de dissecação do relevo pode auxiliar no melhor entendimento dos processos morfogenéticos em dada área, além de permitir uma delimitação mais detalhada de unidades homogêneas do relevo e a avaliação da suscetibilidade aos processos erosivos, por exemplo.

Figura 2 - Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo



Adaptado de: IBGE (2009); Guimarães et al (2017). Elaboração: autores da pesquisa (2021).

Em suma, no mapeamento geomorfológico, cada modelado apresenta processos geomorfológicos associados e engloba um conjunto de formas de relevo. Tais formas também foram apontadas no mapa, com uma simbologia correspondente, sendo identificadas como: Vale em fundo plano, Drenagem perene ou intermitente, Rebordo do Terraço, Paleodrenagem, Linha de Cumeada, Forma da vertente côncava ou convexa, e Rebordo do Tabuleiro. Além disso, foram também representadas no Mapa Geomorfológico as intervenções antrópicas, cujas identificação e simbologia foram adaptadas de Sato e Lupinacci (2019), baseadas originalmente em trabalhos de Tricart (1965). Para as autoras, os conhecimentos da dinâmica do relevo associados às intervenções antrópicas no meio são fundamentais, por se tratar de áreas urbanas com alterações no relevo. Foram identificadas na cidade de Ipiaú: as Rupturas Topográficas de origem antrópica, como os cortes em vertentes e em terraços mais expressivos; os Aterros, executados para nivelar a superfície a ser construída, estritamente ligados às implantações de rodovias estaduais e federais; as Áreas de extração mineral, de materiais como areia nos leitos de rios e de cascalho nos morros; os Logradouros, sendo eles pavimentados ou não; e as intervenções nos cursos fluviais, como as canalizações, retilinizações e pontes; além de represas.

Cabe ainda mencionar que o desenvolvimento da pesquisa foi subsidiado pela realização de atividades de campo, com o intuito de aferir, atualizar e averiguar as informações mapeadas. Segundo o *Manual técnico de uso da terra* (IBGE, 2013), os trabalhos de campo visam a identificar ou confirmar uma classificação prévia dos padrões de imagem e formas do relevo identificados em gabinete, correlacionar esses padrões de imagem com a verdade terrestre e coletar dados. Nesse sentido, as atividades de campo ocorreram durante junho de 2020 e maio de 2021 e foram baseadas na observação, na descrição da localização em fichas de campo elaboradas em conformidade com o *Manual técnico de Geomorfologia* (IBGE, 2009), no registro de fotografias, nas medições e na marcação de pontos amostrais no GPS.

Resultados e Discussão

Numa perspectiva ampla da compreensão geomorfológica, o município de Ipiaú está inserido no Domínio Morfoestrutural de Crátons Neoproterozoicos, correspondente ao Cráton do São Francisco e de Depósitos Sedimentares do Quaternário (BARBOSA et al., 2008). Quanto à região Geomorfológica que abrange a área em questão, Ipiaú insere-se na Região de Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste (ROSS, 1985), o que lhe confere características de relevo mais movimentado. De maneira mais detalhada, em trabalhos da CPRM (2007), foram identificados quatro compartimentos geomorfológicos presentes no território municipal, denominados Planaltos Cristalinos, Colinas Dissecadas, Morros e Serras Baixas e Planícies Fluviais. Com foco na cidade, pretendeu-se, por meio desse mapeamento, delimitar os aspectos geomorfológicos a nível de modelado e formas de relevo, conforme detalhado a seguir.

A metodologia do mapeamento geomorfológico acolhida no âmbito do presente trabalho permitiu a distinção dos tipos de modelados de relevo e formas associadas a eles, em consonância com a proposta taxonômica proposta pelo IBGE (2009), além de considerar as intervenções antrópicas na cidade de Ipiaú (figuras 3 e 4). Foram identificados dois tipos de modelados predominantes: os modelados de dissecação, os quais incluem os Morros Cristalinos (Mc) e os Tabuleiros Pré-Litorâneos (Tpl) I e II e; os modelados de acumulação, que envolvem as Planícies Fluviais (Apf) e os Terraços Fluviais (Atf) (Tabela 1).

Tabela 1 - Modelados do relevo na cidade de Ipiaú

Classe do Modelado	Área (km²)	Área (%)
Modelados de Acumulação		
Planícies Fluviais (Apf)	1,65	7,9
Terraços Fluviais (Atf)	1,81	8,7
Modelados de Dissecação		
Morros Cristalinos (Mc)	4,20	20,3
Tabuleiros Pré-Litorâneos (Tpl)		
Tabuleiros Pré-Litorâneos (Tpl) I	7,09	34,2
Tabuleiros Pré-Litorâneos (Tpl) II	5,91	28,5
Total	20,69	100

Fonte: dados da pesquisa (2021).

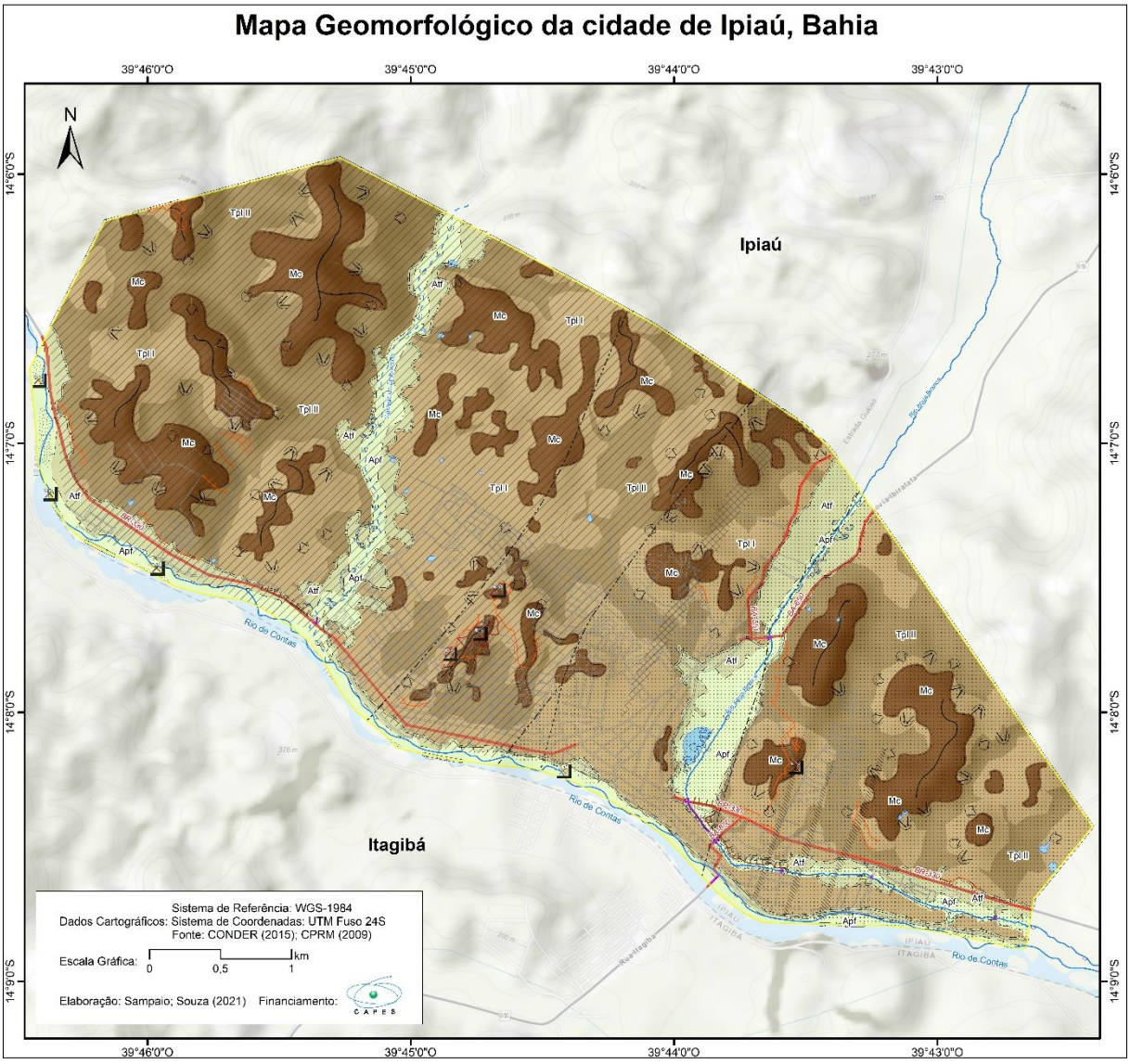
Os Tabuleiros Pré-Litorâneos (Tpl) recobrem a maior parte da cidade, com uma área que corresponde a 13 km², aproximadamente 63% do total mapeado. De forma geral, os Tabuleiros Pré-Litorâneos I e II registram altitudes entre 100 e 200 m, com relevo bastante uniforme e dissecado, tendo como característica processos intensos de erosão. Segundo dados do Projeto RADAMBRASIL (1981), nos ambientes com esses atributos, predomina um espesso manto de alteração existente em toda a área dessa unidade e que inclui, sobre o saprolito da rocha, uma cobertura de latossolos correspondente a material coluvial vermelho-amarelado de 1 a 2 m de espessura.

Na área urbana de Ipiaú, os Tabuleiros Pré-Litorâneos estão relacionados a uma litologia variada, composta principalmente pelos ortognaisses de Acaraci e pelo Complexo Ibicaraí-Ipiaú, além de granulitos máficos do Complexo Jequié, os quais resistiram parcialmente aos processos mais intensos da erosão na superfície ao longo do tempo. A fim de identificar com mais detalhes os processos geomorfológicos presentes nesse tipo de modelado, a classe dos Tabuleiros Pré-Litorâneos foi dividida em dois tipos, I e II, conforme o Índice de Dissecação do Relevo. Os Tabuleiros Pré-Litorâneos II ocupam aproximadamente 6 km², cerca de 28,5% da área mapeada, e correspondem aos relevos mais dissecados (de moderado a forte), em que os aspectos de densidade de drenagem,

ou seja, a média da distância entre os interflúvios, apontam valores de 200 a 300 m, enquanto o grau de entalhamento dos vales, que se refere ao aprofundamento médio das incisões, vai de 30 a 60 m.

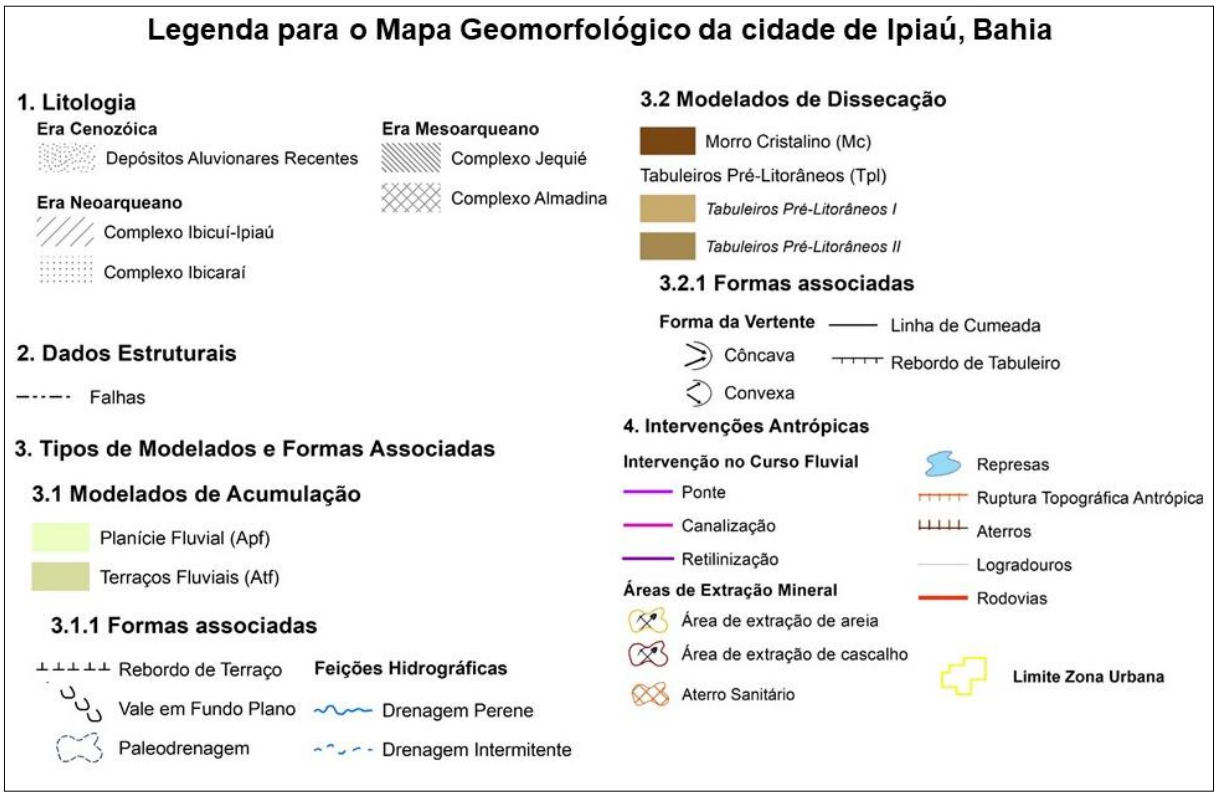
Tais características são diretamente influenciadas pelas condições estruturais predominantes nesses ambientes, com a incidência de falhas geológicas, as quais tendem a originar vales mais profundos e mais abruptos, além de haver uma predominância de rochas magmáticas e metamórficas, gerando feições com maiores superfícies de erosão e relevos mais movimentados. Esse conjunto atribui aos Tabuleiros Pré-Litorâneos II intensos processos de erosão e aumento da velocidade do transporte de sedimentos. Entre alguns processos geomorfológicos comuns nesse tipo de modelado, assinalam-se áreas onde a atuação dos processos de erosão através de sulcos e ravinas, além de movimentos de massa, mostra-se mais clara, quando comparada ao que ocorre nos Tabuleiros Pré-Litorâneos I.

Figura 3 - Mapa Geomorfológico da cidade de Ipiaú, Bahia



Elaboração: autores da pesquisa (2021).

Figura 4 - Legenda do Mapa Geomorfológico da cidade de Ipiaú, Bahia



Elaboração: autores da pesquisa (2021).

Na cidade de Ipiaú, as áreas urbanas em estágio recente de ocupação, as ocupações subnormais, os ambientes degradados com exploração mineral, assim como as pastagens, concentram-se no modelado de Tabuleiros Pré-Litorâneos II, o que denota um potencial impacto nessas áreas, com tendência a aumento das problemáticas ambientais, conforme ocorram a expansão das ocupações urbanas e usos inadequados do solo.

Já os Tabuleiros Pré-Litorâneos I caracterizam-se por uma dissecação definida como muito fraca ou fraca, cuja distância média horizontal entre os interflúvios vai de 600 a 800 m, e o aprofundamento das incisões não ultrapassa 40 m. Essa subunidade ocupa 7 km² da cidade de Ipiaú, totalizando 34,2% da área, que corresponde aos terrenos menos declivosos nas bases das vertentes e/ou aos terrenos mais aplainados, como um ambiente de transição entre os modelados de acumulação e os Tabuleiros Pré-Litorâneos II e os Morros Cristalinos (Mc). Os aspectos do relevo nesse modelado estão relacionados a uma estrutura geológica em que predominam rochas metamórficas com menor resistência aos processos erosivos, em ambientes de dissecação mais rebaixados, nos quais os processos de remoção e transporte de sedimentos são mais estáveis.

Cabe mencionar que a maior porcentagem da área urbana consolidada está inserida nesse modelado, sob uma perspectiva de ocupação histórica de Ipiaú, quando, após a ocupação das planícies e dos Terraços Fluviais, a expansão urbana direcionou-se às vertentes menos declivosas. Além disso, apontam-se amplas áreas de pastagens circundantes à cidade, voltadas à pecuária extensiva, tendo em vista a aptidão do relevo ao uso, o qual, em suma, gera diversos impactos e consequentes problemáticas ambientais, considerando os tipos de intervenções antrópicas mapeadas.

Entre as principais formas de relevo naturais associadas aos modelados de dissecação de Tabuleiros Pré-Litorâneos I e II, e seus processos geomorfológicos, estão as formas de vertentes. As

vertentes na cidade de Ipiaú apresentam-se sob as formas côncavas e convexas nas colinas mais baixas, até as encostas mistas nos relevos mais movimentados. Vale salientar que as rochas ígneas e metamórficas, como as presentes na área de estudo, promovem nas regiões úmidas o aparecimento de formas convexas, sobre as quais são comuns os processos de rastejamento, erosão por salpicamento e divergência de fluxos, com lavagem da superfície do terreno. Quanto às concavidades, estas são associadas tanto à erosão e à deposição de sedimentos quanto ao acúmulo de água (GUERRA, 2003).

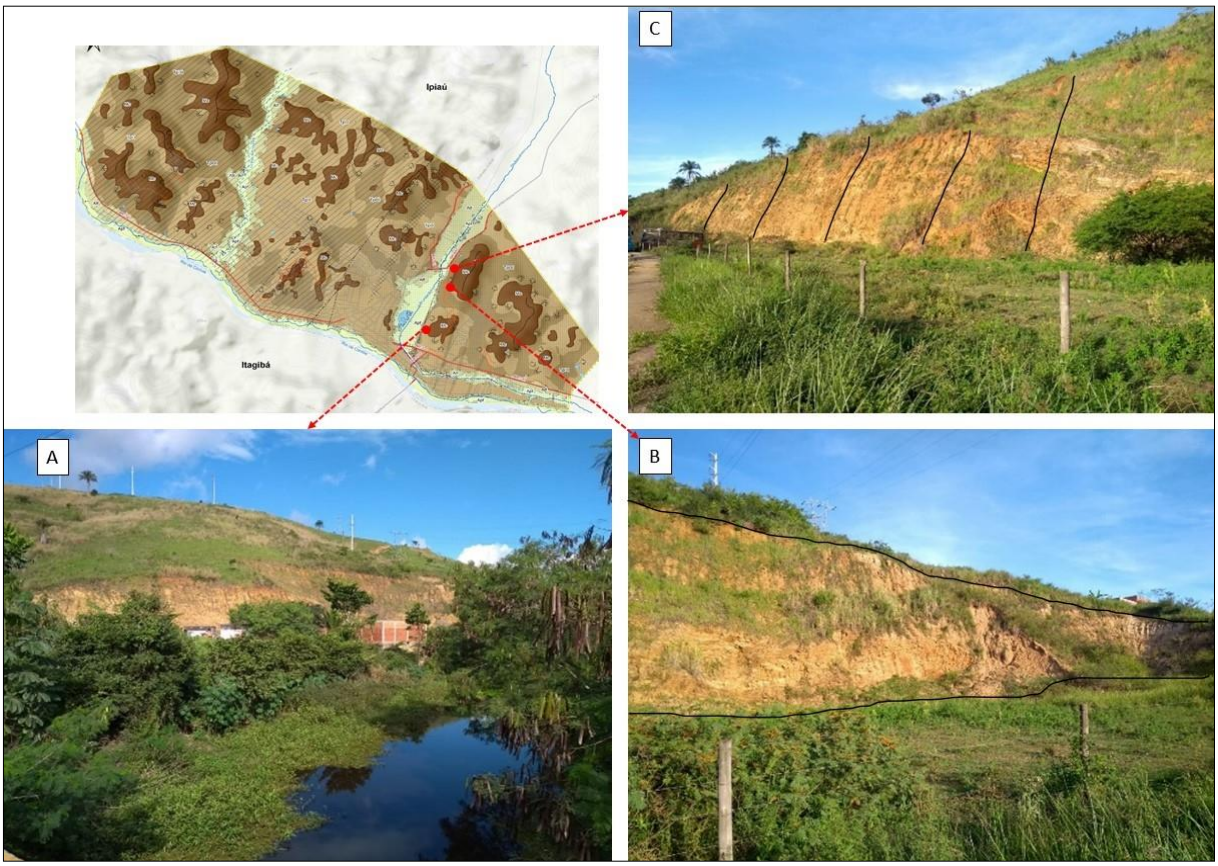
Além das formas de vertentes, foram mapeados, nos modelados de dissecação, os Rebordos de Tabuleiro, que são identificados também como ressaltos (IBGE, 2009, p. 80) e consistem em feições referentes às "rupturas de declive que limitam diferentes tipos de modelado ou diferentes níveis altimétricos, cujo traçado pode ser relacionado a controle estrutural ou litológico". Em Ipiaú, tal elemento foi identificado em uma altitude média de 160 m e limita os Maciços Cristalinos com os Tabuleiros Pré-Litorâneos I e II e/ou com os Terraços Fluviais.

O segundo tipo de modelado de dissecação com maior predominância na cidade de Ipiaú foi classificado como Morro Cristalino (Mc), cuja denominação denota os ambientes de topos dos morros mais elevados, com costas entre 200 e 300 m de altitude, atribuídos a um processo de dissecação diferencial (ROSS, 1992), com topos côncavos e a parte superior das encostas mais íngremes. Tal modelado ocupa 4,2 km², aproximadamente 20% da área total mapeada, e, assim como no modelado de Tabuleiros Pré-Litorâneos I e II, relaciona-se com as formações geológicas do Complexo Ibicaraí-Ipiaú. Nessa unidade, estão inseridas as Áreas de Preservação Permanente de topos de morros e de declividade, cujos usos do solo predominantes são as áreas florestadas e pastagens. No que concerne aos processos geomorfológicos consequentes da intersecção entre esse tipo de modelado e o tipo de ocupação predominante, destaca-se que os processos erosivos mais intensos estão diretamente relacionados aos ambientes sem cobertura vegetal arbórea, tendo em vista que a falta de cobertura vegetal em topos de morros, quando localizados em regiões de alta pluviosidade (como é o caso do domínio morfoclimático no qual Ipiaú está inserida), potencializa os efeitos de remoção e transporte de sedimentos.

As linhas de cumeada estão entre as principais formas associadas estritamente ao modelado de dissecação de Morros Cristalinos e seus processos geomorfológicos. Os interflúvios convexizados, identificados no Mapa Geomorfológico como linha de cumeada, configuram desde colinas até morros mais elevados. O IBGE (2009, p. 80) caracteriza tal elemento como uma "forma de relevo alongada, resultante da interseção de vertentes de forte declividade, formando alinhamentos, em terrenos sujeitos a forte deformação".

Além das formas estritamente relacionadas aos Morros Cristalinos, cabe mencionar que algumas formas em comum foram identificadas em outros modelados de dissecação, como nos Tabuleiros Pré-Litorâneos I e II. Entre elas, a base estrutural aponta a existência de falhas e rupturas geológicas, conforme evidenciado na caracterização da área. Segundo Penteado (1978), as falhas e fissuras condicionam a existência de movimentos de massa e áreas com potenciais erosivos mais intensos. Esse tipo de estrutura também tem influência direta sobre a configuração da rede hidrográfica. Na cidade de Ipiaú, a presença de falhas e lineamentos estruturais é confirmada por extensas formações de espelhos de falha e por vales de linha de falha, os quais seguem exatamente a linha do falhamento, caracterizando uma rede hidrográfica retilínea e longa (Figura 5).

Figura 5 - Identificação de estrutura falhada na cidade de Ipiaú, Bahia

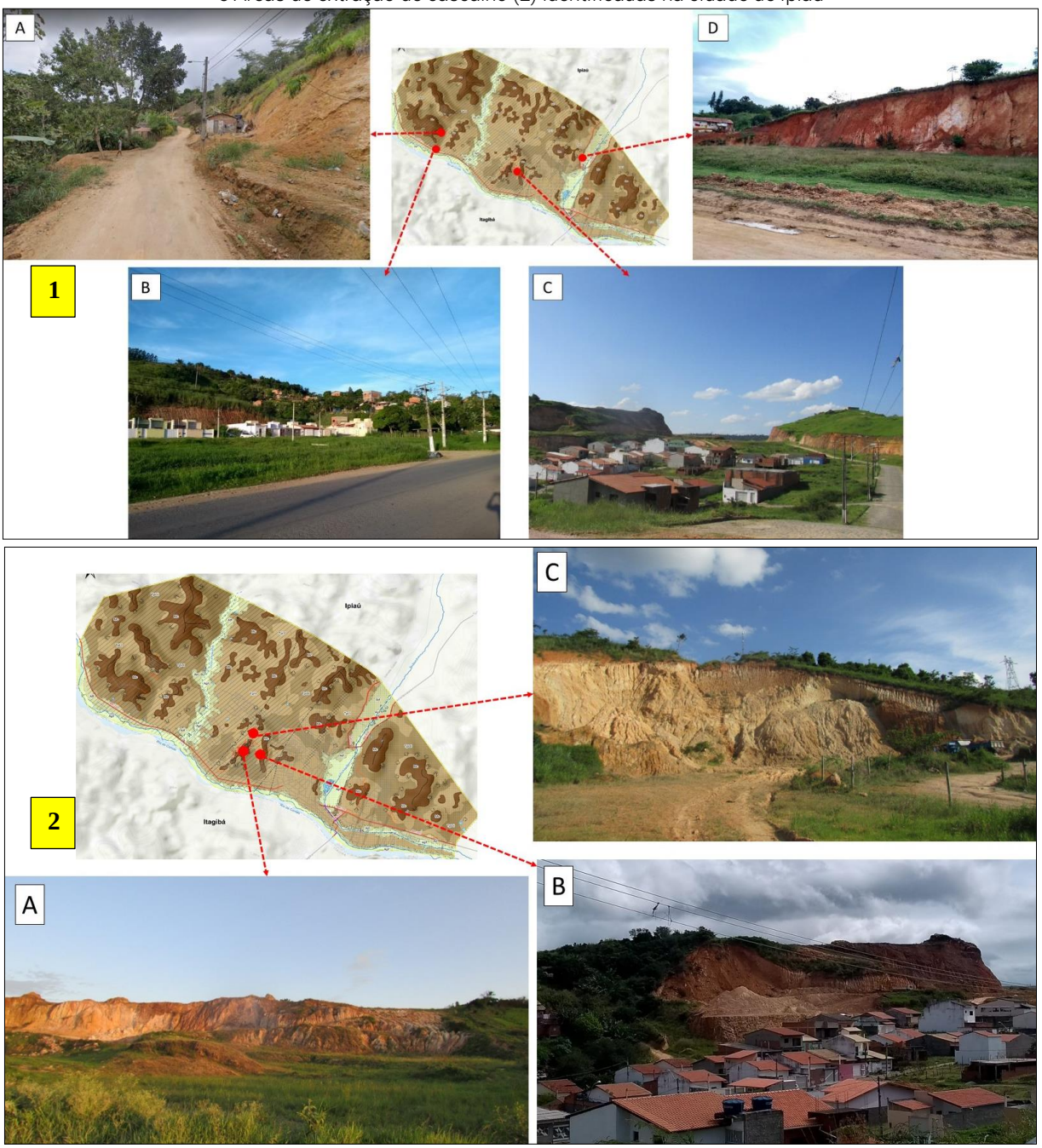


Fonte: autores da pesquisa (2021). Observações: (A) trecho do rio Água Branca, à montante da estrutura de falha; (B) ocorrência de movimentos de massa após altos índices pluviométricos em dezembro de 2020, na Av. Benedito Lessa (linhas pretas verticais indicando o plano de falha); (C) Espelho de Falha na Av. Benedito Lessa, medindo aproximadamente 10 metros de altura (linhas pretas horizontais indicando os limites da falha).

Destaca-se que a presença dessas formações na área urbana pode gerar impactos relacionados aos riscos de habitação, uma vez que nesse tipo de estrutura há a possibilidade de movimento de massa por reacomodação da falha. É relevante apontar que as falhas geológicas estão associadas a um processo de formação natural; no entanto, na área de estudo, já houve interferências antrópicas sobre essas (Figura 6), principalmente no que se refere à extração de cascalho voltada à construção civil, englobando polígonos numa área total de 35.000 m, além de cortes em vertentes para a abertura de loteamentos.

A mineração de cascalho apresenta um potencial problemático no processo de exploração, uma vez que trabalha com matéria-prima que detém uma relação preço/volume relativamente baixa, sendo a distância do mercado consumidor um fator limitante. Desse modo, as empresas mineradoras buscam áreas de exploração mais próximas, até mesmo em centros urbanos, acirrando conflitos entre a mineração, a preservação das áreas vegetadas e o uso do espaço físico urbano (SABADIA et al., 2011). Além disso, os impactos ambientais relacionados à deflagração de processos erosivos e ao transporte de sedimentos oriundos das áreas mais elevadas em direção aos vales, em função da exploração de cascalho, potencializam, sob uma perspectiva sistêmica, os efeitos de assoreamento nos canais fluviais. Ressalta-se que as identificações dessas formas em Ipiaú estão diretamente associadas aos cortes verticais mais abruptos nas vertentes, nos quais há processos erosivos intensos e a formação de estruturas de ravinas, identificadas em atividades de campo.

Figura 6 - Rupturas Topográficas de Origem Antrópica (1)
e Áreas de extração de cascalho (2) identificadas na cidade de Ipiaú



Fonte: autores da pesquisa (2021). Observações: (1A) Rua Maria A Oliveira no Bairro Irmã Dulce; (1B) Av. Nossa Senhora Aparecida; (1C) Rupturas em toda a base dos morros adjacentes no Loteamento Constança, à direita da fotografia, um corte expressivo em vertente, medindo aproximadamente 500 metros de comprimento e 20 metros de altura; (1D) Adjacências da Estr. do Guloso, nas proximidades da Horta Comunitária, medindo 180 metros de comprimento e 8 metros de altura; (2A) Cascalheira antiga, na rua Jaci Barreto; (2B) Localizado entre o Loteamento Constança e o bairro Aloísio Conrado; (2C) proximidades do Hospital Geral de Ipiaú (HGI).

Entre as principais problemáticas voltadas às rupturas topográficas de origem antrópica no relevo em ambientes tropicais úmidos, aponta-se que, a partir do momento em que há a apropriação de uma encosta, através dos desmatamentos, cortes e aterros, alterando sua estabilidade, aumenta-se a probabilidade de desencadear um escorregamento (CASSETI, 2001). Vale ainda ressaltar que a elevada frequência de escorregamentos está intimamente relacionada com a ocorrência dos cortes verticais para a construção ou a ampliação de habitações, assim como com a disposição irregular de resíduos sólidos, o lançamento de efluentes em encostas, a realização de obras muito próximas a

encostas íngremes situadas no sopé de afloramentos rochosos, a construção de estradas, entre outros aspectos.

No que concerne aos modelados de acumulação identificados na cidade de Ipiaú, identificam-se: as Planícies Fluviais (Apf), referentes aos ambientes atingidos recorrentemente pelos níveis de cheias dos canais fluviais; e os Terraços Fluviais (Atf), relacionados aos níveis de terraceamentos. Cabe mencionar que tais modelados de acumulação estão associados a três feições hidrográficas principais na área de estudo: a margem esquerda do Rio de Contas, o baixo curso do Rio Água Branca com drenagens perenes e o Córrego do Emburrado com drenagem intermitente, cujas nascentes se localizam a montante do limite urbano de Ipiaú.

Os Terraços Fluviais (Atf) ocupam uma área de 1,8 km² da cidade de Ipiaú, aproximadamente 9% da área total mapeada. Constituem uma unidade delimitada por níveis topográficos definidos como "depósitos aluviais que se encontram nas encostas de um vale" (GUERRA; GUERRA, 1997, p. 412). Contêm materiais de aluviões com texturas de finas a grosseiras, consideravelmente recentes, pleistocênicas e holocênicas. Em Ipiaú, o Terraço Fluvial está situado entre 5 e 10 m acima do leito do Rio de Contas, do Rio Água Branca e do Córrego do Emburrado.

Segundo Christofoletti (1999), os Terraços Fluviais mais baixos podem ser inundados em períodos de grandes cheias dos canais fluviais, cujo intervalo mínimo previsto é de 10 anos. Especificamente sobre os intervalos de recorrência do Rio de Contas, prevê-se um período médio de 50 anos a cada grande cheia (SEPLAN, 2016), cujas intensidade e vazão são capazes de recobrir toda a planície e todos os Terraços Fluviais, destacando a necessidade de proteção desses ambientes. Além disso, uma parcela dos terraços compõe as Áreas de Preservação Permanente dos canais dos rios de Contas e Água Branca.

Em suma, funcionando como formas de relevo inclusas no vale fluvial, os terraços podem receber sedimentação provinda das vertentes, o que gera características sobrepostas às antigas planícies de inundação, com novos materiais coluvionares (CHRISTOFOLETTI, 1999). Sua preservação denota um equilíbrio dinâmico dos processos erosivos e deposicionais, os quais podem ser modificados pela ação de eventos hidrometeorológicos extremos, retornando temporariamente à dinâmica dos cursos d'água.

Na cidade de Ipiaú, historicamente, os Terraços Fluviais dos rios de Contas e Água Branca foram os primeiros ambientes a serem ocupados e apresentam, até o momento em que se realiza a presente pesquisa, mais de 90% do seu ambiente recoberto por área urbana consolidada, cujos processos geomorfológicos foram intensamente modificados em função da instalação das estruturas urbanísticas. No entanto, destaca-se que as maiores consequências desse tipo de ocupação nos terraços referem-se às perdas materiais e aos riscos de inundação e enxurrada em períodos de grandes cheias dos canais fluviais.

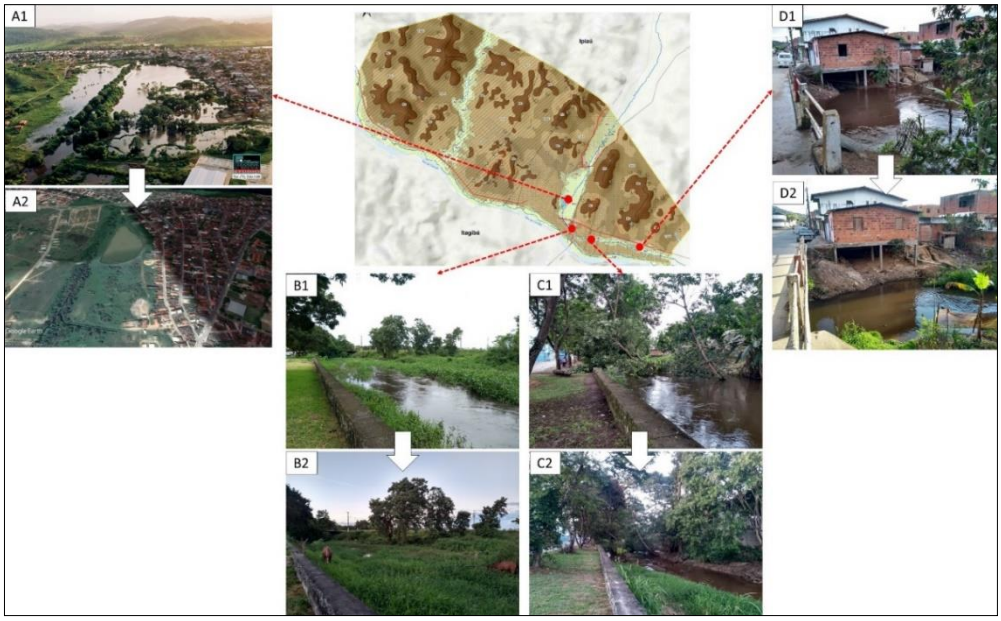
Já os ambientes de Terraços Fluviais do Córrego do Emburrado são majoritariamente recobertos por pastagens, áreas urbanas em estágio recente de ocupação e uma pequena parcela de floresta, o que aponta para o funcionamento dos processos geomorfológicos ainda dinâmicos, com uma maior intensidade nos processos erosivos e de transporte de sedimentos advindos das vertentes, dado o baixo nível de recobrimento dos solos associados aos usos.

As Planícies Fluviais (Apf) caracterizam-se por serem áreas mais planas e rebaixadas adjacentes aos corpos hídricos. Ocupam uma área aproximada de 1,6 km², contabilizando apenas 8% do modelado total mapeado. Definidas como ambientes planos resultantes de acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas (BRASIL, 2012b), correspondendo às várzeas atuais do Rio de Contas, do Rio Água Branca e do Córrego do Emburrado, ocorrem principalmente nos vales com preenchimento aluvial. Com foco na área mapeada, as planícies alcançam até 5 m acima da cota do canal e apresentam larguras variáveis.

Na Figura 7, estão retratados exemplos de trechos das Planícies Fluviais dos rios de Contas e Água Branca, correspondentes aos períodos de inundação e períodos sem inundação desses ambientes. Nos meses de maior vazão (em geral, entre novembro e março), a Planície Fluvial (Apf) fica totalmente inundada pelo Rio de Contas em áreas centrais da cidade. Residências que se localizam em média entre 25 e 50 m das margens do canal, considerando os períodos de menor vazão, ficam parcialmente inundadas em parte do ano, com a necessidade de deslocamento das famílias atingidas, realidade comum nas pequenas cidades adjacentes a Ipiaú.

Figura 7 - Processos de inundação nas Planícies Fluviais nos rios de Contas e Água Branca, Ipiaú

1



2

Fonte: dados da pesquisa (2021). (1) Observações: (A1 e A2) Planície Fluvial (Apf) no Parque do Arara, em fevereiro de 2021, e em junho de 2021, respectivamente; (B1 e B2) Inundação na planície fluvial nas proximidades da praça dos Cometas, em janeiro de 2021, e em julho de 2021, respectivamente; (C1 e C2) Inundação nas adjacências da rua Alfredo Brito, centro da cidade, em fevereiro de 2021, e em junho de 2021. (2) Fotografia A1 - Inundação no rio Água Branca (SILVA, 2007); Imagem A2 - Google Earth (2021); dados da pesquisa (2021). Observações: (A1 e A2) Planície de inundação onde localiza-se a Lagoa Água Branca, em dezembro de 2007 e em junho de 2021, respectivamente; (B1 e B2/ C1 e C2) Adjacências da rua Ataíde Ribeirão, em fevereiro de 2021 e em junho de 2021, respectivamente; (D1 e D2) Ocupações por residências com estruturas de palafitas na Planície Fluvial do rio Água Branca, na Av. Água Branca.

Nesse sentido, aponta-se a necessidade da criação de uma secretaria voltada para ações de Defesa Civil na Prefeitura Municipal de Ipiaú e nas prefeituras de pequenas cidades circunvizinhas, considerando o quantitativo de famílias atingidas todos os anos, a fim de implementar políticas públicas, planos de contingência e projetos de prevenção aos riscos de inundações e enxurradas, mitigando as consequências dos eventos hidrológicos que ocasionam perdas materiais e de vidas humanas.

Quanto às inundações na Planície Fluvial do Rio Água Branca, cabe o devido destaque ao trecho entre a Av. Benedito Lessa e a Av. do Contorno, onde foi instalada a Lagoa Água Branca (Figura 7), visando à implementação do projeto do Parque da Cidade, cujas obras foram iniciadas no ano de 2007, mas até 2021 não foram finalizadas. Durante o período citado, uma área de aproximadamente 100 m² se encontra sem cobertura do solo, potencializando os processos erosivos e o transporte de sedimentos, com reflexos de assoreamento no Água Branca. Nesse mesmo canal fluvial, os processos de ocupação das margens diferem daqueles do Rio de Contas, cujo uso é voltado a pastagens, com grande especulação imobiliária no centro da cidade, em que as planícies possuem um maior quantitativo de obras de aterros, as quais são parcialmente danificadas após períodos de cheias do canal, em função do aumento da velocidade hídrica, além de obras de retilinização e canalização de cunho histórico.

Com menor expressividade em termos quantitativos, os processos de inundação também ocorrem no Córrego do Emburrado, mas, neste caso, em função do fluxo de retorno e intumescência do Rio de Contas. No que concerne à dinâmica dos processos naturais, as planícies e os Terraços Fluviais destacam-se como áreas de maiores riscos à inundação em períodos de altos índices pluviométricos na região. Cabe mencionar, neste momento, que a maior parte dessas localidades são consideradas Área de Proteção Permanente (APP) de cursos fluviais, e o aumento do percentual de ocupação urbana nas APPs gera preocupações quanto à potencialização dos riscos de perdas de vidas humanas e bens materiais, impactando o funcionamento do sistema fluvial e as suas formas.

Associadas aos modelados de acumulação de Planícies e Terraços Fluviais na cidade de Ipiaú estão as formas de relevos, mapeadas como Paleodrenagens, Rebordos dos Terraços e os Vales de Fundo Plano. As Paleodrenagens são feições identificadas predominantemente nos Terraços Fluviais do Rio Água Branca e do Córrego do Emburrado, podendo também estar presentes nas áreas de Planícies Fluviais. Os polígonos identificados no mapeamento como Paleodrenagens apresentam em média 600 m² e consistem em uma forma de depósito linear fluvial, correspondente a uma drenagem preexistente, na forma seja de canal (paleocanal), seja de meandro abandonado (Oxbow Lake) que tenha sido posteriormente colmatado – paleomeandro (IBGE, 2009). As origens desse tipo de forma estão associadas a um processo "resultante da própria evolução dos meandros, através do solapamento da margem côncava" (GUERRA; GUERRA, 1997, p. 282).

Vale advertir que meandros abandonados (colmatados) não apresentam ligação direta com cursos de água atuais, mas podem ser eventualmente alagados, em função de maiores cheias dos cursos fluviais (SOUZA; SOUZA, 2010). Tais formas geomorfológicas estão, sobretudo, ligadas a funções ecológicas enquanto um corpo hídrico lêntico, o qual, em suma, é classificado como um importante distribuidor de biodiversidade, por apresentar ecótonos bem definidos, alta capacidade de solubilização de compostos orgânicos, baixo teor de sais dissolvidos, altas densidade e viscosidade da água, além de capacidade de sedimentação (SILVEIRA, 2019).

Ressalta-se que esses meandros abandonados identificados na cidade de Ipiaú não estão localizados em áreas ocupadas por habitações consolidadas, tendo em vista a frequência das ocorrências de inundação desses ambientes, muito próximos do canal fluvial. No entanto, podem sofrer interferências antrópicas no seu funcionamento ecológico, a partir do despejo direto de

efluentes domésticos sem tratamentos nos corpos hídricos. Nesse mesmo sentido, Sampaio e Gomes (2020) afirmam que aproximadamente 2.064 domicílios na zona urbana de Ipiaú apresentam o esgoto doméstico com destino inadequado, o que ocorre pelo lançamento em rios e lagos, em valas, em fossas rudimentares ou em outros destinos.

Também foram mapeados os Rebordos de Terraços (ou Bordos de Terraços), os quais constituem, na área de estudo, um limite entre os modelados de acumulação e de dissecação. No que concerne às intervenções antrópicas relacionadas aos Rebordos de Terraços ou próximas a eles, foram identificadas no Mapa Geomorfológico feições denominadas Aterros, as quais, em Ipiaú, estão associadas à expansão urbana e à construção de novas habitações em áreas com riscos de inundação em períodos de cheia dos rios de Contas e Água Branca, assim como à implementação de obras de infraestrutura.

Destacam-se as feições de aterros implantados sobre a Planície Fluvial nas proximidades do Parque do Arara, às margens do Rio de Contas, medindo de 5 a 8 m de altura (*vide* Figura 3). Tal intervenção associa-se à implantação da Rodovia Federal BR-330, por meio das obras de engenharia civil de terraceamento e nivelamento, necessárias para o suporte da pavimentação. Estritamente relacionados a essa mesma obra, foram identificadas também intervenções no curso fluvial intermitente do Córrego do Emburrado, como canalização em um trecho de 10 m com um corte perpendicular à rodovia, e a retilinização em um trecho de 50 m, a montante da obra de canalização.

Foram identificados aterros também na Planície Fluvial do Rio Água Branca, os quais estão, em parte, relacionados à construção da Rodovia Federal BR-330, além da instalação de algumas residências ligadas às primeiras ocupações de Ipiaú, localizadas defronte da rua Ataíde Ribeirão (na qual também existe uma obra de retilinização do mesmo canal fluvial, detalhada adiante). Entre algumas consequências aos sistemas ambientais decorrentes da implantação dos aterros às margens dos canais fluviais, as obras tendem a mascarar as formas originais, suavizando as feições do relevo com arruamentos e lotes urbanos, reduzindo a largura do leito do rio, modificando suas funções ecológicas, por vezes aumentando a vazão e, assim, os processos erosivos a jusante das referidas feições (FRANZIN, 2019). Além disso, pode-se citar que obras de aterros com uma pequena variação altimétrica do leito, como é o caso dos aterros nas margens do Rio Água Branca, expõem a população local a enchentes durante o período de chuvas, em razão do aumento do nível dos rios e da baixa declividade do terreno.

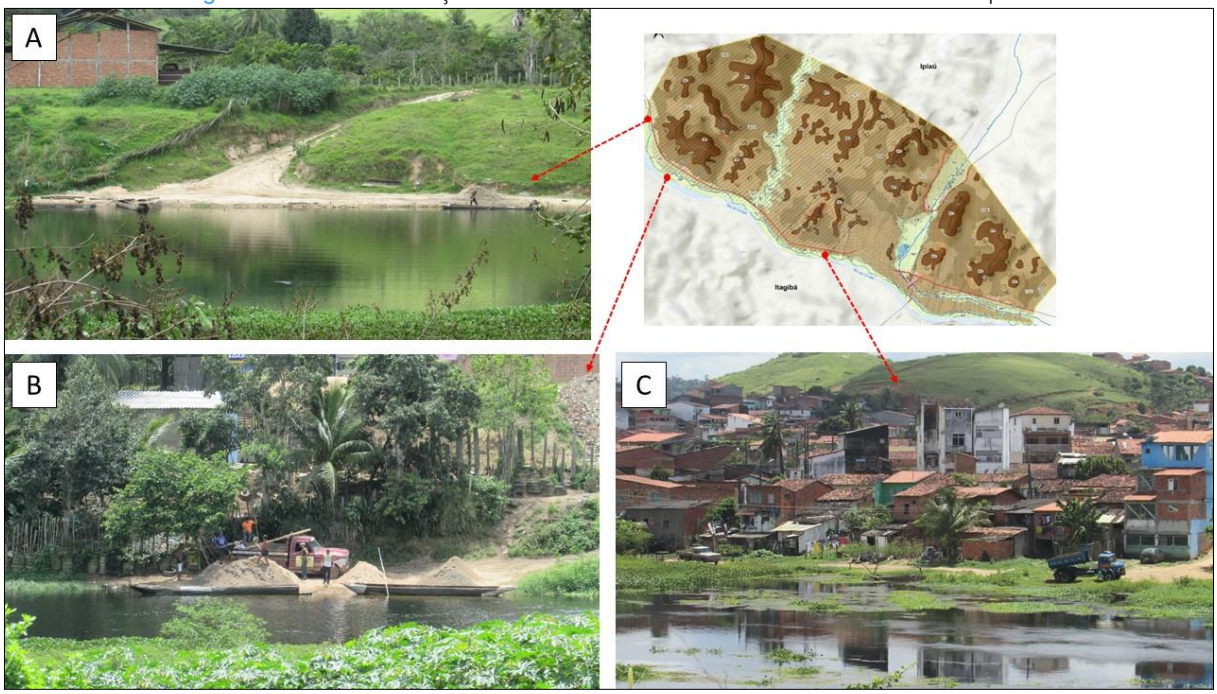
Quanto às formas dos canais fluviais, foram identificadas formas de fundo de vales do tipo plano, tanto nos canais perenes quanto nos intermitentes, cujas seções transversais medem entre 1 e 3 m no Córrego do Emburrado e de 5 a 30 m no Rio Água Branca. Destaca-se que os vales de fundos planos costumam estar associados a maiores áreas de planícies e terraços, quando comparados aos vales de fundos em V, por exemplo. Canais fluviais com esse tipo de leito são dinâmicos e modificam seu trajeto em função das diferentes condições naturais ou induzidas, conforme se nota nas marcas das Paleodrenagens, por exemplo. Nesse sentido, aponta-se a importância da preservação das APPs, em especial nos canais que possuem vales de fundo plano e seus ambientes circundantes, os quais passam por mudanças decorrentes das dinâmicas fluviais.

Além das formas de relevo supracitadas, associam-se outros tipos de intervenções antrópicas ao modelado de acumulação: as intervenções nos cursos fluviais, como a presença de pontes, obras de canalização e retilinização. No que concerne às possíveis problemáticas relacionadas à implantação de obras de canalização e retilinização dos canais fluviais, destaca-se que tais obras têm o objetivo de promover o escoamento mais rápido da localidade em uma área menor do que sua forma natural ocuparia. Além disso, Marques e Magalhães Júnior (2014) apontam que esse tipo de intervenção apenas tende a transferir os problemas de inundação e os recursos hídricos poluídos para locais a jusante. Em suma, destaca-se que essas intervenções são paliativas e disfarçam os

reais impactos ambientais em rios urbanos. Geralmente, as obras de canalização são acompanhadas pela retilinização dos canais fluviais, extinguindo os meandros e contribuindo para o aumento da velocidade e da energia dos fluxos hídricos. Com a eliminação dos mecanismos naturais de atenuação da vazão e dos fluxos de energia, as águas tendem a aumentar seu poder erosivo a jusante dos trechos canalizados, podendo acarretar problemas de erosão acelerada das margens, assim como o assoreamento de segmentos a jusante (TUCCI, 1997).

Afora essas intervenções antrópicas, por fim, foram identificadas, nas Planícies Fluviais, as áreas de extração de areia, concentradas em pontos a oeste da zona urbana de Ipiaú, às margens do Rio de Contas, conforme identificadas na Figura 8. Faz-se pertinente mencionar que tais extrações de areia na área em questão – assim como as de cascalho citadas anteriormente – são passíveis de licenciamento, conforme o Art. 23, inciso XI, da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), e, em caso de descumprimento, pode-se responder ao Art. 55 da Lei n. 9.605, de 1998, por crime ambiental (BRASIL, 1998).

Figura 8 - Áreas de extração de areia na Planície Fluvial do rio de Contas em Ipiaú



Fonte: dados da pesquisa (2021).

Nota-se também que, no Rio de Contas, onde ocorre a extração de areia identificada, utiliza-se o método tradicional de dragagem, que consiste na aplicação de uma bomba de sucção de areia, feita diretamente no fundo do rio por tubos metálicos. Após a sucção, a areia é bombeada, através de tubulações metálicas, até os grandes depósitos a céu aberto localizados à margem do rio, onde ocorre o carregamento em caminhões. Além do uso de dragas, a areia também é extraída manualmente na margem do rio e transportada por caminhonetes e caminhões.

Outro ponto importante a ser destacado é a probabilidade de aumento dos processos erosivos, em consequência da destruição da cobertura vegetal no entorno dos rios de Contas e Água Branca, provocando o seu assoreamento, causado pela extração exagerada de areia. Além dos canais fluviais, destaca-se o aumento dos processos de erosão também em áreas degradadas e de solo exposto em função da exploração de cascalho, os quais, sob uma perspectiva sistêmica, potencializam os efeitos de assoreamento nos canais fluviais, a longo prazo.

Em suma, conforme mencionado, a intervenção antrópica promove uma descaracterização em partes das unidades geomorfológicas, através da inserção de estruturas urbanísticas de diversos portes, em função dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo na cidade de Ipiaú. Como consequência, ocorrem impactos ambientais de distintos graus de intensidade e frequência.

Considerações Finais

A metodologia de mapeamento geomorfológico aplicada à cidade de Ipiaú possibilitou amparar a análise das principais problemáticas ambientais relacionadas ao relevo, já que os estudos de sistemas locais integrados numa organização complexa e hierárquica, quando efetuados de forma relacionada, possibilitam uma ampla compreensão dos processos geomorfológicos do relevo. Assim, a integração de diferentes fontes de dados possibilitou a identificação de dois tipos de modelados, de dissecação e de acumulação, divididos em cinco diferentes classes, conforme os tipos de feições geomorfológicas predominantes e suas dinâmicas de matéria e energia.

Diante de tais dinâmicas, a caracterização geomorfológica em diferentes tipos de modelados, associada à identificação das formas com intervenções antrópicas, tanto nos ambientes de acumulação, com as canalizações e as retificações, os aterros e as atividades ilegais de extração de areia, quanto nos ambientes de dissecação, com cortes verticais em vertentes, exploração de cascalho com material voltado à construção civil, ou a presença de vazadouro em topo de morro, por exemplo, indicam a importância de ações voltadas ao planejamento ambiental nas pequenas cidades em regiões com aspectos físicos similares.

Destaca-se, portanto, a importância do desenvolvimento de mais pesquisas locais, com o reconhecimento em diferentes escalas e níveis de abordagem, a fim de que sejam utilizadas como norteadoras das políticas de gestão, visando à preservação ambiental dos recursos naturais, associada à seguridade social das populações que habitam distintas áreas da cidade, e ao cumprimento das legislações ambientais, principalmente no que diz respeito à ocupação irregular de Áreas de Preservação Permanente.

Referências

ARCANJO, J. B.; BARBOSA, J. S. F.; SILVA, F. C. A da. (1996) O sensoriamento remoto como técnica auxiliar nos estudos geológicos da região de alto grau metamórfico de Ipiaú-Bahia. *Boletim IG-USP*. Série Científica, v. 27, p. 99-118.

BARBOSA, J. S. F.; PINHO, I. C. de A.; SOBRINHO, V. R. S.; CRUZ, S. C. P. (2008). *Nota Explicativa da Folha Ipiaú (SD-24-Y-B-II)*. Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

BARBOSA, J. S. F.; PINHO, I. C. de A.; SOBRINHO, V. R. S.; CRUZ, S. C. P. (2009) *Ipiaú- SD.24-Y-B-II, escala 1:100.000:* nota explicativa. Bahia: UFBA/CPRM.

BARBOSA, T. S.; FURRIER, M. (2017) A Geomorfologia Antropogênica e a relação Uso da Terra com o Risco Geológico no município de João Pessoa-PB. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 18, n. 1.

BARBOSA, T. S.; LIMA, V. F. de; FURRIER, M. (2019) Mapeamento geomorfológico e geomorfologia antropogênica do município do Conde-Paraíba. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 20, n. 3.

BARRETO NETO, E. S. (2014) *Patrimônios Ambientais de Ipiaú*. Disponível em: <http://historiaambientaldeipiau.blogspot.com/p/blog-page.html>. Acessado em: 12 abr. 2018.

BATHRELLOS, G. D. et al. (2012) Potential suitability for urban planning and industry development using natural hazard maps and geological-geomorphological parameters. *Environmental Earth Sciences*, v. 66, n. 2, p. 537-548.

BERGAMO, E. P.; ALMEIDA, J. A. P. (2006) A importância da Geomorfologia para o planejamento ambiental: um estudo do município de Fartura/SP. *VI Simpósio Nacional de Geomorfologia*, Goiânia-GO.

BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Constituiçao.htm>. Acesso em: 18 abr. 2024.

BRASIL. (1998) *Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998* – Lei de Crimes Ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.605%2C%20DE%2012%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201998.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais,ambiente%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias.>. Acessado em: 12 jun. 2020.

BRASIL. (2012a) *Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012*. Instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as leis n. 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acessado em: 20 set. 2019.

BRASIL. (2012b) *Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis n. 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 n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acessado em: 4 jan. 2019.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. (1981) *Projeto RADAMBRASIL:* Folha SD. 24 Salvador; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro.

CARVALHO, C. M. B. (2005) *Contribuição ao estudo dos maciços gabroanortosíticos do Sul da Bahia, Brasil*: mecanismos de deformação e orientação preferencial cristalográfica do plagioclásio. Tese (Doutorado) – IGEO/UFBA. Salvador-BA. 239 p.

CASSETI, V. (2001) *Elementos de Geomorfologia*. Goiânia: UFG.
CHENGTAI, D. (1993) Design and compilation of urban geomorphological maps in Chongqing City. *Acta Geographica Sinica*, v. 6.
CHRISTOFOLETTI, A. (1999) *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Editora Blucher.
DEL MONTE, M. et al. (2016) Geomorphological classification of urban landscapes: the case study of Rome (Italy). *Journal of Maps*, v. 12, n. sup1, p. 178-189.
FINKLER, R. (2019) *Planejamento, manejo e gestão de bacias:* unidade 1 – A Bacia Hidrográfica. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/82/2/Unidade_1.pdf>. Acessado em: 30 dez. 2019.
FRANZIN, M. (2019) Alterações no relevo provocadas pela urbanização no setor oeste da cidade de Rio Claro (SP). In: SIMON, A. L. H.; LUPINACCI, C. M. *A Cartografia Geomorfológica como instrumento para o Planejamento*. Pelotas: Editora UFPel, cap. 4, p. 66-79.
GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. de B. (2004) A contribuição da Geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. *Revista de Geografia*, Recife, v. 21, n. 2. Disponível em: <http://morrodobau.paginas.ufsc.br/files/2011/03/A-CONTRIBUI%C3%87%C3%83O-DA-GEOMORFOLOGIA-PARA-O1.pdf>. Acessado em: 18 dez. 2018.
GUERRA, A. J. T. (2003) Encostas e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, J. T. *A questão ambiental:* diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 250 p.
GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. (2018) *Geomorfologia Ambiental.* 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 190 p.
GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. (1997) *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
GUIMARÃES, F. S. et al. (2017) Uma proposta para automatização do Índice de Dissecação do Relevo. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 18, n. 1.
GULLÀ, G. et al. (2017) Geometric and kinematic characterization of landslides affecting urban areas: the Lungro case study (Calabria, Southern Italy). *Landslides*, v. 14, n. 1, p. 171-188.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2007) *Climas do Brasil*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 12 dez. 2020.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2009) *Manual técnico de Geomorfologia*. 2. ed. Rio de Janeiro.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2017) *Cidades:* município de Ipiaú. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/ipiau/historico>. Acessado em: 28 mar. 2018.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2021) *Cidades e Estados*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/ipiau.html>. Acessado em: 28 jan. 2022.
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (INEMA). (2018) *Caracterização da CBH Rio de Contas*. Disponível em: <http://www.inema ba.gov.br/gestao2/comites-de-bacias/comites/cbh-contas/>. Acessado em: 25 ago. 2018.
JORGE, M. do C. O. (2011) Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 280 p.
LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L.; PEREZ FILHO, A. (2013) Dificuldades e possibilidades da Cartografia Geomorfológica no Semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 65, n. 6. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43880>. Acessado em: 30 mar. 2020.
MARQUES, C. P. M.; MAGALHÃES JR., A. P. (2014) Artificialização de cursos d'água urbanos e transferência de passivos ambientais entre territórios municipais: reflexões a partir do caso do Ribeirão Arrudas, Região Metropolitana de Belo Horizonte-MG. *Revista Geografias*, p. 100-117.
MARQUES NETO, R.; FERRARO, B. V. (2018) Cartografia Geomorfológica regional e morfogênese: contribuições metodológicas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, n. 2.
MARQUES NETO, R.; ZAIDAN, R. T.; MENON JR., W. (2015) Mapeamento geomorfológico do município de Lima Duarte (MG). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, n. 1.

MENDONÇA, D. T.; BRUNA, G. C. (2008) Limitações e possibilidades do Plano Diretor de Ipiaú, Bahia. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, v. 4, n. 1.
NIR, D. (1983) *Man, a geomorphological agent*. Jerusalém: Keter Publishing House.
NOVO, E. M. L. de M. (1989) *Sensoriamento remoto princípios e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 308 p.
ODUNUGA, S.; AJIJOLA, A.; PATIENCE, A. (2019) Geomorphic mapping and human activities along the southwestern Nigeria coastline. *Deltas:* Landforms, Ecosystems and Human Activities, n. 326, p. 116-123.
PAIVA, D. R. de. (2018) *Cartografia Geomorfológica na região da alta bacia do Rio Pomba:* mapeamento do relevo como subsídio à compreensão da morfogênese regional. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. 99 p.
PENTEADO, M. M. (1978) *Fundamentos de Geomorfologia*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
RODRIGUES, C. (2005) Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 17, p. 101-111.
ROSS, J. L. S. (1985) Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 4, p. 25-39.
ROSS, J. L. S. (1992) O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 6, p. 17-29.
SABADIA, J. A. B.; NOBRE FILHO, P. A.; DUARTE, C. R.; MAGINI, C.; NOGUEIRA NETO, J. A.; SILVA FILHO, W. F. (2011) Impactos ambientais da extração de areia no canal ativo do Rio Canindé, Paramoti, Ceará. *Revista de Geologia*, v. 24, n. 2, p. 126-135.
SAMPAIO, S. A. (2019) Caracterização física do município de Ipiaú-BA: representação cartográfica como subsídio a análise ambiental. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 5, n. 1, p. 34-53.
SAMPAIO, S. A.; GOMES, R. L. (2020) O Saneamento Básico de Ipiaú e sua influência na qualidade das águas do Rio de Contas. *Caminhos de Geografia*, v. 21, n. 74, p. 68-86.
SANTOS, K. A.; RUFINO, I. A. A.; BARROS FILHO, M. N. M. (2017) Impactos da permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande-PB. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5. Disponível em: <http://submission.scielo.br/index.php/esa/article/view/146661>. Acessado em: 18 nov. 2018.
SANTOS, R. F. (2004) *Planejamento ambiental:* teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 281 p.
SATO, S. E.; LUPINACCI, C. M. (2019) Mapeamento geomorfológico de detalhe e de Uso e Cobertura da Terra: Instrumentos básicos para o planejamento ambiental. In: SIMON, A. L. H.; LUPINACCI, C. M. *A Cartografia Geomorfológica como instrumento para o planejamento*. Pelotas: Editora UFPel, p. 115-130.
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). (2007) *GEODESC: Vocabulário Controlado em Geociências.* Rio de Janeiro. Disponível em: <ftp://ftp.cprm.gov.br/pub/pdf/didote/geodesc.pdf>. Acessado em: 1º jul. 2019.
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). (2017) *Sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB)*. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/downloads/>. Acessado em: 20 jan. 2020.
SILVEIRA, V. M. M. (2019) *Proposta de Estrutura Analítica de Base Sistêmica para suporte ao Planejamento e Gestão Ambiental*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. 88 p. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/203836/001108847.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 20 jul. 2020.
SOUZA, C. A. de; SOUZA, J. B. de. (2010) Pantanal mato-grossense: origem, evolução e as características atuais. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas*, p. 34-54.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G. (2017) Proposta de unidades geomorfológicas como suporte à expansão urbana e ao ordenamento territorial. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 18, n. 4, p. 703-717.
TEIXEIRA, T. T.; PERTEL, M.; ACSERALD, M. V.; DE SOUZA, F. P.; SANTOS; A. S. P. (2016) Diagnóstico socioeconômico em bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do Rio das Contas. *Exatas & Engenharias*, v. 6, n. 14.
TRICART, J. (1965) *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Paris: Masson.
TUCCI, C. E. M. (1997) *Controle de enchentes:* Hidrologia ciência e aplicação. Porto Alegre-RS: Editora UFRGS, ABRH.