Contribuições da Cartografia Geomorfológica ao planejamento do uso e ocupação das terras: aplicações no município de Pindobaçu, Estado da Bahia, Brasil

DOI: 10.54446/bcg.v14i2.3570

Felipe de Souza Reis[1], *Sarah Sampaio*[2], *Sirius de Oliveira Souza*[3]

Resumo

Entre as diversas possibilidades de avaliação dos ambientes, destaca-se a Cartografia Geomorfológica como possibilidade de análise das formas e processos do relevo e a ciência Geomorfológica apresenta sua eficácia perante a pujante ocupação das áreas naturais. Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de propor uma compartimentação geomorfológica do município de Pindobaçu, localizado no semiárido baiano, enquanto subsídio ao planejamento do uso e ocupação das terras. Para tanto, os procedimentos operacionais foram divididos em quatro etapas: (I) adequação de distintas propostas metodológicas de mapeamento geomorfológico à área de estudo; (II) aplicação de técnicas de estereoscopia digital; (III) o cálculo do Índice de Dissecação do Relevo, e; (IV) a interpretação e espacialização dos fatos geomorfológicos, partindo do georreferenciamento e integração dos dados com uso do software QGIS. Entre os resultados, evidenciou-se a existência de três tipos de modelados: de dissecação, aplainamento e acumulação, com distintos processos e formas associadas. No trato das questões intrínsecas ao planejamento, este trabalhou identificou áreas de riscos erosivos suscetíveis a deslocamento de blocos, bem como zonas passíveis de inundações sazonais. Os cenários de fragilidade se agravam levando em consideração o uso das terras subjacentes e as interferências antrópicas atuantes.

PALAVRAS-CHAVE: mapeamento geomorfológico, semiárido baiano, planejamento ambiental, geoprocessamento, uso e ocupação.

1 Licenciado em Geografia pela Univasf (Universidade Federal do Vale do São Francisco). E-mail: felipesouzareis01@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3650-350X.

2 Bacharela em Geografia pela UESC (Universidade Estadual de Santa Cruz), mestrada em estudos territoriais pela UNEB (Universidade do Estado da Bahia) e estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia na Unicamp (Universidade Estadual de Campinas). E-mail: sarahandradegeo@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3991-6409.

3 Doutor em Geografia pela Unicamp (Universidade Estadual de Campinas) e professor adjunto da Univasf (Universidade Federal do Vale São Francisco). E-mail: sirius.souza@univasf.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8831-5709.

Introdução

A Geomorfologia é uma ciência que se propõe estudar as formas de relevo, seus processos e dinâmicas associadas (Guerra e Cunha, 2001; Casseti, 2005), e apresenta sua eficácia perante a crescente ocupação sobre as áreas naturais e a consequente alteração da funcionalidade destes ambientes. Essa ciência também se mostra útil diante da análise dos riscos inerentes a sua ocupação (Trentin, Santos e Robaina, 2012), tendo em vista que, frente aos riscos potenciais, todos os ambientes estão sujeitos a serem atingidos por eventos naturais. Desta forma, o estudo dos fatos do relevo contribui ao permitir maior conhecimento sobre as potencialidades e fragilidades dos ambientes, com intuito de preservação à vida e à própria natureza (Souza et al., 2021).

Nesse contexto, entre as diversas possibilidades de avaliação dos ambientes que a Geomorfologia apresenta, destaca-se a Cartografia Geomorfológica, técnica que consiste num vasto campo de compreensão do espaço, a exemplo da possibilidade de representação das formas do relevo e suas particularidades (Casseti, 2005; Queiroz, 2012). A Cartografia Geomorfológica permite uma leitura integrada dos ambientes, os quais se encontram em contínua atividade evolutiva (Trentin, Santos e Robaina, 2012), em seus processos internos e externos, com velocidades e intensidades variantes (Eisank, 2011; Bierman e Montgomery, 2013). Desta forma, a confecção de mapas aplicada à Geomorfologia permite o diagnóstico do relevo, sendo este, o resultado da integração entre diversos fatores, como a atuação do clima, a constituição do material geológico, aspectos edáficos e fitofisionômicos (Benites et al., 2012), entre outros. Portanto, os mapas produzidos a partir das técnicas da Cartografia Geomorfológica permitem representações gráficas do espaço e das feições de relevo são, naturalmente, dotados de complexidade, intrínseco ao seu processo de elaboração.

Soma-se a este campo de estudo, a possibilidade de mitigação dos danos ambientais relacionados ao uso da terra que, por vezes, desconsidera suas fragilidades e potencialidades (Saadi, 1997). Indubitavelmente, os riscos à vida e à natureza se ampliam mediante o desconhecimento dos territórios. Na região do semiárido baiano, quando comparada a outras regiões brasileiras, há um déficit significativo nos estudos de caracterização geomorfológica, em grande parte resultado do pouco oferecimento de dados em escala de detalhe (Lima; Lupinacci, 2021). Tal realidade, quando se considera a importância da cartografia do relevo à compreensão dos fenômenos naturais e suas dinâmicas de funcionamento, frente à ocupação histórica do semiárido brasileiro, têm-se um cenário de alerta ao Planejamento Ambiental.

Objetivando um cenário de avanços tecnológicos e a busca pela aplicação de uma Cartografia Geomorfológica precisa, investigações científicas pautadas na análise geomorfológica do semiárido, a integração de métodos e métricas de diagnóstico espacial são instrumentos importantes pois, à medida que apresentam a modelagem da superfície terrestre, tais propostas subsidiam planos e propostas para

possíveis problemas que existem sobre o modelado monitorado (Mendes, 2015; Marques Neto, Zaidan e Menon Jr, 2015; Souza et al., 2021; Reis e Souza, 2021).

Numa análise de pesquisas desenvolvidas internacionalmente em outras regiões semiáridas do mundo, nota-se que há a utilização de técnicas e bases de dados em alta resolução, os quais amparam análises robustas e aplicabilidades assertivas quando voltadas ao planejamento ambiental. A exemplo de propostas desenvolvidas por autores como Lei et al. (2020), que investigaram, através da Cartografia Geomorfológica áreas suscetíveis à erosão na bacia hidrográfica de Robat Turk, região semiárida do Irã, por meio de métodos de análise topográficos e geomorfológicos, em nível de detalhe (escala de 1:8.000), resultando em uma ampla proposta de preservação dos ambientes naturais por meio do mapeamento de áreas suscetíveis. Destacam-se também pesquisas de autores como Lehmkuhl et al. (2021), que contribuíram com o método cartográfico ao proporem reconstruções ambientais em toda Europa, utilizando-se método 3D em escalas regionais, identificando a distribuição do relevo, as variações de depósito de sedimentos e de altimetria em seis principais subdomínios.

No contexto brasileiro, a Geomorfologia teve seu potencial expandido no final da década de 1960 (Marques Neto, Zaidan e Menon Jr., 2015), a partir do advento da elaboração das cartas topográficas (Ab'Sáber, 1969) e dos levantamentos operados pelo Projeto RADAMBRASIL (1983), um primeiro esforço de cartografar os aspectos ambientais em todo o território nacional. Esses estudos pioneiros da abordagem geomorfológica serviram de elemento propulsor para as atuais análises de ordenamento e sistematização metodológica da pesquisa em Geomorfologia até os dias atuais (Kohler, 2002). Desde então, importantes nomes amparam a cartografia geomorfológica em suas distintas aplicabilidades no território brasileiro, como obras de Ab'Sáber (1969), Penteado (1978), Ross (1992), Guerra e Guerra (1997), Abreu (2003), entre outros. Nota-se evoluções teóricas e em métodos e técnicas de cartografia, assim como na disponibilidade das bases de dados para propostas de análises geomorfológicas, no entanto, de forma desigual aos diferentes ambientes. Autores como Lima e Lupinacci (2021), sugerem que é urgente o desenvolvimento de uma cartografia do relevo em escala de detalhe no semiárido brasileiro, que possa apresentar diversos aspectos em seu desenvolvimento, de maneira a subsidiar pesquisas geomorfológicas de forma consistente, desde as grandes regiões geomorfológicas aos contextos locais.

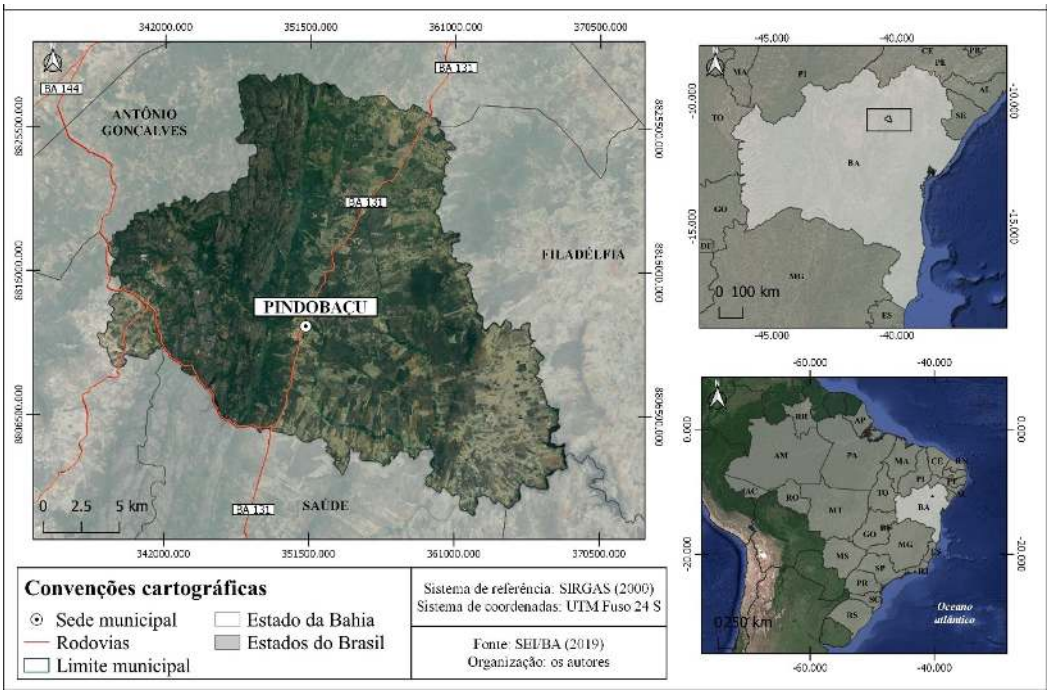
Diante de tais constatações, este trabalho objetiva propor uma compartimentação geomorfológica do município de Pindobaçu, localizado no semiárido baiano, região nordeste do Brasil, enquanto subsídio ao planejamento do uso e ocupação das terras. Ademais, este trabalho se legitima inicialmente pela escassez de estudos de versem sobre o mapeamento geomorfológico dos ambientes semiáridos tropicais, além disso, baseia-se nos instrumentos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), constituída pela lei federal 12.608/2012 (BRASIL, 2012), que prevê ações de prevenção e mapeamento enquanto subsídio aos planejamentos territoriais.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

O município de Pindobaçu está situado no centro norte do Estado da Bahia (Figura 1), limitando-se a norte com o município de Antônio Gonçalves, a leste com Filadélfia, a sul com Ponto Novo e Saúde, e Mirangaba a oeste e estruturando-se enquanto um importante município do Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru (SEI, 2018). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), Pindobaçu possui população de 19.083 habitantes e densidade demográfica de 40,54hab/km^2. Cujo histórico de povoamento denota a um pouso de tropeiros, local em que os viajantes das tropas de animais de carga paravam para descansar, sobretudo nas áreas adjacentes a Serra da Jacobina (Machado, 1993). Segundo dados do IBGE (2017), o município revela destaque econômico pelo cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris*), mamona (*Ricinus communis*) e milho (*Zea mays*), e apresenta relevância na área dos estabelecimentos agropecuários, com grande porcentagem do uso e ocupação para os sistemas agroflorestais.

Figura 1. Mapa de localização do município de Pindobaçu, estado da Bahia, Brasil



Elaboração própria (2024).

Considerando o quadro natural, a área em estudo apresenta clima tropical semiárido quente (BSh) seco a subúmido, com chuvas anuais abaixo de 700 mm anuais, que segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2005), é caracterizado por um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, que força o município a passar por prolongados períodos de estiagem (RADAMBRASIL, 1983; SEI, 2018).

Quanto às características geológicas, o município de Pindobaçu estrutura-se, basicamente, sobre as rochas cristalinas dos Complexos Saúde, Itapicuru e Mairi, que

estão condicionados as características litológicas do Grupo Jacobina, expressando-se na maioria das vezes sobre rochas datadas principalmente do Paleoproterozóico, em faixas encurvadas da Serra da Jacobina, por meio de metassedimentos onde predominam filitos, metassiltitos e quartzitos (RADAMBRASIL, 1983; CPRM, 2005). O Grupo Jacobina resulta da interação entre as fases deformacionais de contorno (Santos, 2018). Nesse sentido, o Complexo Saúde ocorre na parte leste do município, onde há o predomínio de gnaisse, paragnaisse, quartizito e xistos, que datam do arqueano e neoarqueano (RADAMBRASIL, 1983; CBPM, 2003; CPRM, 2005). Em seguida, observa-se na área central do município o Complexo Itapicuru, separado do Complexo Saúde por falhamento de direção NE-SW, representando o extremo setentrional da Serra da Jacobina (RADAMBRASIL, 1983). Destarte, o Complexo Mairi ocorre em predomínio no extremo leste do município, com uma pequena faixa no extremo oeste. Este complexo se estrutura sobre ortognaisse migmatítico, tonalítico-trondhjemítico-granodiorítico, com enclaves máfico e ultramáfico (CPRM, 2005). O município apresenta ainda áreas isoladas de Depósitos Detrito-Lateriticos ao norte e sul, que datam do Cenozoico (RADAMBRASIL, 1983; CBPM, 2003; CPRM, 2005).

Do ponto de vista estrutural, as unidades litológicas mencionadas se apresentam através de falhas de empurrão, com falhamentos de amplitude regional, o que condiciona a região a afloramentos caracterizados pelo imbricamento de sucessivas lascas tectônicas, sobretudo com envolvimento de rochas do Complexo Mairi, Itapicuru e Saúde (RADAMBRASIL, 1983; Santos, 2018). Tais características geológicas atribuem características a outros fatores físicos, a exemplo da rede hidrográfica que, por vezes, percorre sobre as falhas geológicas, assim como aos processos geomorfológicos associados aos modelados mapeados neste estudo e às características edáficas, por exemplo.

Quanto à hidrografia, o município está totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Itapicuru (SEI, 2018), especificamente na região do seu curso superior (CPRM, 2005), sendo drenado pelo rio Itapicuru-Açu, de característica intermitente e que delimita a parte oeste do território, pelo rio Aipim, com drenagem intermitente e perene no extremo norte, delimitando com o município de Antônio Gonçalves, e pelo rio da Fumaça, que está presente de norte a sul do território municipal, e possui característica intermitente, configurando-se um dos principais afluentes na margem esquerda do rio Itapicuru-Açu (RADAMBRASIL, 1983; CPRM, 2005; SEI, 2018). Observa-se, que esses canais intermitentes se originam nas escarpas das serras do Tombador e Jacobina (RADAMBRASIL, 1983), e seguem distribuindo-se em drenagens intermitentes e perenes. No entanto, em Pindobaçu destacam-se canais de fluxo efêmero, como o riacho da Canavieira, riacho da Lagoinha, entre outros. Com efeito, vale mencionar que canais efêmeros são corpos fluviais imediatos à carga pluvial, e os canais intermitentes seguem fluxo contínuo em períodos chuvosos, enquanto efeito da subida do lençol freático ao nível do canal (Lima e Cunha, 2014; Faria, 2014).

Com efeito, os solos mais abundantes no município são os Latossolos, Argissolos, Neossolos e Planossolos, fato relacionado ao clima semiárido da área em

estudo, que favorece o surgimento desses tipos de solos (SEI, 2015). Os Neossolos predominam, ocorrendo sobretudo na zona oeste do território, correspondem a solos mais jovens, de forma acentuada nas zonas dos planaltos residuais da Itapicuru. Em seguida, os Argissolos ocorrem na área leste municipal, nas zonas planas do Pediplano Sertanejo, resultantes da convergência de leques de espraiamento coluvionais, também se associam as áreas próximas ao rio Itapicuru (RADAMBRASIL, 1983). Os Latossolos, entretanto, se apresentam em áreas isoladas do extremo oeste, norte e centro-sul, na zona de ocorrência do Pediplano Sertanejo, associada às Depressões Interplanáticas e se caracterizam por serem solos mais antigos e profundos (RADAMBRASIL, 1983; CPRM; 2005). Quanto aos Planossolos, ocorrem no extremo leste, nas zonas dos depósitos sedimentares dos pediplanos (RADAMBRASIL, 1983). Relacionado aos aspectos de solos, hidrográficos, climáticos, geomorfológicos, a vegetação do município é composta predominantemente pelos contatos floresta estacional-caatinga (CPRM, 2005). Ademais, nas áreas das cabeceiras de drenagem associam-se vegetação do tipo higrófila (Carvalho; Rios; Santos, 2013). Dessa forma, pela localização regional há predominância de vegetação do tipo caducifólia xerófila (IBGE, 2012; SEI, 2018).

Procedimentos metodológicos

Para alcançar os objetivos, este trabalho foi dividido em etapas: a primeira corresponde a uma revisão bibliográfica acerca da cartografia geomorfológica em ambientes do semiárido baiano; a segunda pela aquisição de bases de dados compatíveis à escala de análise proposta e à área em questão; a terceira etapa adequação de distintas propostas metodológicas de mapeamento geomorfológico à área de estudo, incluindo, RADAMBRASIL (1983), Ross (2003), IBGE (2009) e por Lima e Lupinacci (2019); a quarta etapa correspondeu à aplicação de técnicas cartográficas de suporte à interpretação do relevo, como a estereoscopia digital e o cálculo do Índice de Dissecação do Relevo; por fim, foi realizada a visualização e vetorização dos fatos geomorfológicos, partindo do georreferenciamento e integração dos dados em ambiente de um Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com o uso de um *software* livre e gratuito, QGis (versão 3.10.14). Apresenta-se a seguir, o detalhamento dos principais procedimentos operacionais à realização da cartografia proposta.

De início, foram adquiridas gratuitamente da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 2021) fotografias áreas em formato digital, em escala 1:70.000. Em seguida, com base em Souza e Oliveira (2012), seguiu-se a interpretação dos pares estereoscópicos utilizando o software StereoPhotoMaker versão 5.06 (SPM, 2022). A interpretação dos pares estereoscópicos seguiu o método Anáglifo, que resulta da sobreposição de fotografias estereoscópicas em cores complementares (vermelho e azul), que observadas com o uso de óculos especiais de lentes coloridas proporciona a percepção de profundidade. As imagens tridimensionais obtidas a partir dos pares estereoscópicos foram salvas em formato .tiff para posterior utilização em ambiente SIG (Souza e Oliveira, 2012).

Após a obtenção dos anáglifos digitais, realizou-se a construção de um mosaico digital, seguida pelo georreferenciamento, com base na cartografia digital, elaborada pela Diretoria de Informações Geoambientais, disponibilizada gratuitamente pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, no formato CD-ROM e em escala 1:100.000 (SEI, 2015).

Associada às características clinográficas da área em estudo, e em função da escala adotada estabeleceu-se enquanto parâmetro de subsídio ao planejamento a análise do Índice de Dissecação do Relevo (IDR), técnica proposta pelo RADAMBRASIL (1983), posteriormente sistematizada por Ross (1992) e pelo IBGE (2009), cujo procedimento foi adaptado para aplicação em SIG por Guimarães et al. (2017). Tal técnica foi aplicada no intuito de delimitar com clareza as áreas de ocorrência da Serra da Jacobina, assim como a aferição quantitativa do grau de trabalho fluvial sobre o terreno. Para extrair os valores do IDR, faz-se o cálculo de duas variáveis, a dissecação horizontal, que consiste no afastamento médio entre interflúvios ou divisores de águas, calculado por meio do comando: processar > caixa de ferramenta > linha; e a dissecação vertical: que compreende a amplitude das vertentes (RADAMBRASIL, 1983; Ross, 2003; Lima e Lupinacci, 2019). Em suma, o IDR aponta o grau e a intensidade da dissecação, diante da desnudação e escavação de vales pela força dos processos erosivos fluviais (Quadro 1).

Quadro 1. Valores de dissecação horizontal e vertical do índice de dissecação do relevo

Dissecação vertical	**Dissecação horizontal**				
	Muito pequena	Pequena	Média	Grande	Muito grande
	< 1.500	1.500 |- 1.700	1.700 |- 1.900	1.900 |- 2.100	>2.100
Muito fraca (≤ 250)	5.1	4.1	3.1	2.1	1.1
Fraca (250|-300)	5.2	4.2	3.2	2.2	1.2
Mediana (300|-350)	5.3	4.3	3.3	2.3	1.3
Forte (350|-400)	5.4	4.4	3.4	2.4	1.4
Muito forte (≥ 400)	5.5	4.5	3.5	2.5	1.5

Fonte: RADAMBRASIL (1983)

Conforme prenunciado, foi atribuída a delimitação e individualização preliminar dos compartimentos, considerando manchas e texturas da imagem sombreada, com auxílio da sobreposição das curvas de nível, pontos cotados e da rede de drenagem conforme sugerem por Lima e Lupinacci (2019) e Reis e Souza (2021), obtidos da base de dados da SEI (2019). Em seguida, cabe-se ressaltar que, para elaboração da compartimentação geomorfológica, a interpretação visual das formas na área estudada foi de extrema importância, no caso deste trabalho, elaborou-se a chave interpretativa com base nos parâmetros das categorias geomorfológicas trazidas pelo IBGE (2009), conforme ilustrada no Quadro 2. Nesse ínterim, foram identificadas formas relacionadas aos modelados de acumulação: as planícies aluviais e os cones de dejeção; modelados de dissecação: as cristas assimétricas e inselbergues; e os modelados de aplainamento: o Pediplano. Soma-se a isso a identificação relacionada à Geomorfologia Antropogênica, como lagos, barragens e logradouros (IBGE, 2009). Em conformidade, as cores e as simbologias também seguem a proposta do IBGE (2009), no entanto, cabe mencionar que tendo em vista o nível da escala de

semidetalhe (1:70.000), houve a necessidade de adaptações da proposta supracitada, interpolando dados trazidos pelo RADAMBRASIL (1983), a exemplo da modificação de algumas nomenclaturas e a inserção de simbologias.

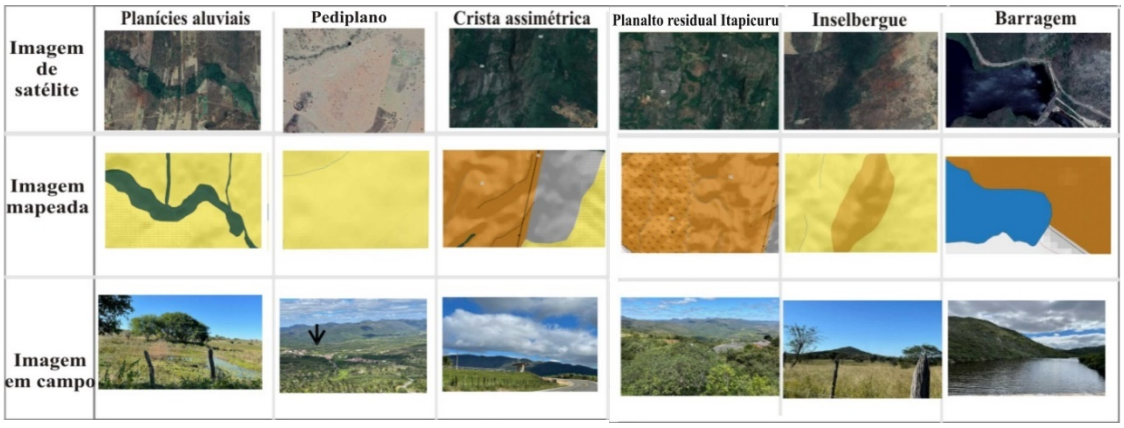
Quadro 2. Categorias Geomorfológicas baseadas no IBGE (2009)

Tipos de informações	Conceito	Exemplo de representações na área de estudo
Domínio Morfoestrutural	Ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas	A área em estudo está inclusa no Domínio dos Cráton do São Francisco, associada ao Complexo Saúde, Complexo Itapicuru, e Complexo Campo Formoso (RADAMBRASIL, 1983)
Regiões Geomorfológicas	Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias	A área de estudo está inserida na Região Geomorfológica do Piemonte da Diamantina (IBGE, 1986)
Unidades Geomorfológicas	Arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados	Pediplano sertanejo (Ab'Sáber, 1963)
Modelados	Um polígono de modelado abrange um padrão de formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes, resultando na recorrência dos materiais correlativos superficiais	Os modelados geomorfológicos da área foram agrupados em três tipos: modelados de acumulação, modelados de aplainamento e modelados de dissecação
Formas	Abrange feições que, por sua dimensão espacial, somente podem ser representadas por símbolos lineares ou pontuais	Planalto residual Itapicuru, inselbergue, cristas assimétricas, pediplanos, planícies aluviais etc.

Fonte: Sampaio (2021), adaptado de IBGE (2009)

A etapa final do geoprocessamento foi caracterizada pela coleta das feições através de polígonos, ilustrados na Figura 2, selecionando a opção "criar nova camada", criando um arquivo vetorial e adicionando feições. Por meio desse comando foi possível identificar feições referentes ao modelado disposto nos pares estereoscópicos digitais. Em razão da presença de nuvens em algumas imagens anáglifas e da existência de apenas um aerofotolevantamento na área, utilizou-se também, a título de complemento, imagens de satélite em escala 1:50.000 por meio do comando *Web* > *QuickMapServices* > *Google Satelite/Bing Maps Aerial* para auxiliar no reconhecimento das áreas.

Figura 2. Classes amostrais das feições mapeadas no município de Pindobaçu, estado da Bahia, Brasil



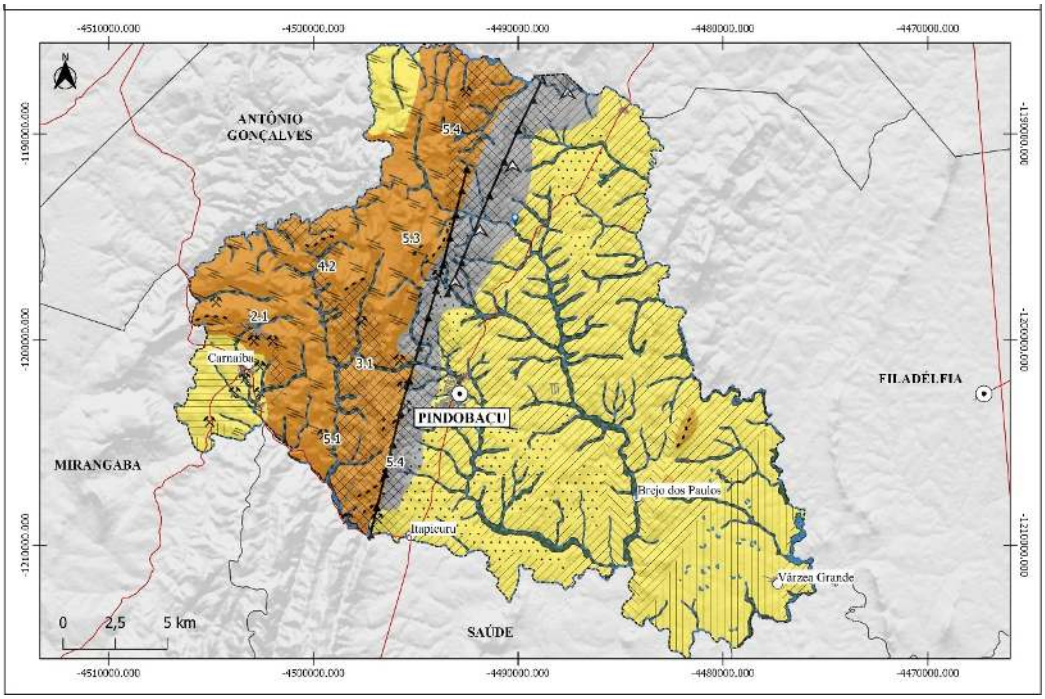
Elaboração própria (2024).

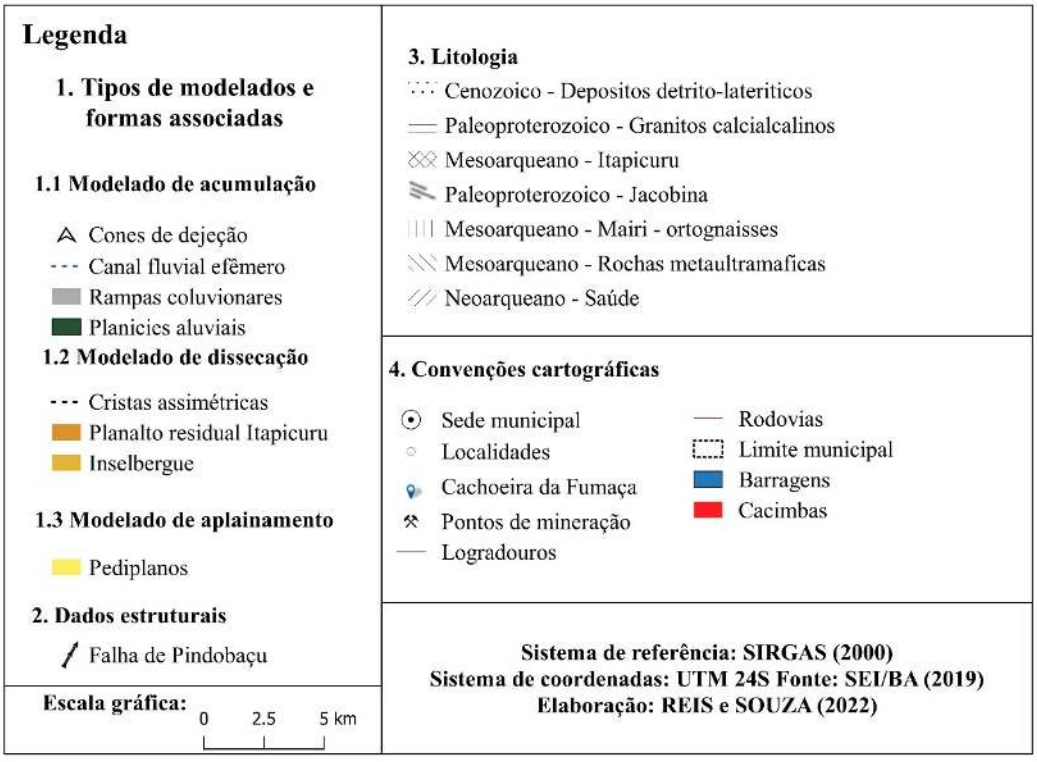
Concomitantemente à cartografia foram realizados trabalhos de campo com intuito de averiguação das informações adquiridas, assim como para comparar e esclarecer algumas dúvidas sobre as informações obtidas nas etapas de mapeamento. Desta forma, durante os trabalhos de campo foram realizadas atividades de reconhecimento geral do campo, demarcação de pontos amostrais com base na ficha de campo proposta pelo Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), descrição dos ambientes, identificação e correção dos limites dos compartimentos geomorfológicos, dentre outras.

Resultados e discussão

Diante dos objetivos propostos e da aplicação dos procedimentos operacionais, foram identificados os compartimentos do relevo, suas formas e processos associados, especializados no Mapa Geomorfológico do município de Pindobaçu, Bahia e sua legenda final (Figura 3). Evidencia-se a predominância dos modelados de dissecação, representado pelos Planaltos residuais do Itapicuru, Inselbergue e cristas assimétricas, modelado de aplainamento, representado pelos Pediplanos, e o modelado de acumulação, com destaque para as planícies aluviais. Nesse sentido, em razão das possibilidades de análise ambiental facultada pelos mapas geomorfológicos, afirma-se que as informações obtidas contribuem para o entendimento da distribuição espacial das formas de relevo na área estudada (RADAMBRASIL, 1983; IBGE, 2009; Lima e Lupinacci, 2019).

Figura 3. Mapa Geomorfológico do município de Pindobaçu, estado da Bahia, Brasil





Elaboração própria (2024).

Considerando os modelados de dissecação, em termos de estrutura geológica, identificou-se os Planaltos residuais Itapicuru enquanto matriz espacial e forma predominante na área em estudo. Essa unidade ocupa 141,60 km² da área em estudo, aflorada na parte norte e oeste do município, se constituindo a partir de estilo tectônico definido por Griffon (1976), como isoclinal e em alguns trechos na região

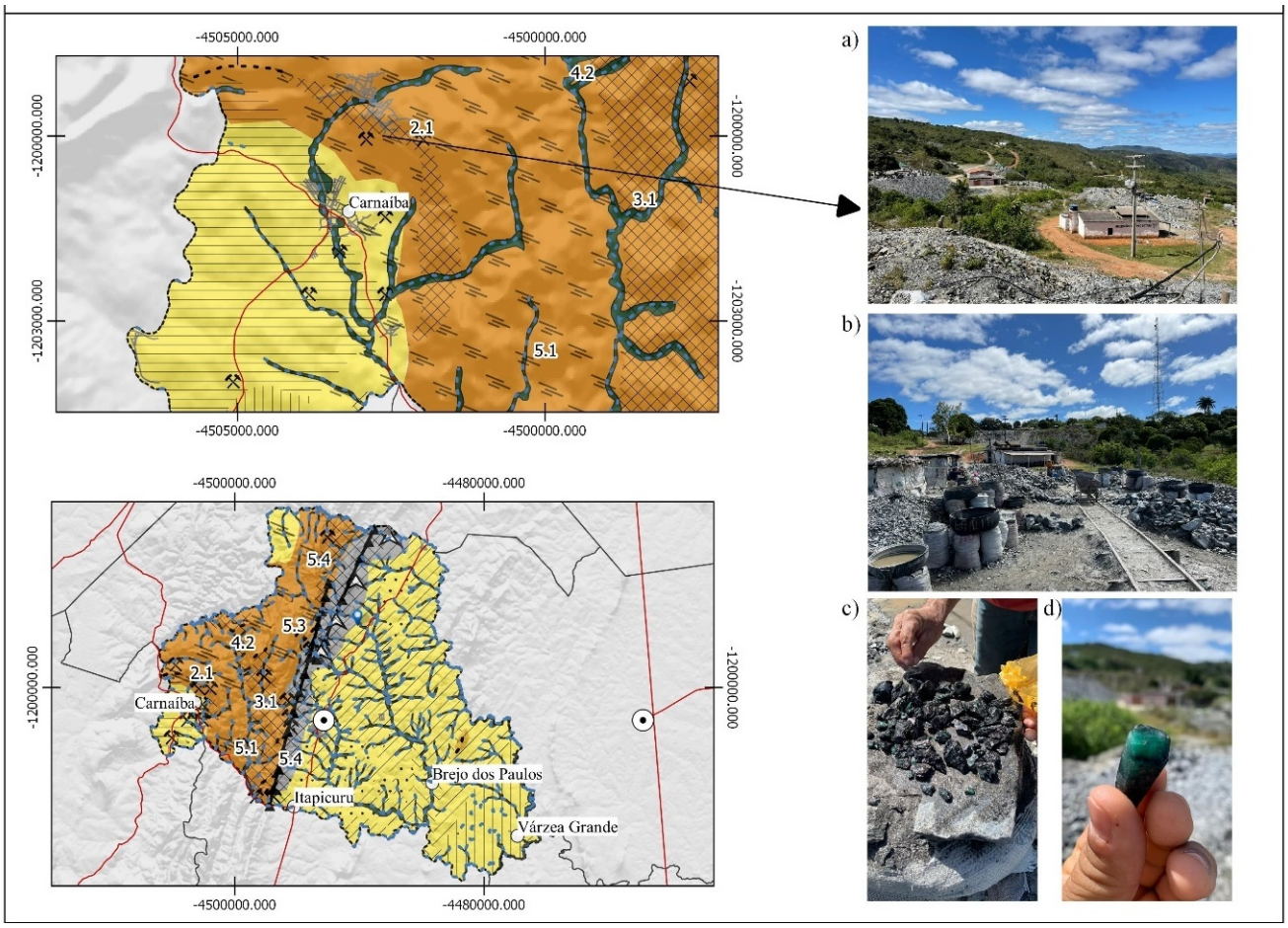
oeste com os flancos estirados por dobras-falhas. Para o RADAMBRASIL (1983), o Planalto residual Itapicuru se constitui enquanto um sistema montanhoso complexo, bastante erodido, de complexidade evolutiva com formações do pré-cambriano.

Nesta região oeste de Pindobaçu, a massa plutônica da serra é de granulação média, com tênue foliação, ocorrendo sob forma arredondada (RADAMBRASIL, 1983). Para Santos (2018) e Mascarenhas (2019) esta região inserida no Cráton do São Francisco apresenta alguns padrões recorrentes, como falhamentos e fraturamentos, bem como uma matriz de potencial hidrogeológico rica, apresentando injeções graníticas nas rochas ultramáficas, sobretudo nas proximidades do povoado de Carnaíba, caracterizando feições intrusivas. Sobre isso, o RADAMBRASIL (1983) afirma que ocorrem os processos de turmalinização e pegmatização nas bordas de vários corpos da Suíte Intrusiva Carnaíba.

Caracterizada como uma unidade granitogênica plutônica do cinturão metamórfico, representados por litótipos de granitos, granodioritos, adamelitos e monzonitos pegmatóides, as rochas ultrabásicas apresentam-se intensamente afetadas pelo granito homônimo, transformando-se, em parte, em flogopita-xistos, mineralizados a berilo e, sobretudo em esmeralda. Segundo o RADAMBRASIL (1983), a Serra da Carnaíba foi inicialmente explorada na década de 1940 e hoje abriga inúmeras mineradoras devido ao garimpo de esmeralda, sendo o município de Pindobaçu intitulado como "a cidade das esmeraldas" devido ao histórico processo de extração do mineral na área da serra.

No entanto, assim como em outras áreas do país, a questão mineral exprime uma dualidade social e econômica, pois muitos são os impactos ao meio ambiente causados pelo beneficiamento e extração de esmeraldas nos garimpos da Serra da Carnaíba (Figura 4), como a alteração da qualidade da água e do pH, contaminação do solo e os riscos à vida nos processos de explosões no subsolo (Braga et al., 2011). Associa-se ainda, o uso desordenado e sem estudos prévios e técnicas especializadas, além do acúmulo de rejeito lançados aleatoriamente no solo, muitas vezes próximos aos cursos fluviais (Cavalcante, 2010).

Figura 4. Garimpo na Serra da Carnaíba, atividade identificada no Mapeamento Geomorfológico do município de Pindobaçu, estado da Bahia



Elaboração própria (2024).

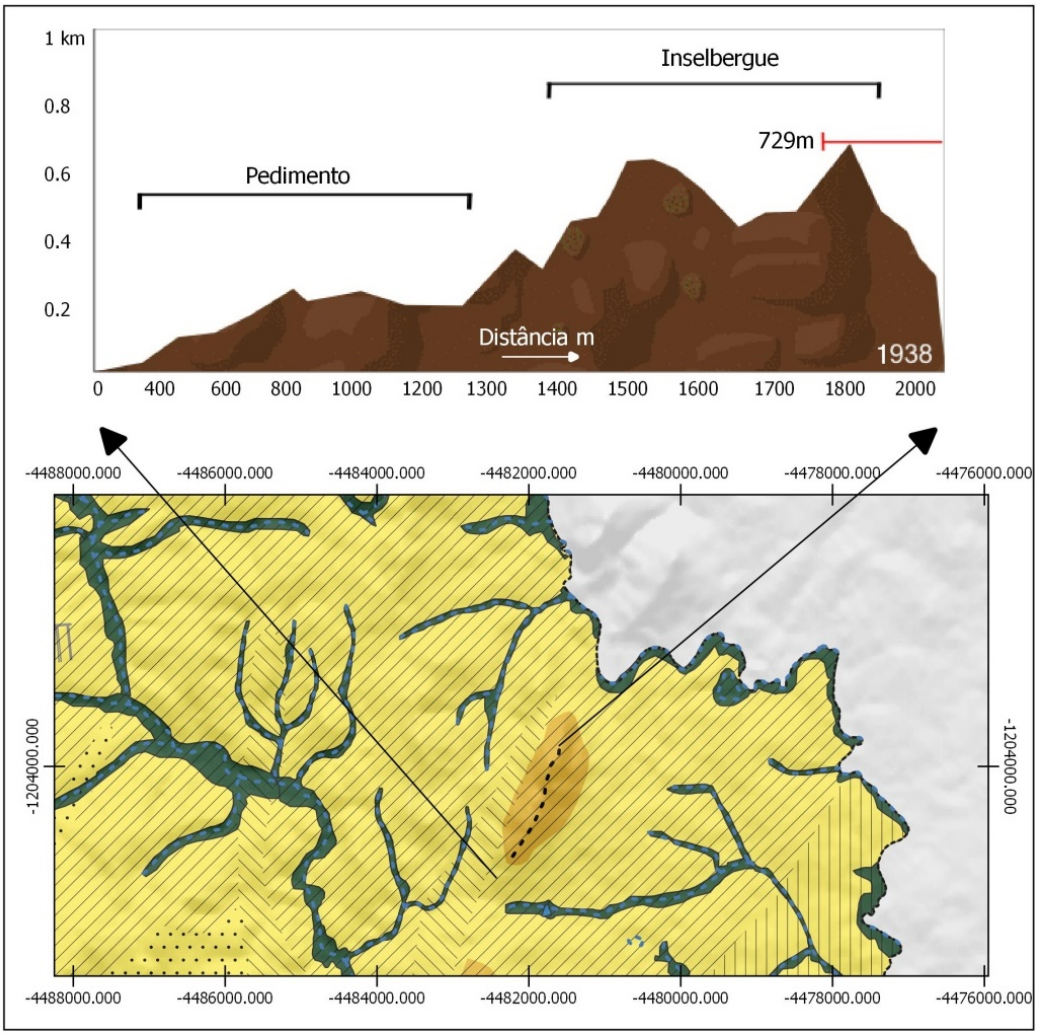
No trato das questões intrínsecas ao planejamento na área da serra, os riscos erosivos assumem um caráter particularmente relevante, em decorrência da cota altimétrica na zona de ocorrência das formas, sobretudo nas áreas que circundam a unidade litológica do Itapicuru e área de ocorrência dos corpos da Suíte Instrusiva Carnaíba. Os riscos erosivos se potencializam em razão dos processos hidromorfodinâmicos relacionados ao escoamento superficial por entre as estruturas da serra, que podem ocasionar fraturamento associado à expansão diferencial por alívio de pressão (RADAMBRASIL, 1983). Portanto, se reforça o alerta e propõe-se a revisão das ocupações nas imediações das localidades supramencionadas, nos locais de ocorrência de mineração, sobretudo onde os índices de dissecação apontaram 5.4 e 5.3. Destaca-se, os trechos adjacentes a localidade de Carnaíba, e os pontos sinalizados por ocorrência de mineração, enquanto matriz potencial de riscos erosivos dentro do modelado de dissecação.

Na serra, em razão da dinâmica da superfície, onde as unidades litoestratigráficas adjacentes são marcadas por falhas de empurrão, sobretudo a unidade litológica Itapicuru, observa-se que o ângulo de mergulho destes falhamentos é relativamente forte — entre 50° e 60° (RADAMBRASIL, 1983). Nestes locais de índice de dissecação 5.3 e 5.4, zona que circunda a cachoeira da Fumaça,

área drenada pelo rio da Fumaça, e que, por apresentar alto potencial turístico e econômico, a possibilidade da intervenção antrópica se eleva. Alerta-se para o monitoramento geotécnico, com base Código Florestal Brasileiro, Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que sugere a preservação dos topos de morro e serras.

Conforme ilustrado no Mapa Geomorfológico, há a presença de um inselbergue na zona leste municipal (Figura 5), inserido no complexo Saúde e que, apesar de ser forma de relevo resultante de processo de aplainamento, está associada ao modelado de dissecação (Lima e Lupinacci 2021).

Figura 5. Perfil topográfico do inselbergue na parte leste do município de Pindobaçu, estado da Bahia



Elaboração própria (2024).

O inselbergue mapeado se encontra inserido na unidade geomorfológica do pediplano sertanejo, apresentando-se sobre superfícies dissecadas e relevos residuais (RADAMBRASIL, 1983). Na área em estudo, essa formação compreende cerca de 1,69 km² e caracteriza-se, segundo o IBGE (2009), como forma residual que apresenta feições variadas, com encostas com declives em torno de 50° a 60°, dominando uma superfície de aplanamento herdada ou funcional, com a qual forma no sopé uma

ruptura (knick) de onde divergem as rampas de erosão. Em decorrência do alto nível de declive dos inselbergues, áreas que apresentam mais de 37% de declividade (IBGE, 2009), evidencia-se a necessidade de planejamento geotécnico destes ambientes, pois são espaços que estão no limite de inclinação, com recortes que configuram local limite para manejo florestal de corte raso, e de solos superficiais sustentados pela cobertura vegetal (BRASIL, 1979). Para este tipo de modelado, os riscos erosivos se potencializam em razão dos processos hidromorfodinâmicos relacionados ao escoamento superficial, que podem ocasionar fraturamento associado à expansão diferencial por alívio de pressão, e a consequente ocorrência de deslocamento de blocos (Reis e Souza, 2021). Propõe-se, a revisão das ocupações nas imediações do inselbergue e a preservação destes ambientes, tendo como base a Lei de Parcelamento do Solo Urbano (BRASIL, 1979) que restringe a ocupação em áreas de elevada declividade, em razão do elevado nível de susceptibilidade a processos erosivos significativos (BRASIL, 1979; IBGE, 2009; Reis e Souza, 2021).

O modelado regional ainda exibe uma série de formas que se sobressaem na paisagem, como as cristas assimétricas ou hogbacks, ocorrendo intercaladas concordantemente nas litologias do Complexo Itapicuru, Complexo Saúde e Jacobina. Segundo o IBGE (2009), as cristas assimétricas são formas de relevos residuais, alongados cujas encostas apresentam declividade superior a 30°, uma das quais formando escarpa nítida. No resultado, percebe-se a associação das cristas identificadas ao sistema geológico do Grupo Jacobina, as quais caracterizam-se por seu alongamento, intrinsecamente associadas à sequência de quartzitos isoladas com interrupções do Complexo Saúde e Jacobina (RADAMBRASIL, 1983).

As cristas assimétricas predominam no norte e oeste do território de Pindobaçu, e em razão do potencial mineralógico do Grupo Jacobina, sugere-se maior atenção para as cristas assimétricas identificadas nas zonas de alto nível topográfico de Carnaíba, nos locais de ocorrência da Falha de Pindobaçu, localidade de Marota, e as áreas circundantes da Cacheira da Fumaça e do Poço Pelado. Estas formas configuram áreas fortemente dinâmicas, onde os agentes externos de modelagem de relevo atuam de forma extrema, sobretudo em períodos de grandes precipitações, com atividade erosiva por recuo paralelo de vertentes, ocorrendo com mais frequência nas rochas metamórficas do Complexo Itapicuru formando feixe de cristas (RADAMBRASIL, 1983; Ross, 1991; Hiruma, 2001). Apresentam litoestruturas bastante movimentadas e cotas altimétricas entre 800 e 1100 metros (RADAMBRASIL, 1983). Como consequência do padrão estrutural, os índices de dissecação apresentaram os valores de 5.3 e 5.4 (Tabela 1), que corresponde a zonas de média e forte dissecação vertical, respectivamente. Este comportamento espacial é preocupante, pois são terrenos nos quais os níveis de declive ultrapassam os 30% (IBGE, 2009). Neste trabalho, o cenário mais alarmante se refere à zona limítrofe entre o Complexo Itapicuru e Complexo Saúde e a área de ocorrência da Falha de Pindobaçu. Isso decorre, sobretudo, pela constituição litológica estruturada sobre falhamentos longitudinais, sendo a Falha de Pindobaçu do tipo inversa (Torquato, 1978; RADAMBRASIL, 1983).

Com o intuito de prevenir e mitigar a problemática ambiental do uso e ocupação em áreas vulneráveis, e tendo em vista que nos últimos anos o Brasil esteve associado a um aumento nos casos de movimento de massa (SANTOS, 2020), indica-se, que as áreas discutidas nesse modelado sejam administradas considerando a suscetibilidade erosiva desses terrenos. Ademais, para os ambientes com declividades superiores a 37%, locais de grandes porções de falhamentos, como a zona da Falha de Pindobaçu, que sejam elaboradas fichas de levantamento de fatores para avaliação do potencial de riscos e avaliação dos tipos do uso e ocupação. Sugere-se ainda, estabelecimento de uma Unidade de Conservação, a exemplo da proposta de Área de Proteção Ambiental da Serra de Jacobina (BAHIA, 2019), em vias de discussão e possível estruturação, bem como o seguimento das diretrizes da Lei 6.766/1979 e do Código Florestal (Torquato, 1978; BRASIL, 1979; CPRM, 2005; BRASIL, 2012; Gomes, 2016).

Ao que se refere o diagnóstico do modelado de aplainamento, foi identificado nesse estudo a existência do compartimento Pediplano, apresentando 304,05 km^2, que equivale a 57,58% do território municipal. Em razão do eixo de direcionamento no relevo, os Pediplanos resultam do processo do recuo paralelo das formas, ocasionado pelos processos supérgenos (IBGE, 2009). Santos et al. (2021), afirmam que esse processo de recuo paralelo das vertentes está relacionado com a condição climática, que neste caso é a semiárida. Segundo dados do IBGE (2009), o Pediplano é considerado enquanto superfície aplainada, com inclinação suave, reunindo formas capeadas por material detrítico descontínuo sobre a rocha. A formação deste tipo de unidade também é resultante de processos erosivos no sopé das vertentes mais íngremes, podendo se apresentar sobre uma camada espessa de alúvio (Jatobá, 1994; Bigarella, Meis e Silva, 2016).

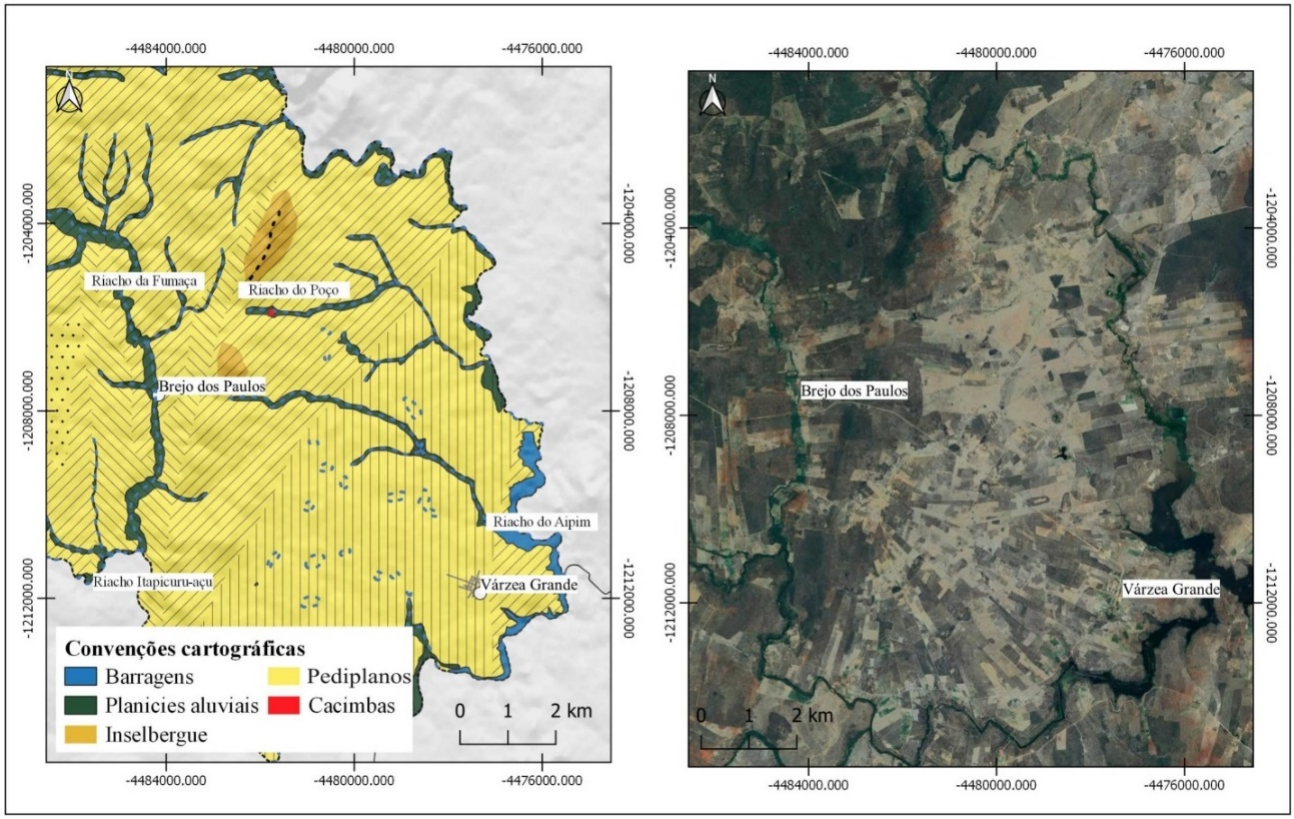
Neste estudo, o pediplano está inserido na região do Pediplano Sertanejo, que se caracteriza, morfologicamente, por modelados de aplainamento em que os interflúvios constituem pediplanos degradados e retocados por várias fases de retomada de erosão (RADAMBRASIL, 1983). O modelo evolutivo desta área proporcionou a existência de formas de aplainamento retocadas, com formações superficiais que indicam remanejamentos sucessivos do material que, segundo do RADAMBRASIL (1983), é um sistema que coalesce com planos arenosos situados em nível mais baixo, que convergem para a drenagem principal com o rio Aipim e rio Itapicuru-açu.

Nesta unidade, a ocupação antrópica é representada pelas localidades de Brejo dos Paulos e Várzea Grande, ambas estruturadas em proximidade aos canais fluviais do rio da Fumaça e rio Itapicuru-açu, respectivamente; ambas tendem a manter crescente o nível de expansão. O pediplano mapeado constitui-se, essencialmente, de litologias retocadas, apresentando formações superficiais que indicam remanejamentos sucessivos do material, com feições de pouca inclinação inferior contornando o sopé dos planaltos (RADAMBRASIL, 1983). Nota-se, que por se tratar de uma feição de orientação plana não cabe estabelecer índice de dissecação, e,

segundo a legislação não há restrição para o uso destas áreas de inclinação suave (Figura 3) (BRASIL, 2012).

No entanto, em razão da dinâmica pluvial irregular do semiárido (Lima; Cunha, 2014), dependendo do nível de declive do pediplano a área pode estar sujeita a inundações, já que são superfícies de aplainamento degradadas, desnudadas e/ou exumadas. O relevo mais declivoso no pediplano mapeado ocorre ao norte, onde o relevo vai de plano a levemente ondulado e altitudes variando entre 450m e 500m. Em termos de planejamento, o cenário preocupante entre as duas localidades refere-se a Brejo dos Paulos, que se encontra a 50m do rio da Fumaça, ao passo que a localidade de Várzea Grande está localizada a 590m do rio Itapicuru-açu e 1.567m do rio do Aipim (Figura 6).

Figura 6. Pediplano identificado na parte leste do município de Pindobaçu, estado da Bahia



Elaboração própria (2024).

Já com relação aos modelados de acumulação. diagnosticou-se a unidade de Planícies Aluviais, formas de acumulação de material proveniente do fluxo fluvial. Neste estudo, as planícies aluviais apresentaram 34,44 km² de área, ou 6,52% do território municipal, ramificadas por todo município de Pindobaçu. Devido a sua estrutura, as planícies aluviais apresentam um sistema de compartimentação deposicional que se destaca pela distribuição em fácies sedimentares. Dados do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), apontam que planícies aluviais correspondem a áreas planas, que resultam da combinação de processos de

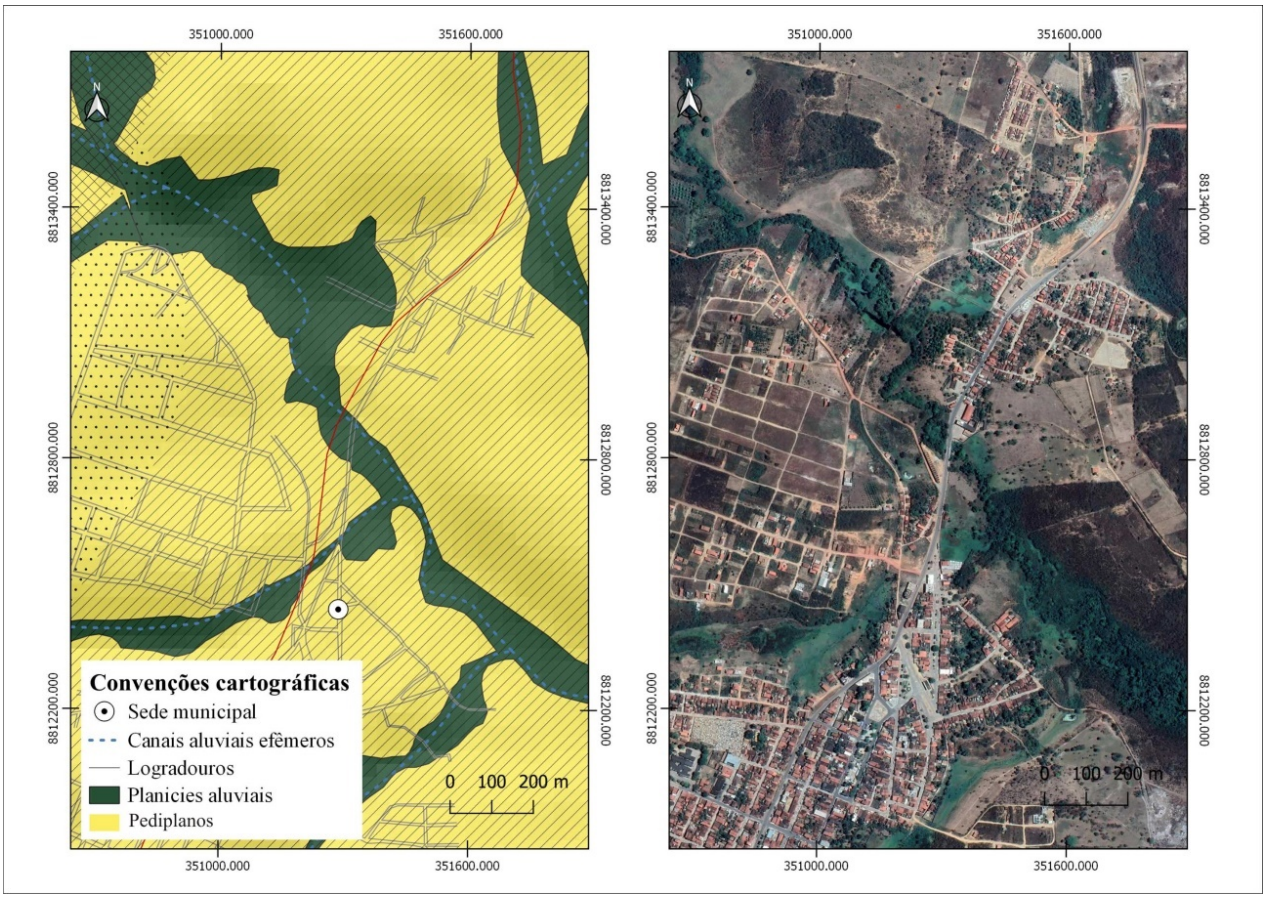
acumulação fluvial, podendo comportar canais anastomosados, paleomeandros (oxbow lakes) e diques marginais (IBGE, 2009; Souza et al., 2021).

Observa-se que, tais planícies são formadas a partir de processos ocorridos na vertente, no caso da área de estudo, destaca-se a zona da Serra da Jacobina que, por ação do escoamento pluvial, acumula os materiais resultantes até as zonas de menor declividade e amplitudes altimétricas muito baixas, originando as zonas de sedimentação aluvial (Robaina, 2010; Lima e Lupinacci, 2019).

Anteriormente debatida pelos autores Lima et al. (2013), as planícies aluviais do interior baiano são formas que precisam de conceitos e critérios mais modernos, tendo em vista a particularidade fluvial na qual se encontram, e sobretudo, por abrigarem grandiosos subambientes de significância geográfica e ecológica (Bayer e Campos, 2014). Nesse caso, as planícies mapeadas ao longo do território de Pindobaçu são formas de acumulações de origem fluvial e mista, devido à contribuição dos fluxos fluviais efêmeros, atribuído à mistura com materiais oriundos dos pediplanos marginais por ação do escoamento superficial (Lima e Lupinacci, 2019). No entanto, apesar da pouca declividade e amplitudes altimétricas baixas, esses ambientes podem estar associados a possíveis enchentes e inundações periódicas (Marchiori et al., 2005).

Devido às características do espraiamento de detritos das vertentes pedimentares, sobretudo nas zonas mais rebaixadas (Lima e Lupinacci, 2019), as inundações periódicas nas planícies aluviais podem ocorrer em função dos processos hidromorfodinâmicos, provocadas pela instabilidade na acomodação do material detrítico, principalmente na área em estudo, visto sua localização em feições geomorfológicas que seguem o padrão textural condicionadas ao Crátron do São Francisco, com formas onduladas do Grupo Jacobina (RADAMBRASIL, 1983), associadas à característica semiárida, que é marcada por precipitações irregulares e concentradas ao longo do ano (IBGE, 2009; Lima e Lupinacci, 2019).

Figura 7. Zona de ocorrência das planícies aluviais na sede do município de Pindobaçu, estado da Bahia



Elaboração própria (2024).

Um dos cenários mais preocupantes em termos de planejamento encontra-se a zona do pediplano, na área de ocorrência da sede municipal (Figura 7). O contexto apresentado reúne uma série de situações alarmantes, pois há ocupação antrópica em áreas a menos de 30m dos canais fluviais, sobretudo o Riacho Pindobaçu. Salienta-se, que as planícies aluvias se configuram a partir de uma orientação de relevo plano, que gera um comportamento espacial que ameniza os riscos potenciais erosivos verticais causadores de rupturas e movimentos de massa (Gomes, 2016), pois esboça uma avaliação da fragilidade do terreno espaçado entre linhas de cumeada e talvegues (Ferreira et al., 2015; Gomes, 2016; Medeiros, 2017).

No caso das planícies aluviais mapeadas, a relação de risco se estabelece levando em consideração o uso das terras subjacentes e as interferências antrópicas atuantes (Topázio, 2017). Esse contexto pode se agravar mediante eventos pluviométricos severos, que podem ocasionar inundações em função dos processos hidromorfodinâmicos (RADAMBRASIL, 1983). Sugere-se para esta unidade o monitoramento de nível hídrico dos rios e riachos, sobretudo o Riacho Pindobaçu e Rio do Aipim. Além disso, a criação de medidas que possibilitem a preservação destes ambientes, uma das possibilidades é a instauração de uma Área de Preservação Permanente, como prevê o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), pois a inundação sazonal que atinge áreas ocupadas leva consigo uma série de

problemáticas, entre elas as econômicas e a transmissão de doenças de veiculação hídrica relacionada às questões sanitárias (Silveira et al., 2021).

Considerações finais

A proposta sugerida ao longo deste trabalho teve, antes de tudo, o interesse em contribuir com o desenvolvimento de pesquisas geomorfológicas no semiárido baiano, onde a representação gráfica necessita de levantamentos cartográficos de maior detalhe. Considera-se que a escolha de distintas propostas metodológicas e suas adaptações à escala e ao contexto geomorfológico da área de pesquisa supriu as necessidades preestabelecidas. Nesse sentido, o Mapa Geomorfológico final permitiu identificar o predomínio de formas de relevo relacionadas a três tipos de modelados: o modelado de Dissecação, representado pelas cristas assimétricas, os Planaltos residuais Itapicuru e inselbergue; modelado de aplainamento, representado pelo pediplano; e o modelado de acumulação, representado pelas planícies aluviais.

Para fins de planejamento, o cenário mais preocupante ocorre onde os índices de dissecação do relevo pontuam mais elevados, entre 5.3 e 5.4, intervalos de nível de dissecação vertical médio e forte. Salienta-se que a área de ocorrência do inselbergue na zona leste municipal também esboça cenário de fragilidade. Além disso, no modelado de aplainamento, o pediplano identificado apresenta ocupação antrópica nas localidades de Brejo dos Paulos e Várzea Grande, ambas estruturadas em proximidade aos canais fluviais do rio da Fumaça e rio Itapicuru-açu, as quais tendem a manter crescente o nível de expansão. No caso das planícies aluviais mapeadas, a relação de risco se estabelece levando em consideração o uso das terras subjacentes e as interferências antrópicas atuantes. Esse contexto pode se agravar mediante eventos pluviométricos severos, que podem ocasionar inundações em função dos processos hidromorfodinâmicos.

Em síntese, percebe-se a necessidade de estudos mais detalhados e sugere-se a execução dos mesmos para o município de Pindobaçu, no estado da Bahia. De um modo geral, espera-se que este trabalho forneça uma base inicial para diferentes propostas cartográficas em ambientes semiáridos tropicais, ou para pesquisas que se proponham a diagnosticar melhor a dinâmica da área estudada.

Bibliografia

AB'SABER, A. N. Geografia e planejamento. *Revista de História*, v. 39, n. 80, p. 257-271, 1969.

BAHIA, Governo do Estado. *Criação de APA propõe preservação das nascentes da Serra da Jacobina*, Salvador 06 de jul de 2019. Disponível em: http://www.meioambiente.ba.gov.br/2019/08/11806/Criacao-de-APA-propoe-preservacao-das-nascentes-da-Serra-da-Jacobina.html. Acesso em: 18 ago. 2021.

BAYER, M.; CAMPOS, Z. M. H. Ambientes sedimentares da planície aluvial do rio Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 2, 2014.

BENITES, V. D. M., CAIAFA, A. N., MENDONÇA, E. D. S., SCHAEFER, C. E. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Floresta e ambiente*, v. 10, n. 1, p. 76-85, 2012.

BIERMAN, P.; MONTGOMERY, D. R. *Key Concepts in Geomorphology*. 2. ed. New York: W. H. Freeman and Company Publishers, 2013.

BIGARELLA, J. J.; DE MEIS, M. R. M; DA SILVA, J. X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Espaço Aberto*, v. 6, n. 2, p. 165-196, 2016.

BRASIL. *Lei nº 12.651*, de 25 de maio de 2012. Brasília – DF.2012.

BRASIL. SENADO FEDERAL. *Lei Federal n.º 6.766*, de 19 dez. 1979. Brasília. Senado – DF. 1979.

CARVALHO, R.; RIOS, M.; SANTOS, D. Espacialização e caracterização do estado de conservação das nascentes da microbacia do rio fumaça – Município de Pindobaçu, Bahia. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 16, 2013.

CASSETI, V. Geomorfologia. Goiânia: 2005. *Rev. Bras. Cartogr*, vol. 72, n. 3, 2020.

CAVALCANTE, R. F. *Estudo do potencial de utilização do resíduo da extração de esmeraldas na fabricação de cerâmica de revestimento*. 2010, 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (RN). Disponível em: http://bdtd.bczm.ufrn.br/tedesimplificado/tde_arquivos/10/TDE-2010-06-15T094130Z-2681/Publico/RonaldoFC_DISSERT.pdf. Acesso em: 01 dez. 2011.

COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL - CBPM. *Bacia do São Francisco entre Santa Maria da Vitória e Iuiú, Bahia*: geologia e potencialidade econômica, Salvador 76p, 2003.

COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL – CBPM. *Catálogo de Fotogramas*, 1975.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia*: uma atualização de bases e conceitos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. *Diagnóstico do Município de Antônio Gonçalves - Bahia* / Salvador: CPRM/PRODEEM, 2005.

BRAGA, Paulo Fernando Almeida; CHAVES, Arthur Pinto; LUZ, Adao Benvindo da. Análise crítica do processo de beneficiamento mineral utilizado na recuperação de molibdenita da Serra de Carnaíba, BA. 2011, *Anais*.. Salvador: [UFBA/Instituto Federal da Bahia], 2011

EISANK, C. Geomorphology Object representations at multiple scales from digital elevation models. *Geomorphology*, v. 12, p. 183–189, 2011.

FARIA, A. P. Transporte de sedimentos em canais fluviais de primeira ordem: Respostas geomorfológicas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 2, 2014.

FERREIRA, B. A região semi-árida nordestina: utilização dos dados SRTM para mapeamento geomorfológico de parte dos municípios de Jatobá Petrolândia e Tacaratu, Sub-Médio São Francisco, PE. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 143 - 158, 2010.

FERREIRA, M. V., THINÓS, M. T. PINTON, L. D. G. LUPINACCI, C. M. A cartografia da dissecação vertical para avaliação do relevo: Proposta de técnica automática. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 67, n. 6, 2015.

GOMES, W. M.; SÃO MIGUEL, A. E; PINTO, A. L. Análise da Dissecação Horizontal e Vertical da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 12, n. 3, 2016

GRIFFON, J. C. *Apresentação do Mapa Geológico (1: 100.000) da parte central da Serra de Jacobina, Bahia*. *B. Paranaense de Geociências*, p. 33-34, 1967.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. 9ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

HIRUMA, S. T; RICCOMINI, C.; MODENESI-GAUTTIERI, M. C. Neotectônica no planalto de Campos do Jordão, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31, n. 3, p. 375-384, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Catálogo de imagens Landsat – TM. Disponível em:. http://www.dgi.inpe.br/catalogo/ Acesso em: 18 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. DE RECURSOS NATURAIS, IBGE Coordenação; AMBIENTAIS, *Estudos. Manual técnico de geomorfologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. DE RECURSOS NATURAIS, IBGE. *Estimativas de População*. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=22367&t=downloads>. Acesso em: 2 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. DE RECURSOS NATURAIS, IBGE. *Censo agropecuário*. 2017. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/series-temporais>. Acesso em: 11 jun. 2022.

JATOBA, L. *Geomorfologia do semiárido*. Recife: núcleo de educação continuada, UFPE. 1994.

KOHLER, H. C. A escala na análise geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 3, n. 1, 2002.

LEI, X. CHEN, W. AVAND, M. JANIZADEH, J. KARIMINEJAD, N. SHAHABI, H. COSTACHE, R. MOSAVI, A. GIS-Based Machine Learning Algorithms for Gully Erosion Susceptibility Mapping in a Semi-Arid Region of Iran. *Sensoriamento Remoto*, v. 12, n. 15, p. 2478, 2020.

LEHMKUHL, F.; NETT, J. J.; POTTER, S.; SCHULTE, P.; SPRAFKE, T. Loess paisagens da Europa – Mapeamento, geomorfologia e diferenciação zonal. *Earth-Science Reviews*, v. 215, p.103496, 2021.

LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L. Atualização Cartográfica Da Rede De Drenagem Para Estudo Geomorfológico De Rios Intermitentes E Efêmeros Do Semiá Rido. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 66, n. 1, 2014.

LIMA, K. C.; C., C. M. LUPINACCI; FILHO, A. P. Dificuldades E Possibilidades Da Cartografia Geomorfológica No Semiárido Brasileiro. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 65, n. 6, 2013.

LIMA, K. C.; LUPINACCI, C. M. Geomorfologia do semiárido: proposta metodológica de representação cartográfica e interpretação do relevo em escala de detalhe. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 22, n. 2, p. 218, 2021.

LIMA, K. C.; LUPINACCI, C. M.. Fragilidades E Potencialidades Dos Compartimentos Geomorfológicos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Bom Sucesso–Semiárido Da Bahia/Brasil. *Revista Equador*, v. 8, n. 2, p. 503-520, 2019.

MACHADO, P. B. *Cartilha Histórica sobre as origens de Senhor do Bonfim*. Salvador: Universidade do Estado da Bahia, 1993.

MARCHIORI, D. G.; FERREIRA, C. J.; PENTEADO, D. R.; SILVA, P. C. F.; CRIPPS J. C. Mapeamento de risco a escorregamentos e inundações em áreas habitacionais de Diadema (SP). In: *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia Ambienal*, 11., Florianopolis, SC. Anais p. 892-907.

MARQUES NETO, R. M.; ZAIDAN, R. T.; MENON JR, W. Mapeamento geomorfológico do município de Lima Duarte (MG). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, n. 1, 2015.

MASCARENHAS, J. F.. Estudo geológico da parte norte da Serra de Jacobina-Bahia-Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 18, n. 1, p. 03-22, 2019.

MEDEIROS, R. B. Morfometria do relevo da bacia hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS. *Formação (Online)*, v. 1, n. 24, 2017.

MENDES, B. C. *Mapeamento geomorfológico aplicado ao estudo do uso e cobertura da terra no Planalto Central*. 2015. Dissertação (mestrado) — Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 2015.

PENTEADO, M. M. *Fundamentos de Geomorfologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

QUEIROZ, D. S. A Cartografia Geomorfológica de Detalhe: Uma Proposta visando a Multidisciplinaridade. *Revista CLIMEP*. Rio Claro, vol. 7, nº 2, p. 1 - 22, 2012.

RADAMBRASIL. *Folha SC. 24/25 Aracajú/Recife*. Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral, 1983.

REIS, F. S.; SOUZA, S. O. Compartimentação geomorfológica da área urbana do município de Senhor do Bonfim – BA enquanto subsídio ao planejamento do uso e ocupação. *Geografia Ensino & Pesquisa*, p. 6 - 35, 2021.

ROBAINA, L. E. de S., TRENTIN, R., BAZZAN, T., RECKZIEGEL, E. W., VERDUM, R. NARDIN, D. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: proposta de classificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 11, n. 2, 2010.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*.-4ª. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

ROSS, J. L. S. O contexto geotectônico e a morfogênese da Província Serrana de Mato Grosso. *Revista do Instituto Geológico*, v. 12, n. 1-2, p. 21-37, 1991.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 6, p. 17-29, 1992.

SAADI, A. A Geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas Gerais. *Revista Geonomos*, n. 2, p. 1 - 4, 1997.

SANTOS, E. B. *Efeitos do treinamento de identificação de fatores de riscos de deslizamento de terra*: a percepção de risco em medidas do Eye Tracking e IRAP. 2020.

SANTOS, J. D. SANTOS C., dos, P. V. S., SANTOS, J. L. CARVALHO, T. I. LIRA, D. R. Contribuições Do Mapeamento Geomorfológico Para Análise Integrada Da Paisagem Do Parque Nacional Serra De Itabaiana E Identificação De Espaços De Acomodação De Sedimentos Na Encosta A Barlavento. *Revista Contexto Geográfico*, 6(11), 31–43., 2021

SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Perfil dos Territórios de Identidade*. Série territórios de identidade da Bahia, v. 1. Salvador: SEI, 2015

SILVEIRA, P. O.; GUASSELLI L. A.; OLIVEIRA G. G. de; NASCIMENTO, V. F. Relação entre casos de hepatite A e áreas de inundação, município de Encantado, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, p. 721-728, 2021.

SOUZA, S. O.; LUPINACCI, C. M.; OLIVEIRA, R. C. A Cartografia Geomorfológica enquanto instrumento para o planejamento em áreas litorâneas: considerações a partir da região Costa das Baleias – Bahia – Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 22, n. 3, 2021.

SOUZA, T. A.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 5, p. 1348–1355, 2012.

STEREOPHOTOMAKER versão 5.06. Disponívelem: <http://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>. Acesso em: 15 mai. 2022.

TOPÁZIO, E. Impactos da seca na Bahia: medidas de enfrentamento adotadas pelo Estado. *Parcerias Estratégicas*, v. 22, n. 44, p. 233-245, 2017.

TORQUATO, J. R.; OLIVEIRA, M. A. F. T.; BARTELS, R. L. Idade radiométrica do Granito de Campo Formoso, BA-uma idade mínima para o Grupo Jacobina. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 8, n. 3, p. 171-179, 1978.

TRENTIN, R.; SANTOS, L. J. C.; ROBAINA, L. E. de S. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Itu: oeste do Rio Grande do Sul-Brasil. *Sociedade & Natureza*, v. 24, n. 1, p. 127-142, 2012.

ABREU, A. A. de. A Teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 4, n. 2, 2003.

Contributions of Geomorphological Cartography to land use and occupation planning: applications in the municipality of Pindobaçu, State of Bahia, Brazil

Among the various possibilities for evaluating environments, Geomorphological Cartography stands out as a possibility for analyzing relief forms and processes, and Geomorphological science demonstrates its effectiveness in the face of the thriving occupation of natural areas. In this sense, this work aims to propose a geomorphological compartmentalization of the municipality of Pindobaçu, located in the semi-arid region of Bahia, as a subsidy for planning land use and occupation. For that, the operational procedures were divided into four stages: (I) adaptation of different methodological proposals for geomorphological mapping to the study area; (II) application of digital stereoscopy techniques; (III) calculation of the Relief Dissection Index; and; (IV) interpretation and spatialization of geomorphological facts, based on georeferencing and data integration using QGIS software. Among the results, the existence of three types of modeling was evidenced: dissection, flattening and accumulation, with different processes and associated forms. In dealing with issues intrinsic to planning, this work identified areas of erosion risk susceptible to block displacement, as well as areas subject to seasonal flooding. Fragility scenarios are aggravated when considering the use of the underlying lands and the active human interferences.

KEYWORDS: geomorphological mapping, bahian semi-arid region, environmental planning, geoprocessing, use and occupation

Contribuciones de la Cartografía Geomorfológica a la planificación del uso y ocupación del suelo: aplicaciones en el municipio de Pindobaçu, Estado de Bahía, Brasil

Entre las diversas posibilidades de evaluación de ambientes, la Cartografía Geomorfológica destaca como una posibilidad para analizar formas y procesos del relieve y la Ciencia Geomorfológica presenta su efectividad ante la ocupación vigorosa de áreas naturales. En este sentido, este trabajo tiene como objetivo proponer una compartimentación geomorfológica del municipio de Pindobaçu, ubicado en la región semiárida de Bahía, como un subsidio para la planificación del uso y ocupación del suelo. Para ello, los procedimientos operativos se dividieron en cuatro etapas: (I) adaptación de diferentes propuestas metodológicas de mapeo geomorfológico al área de estudio; (II) aplicación de técnicas de estereoscopía digital; (III) el cálculo del Índice de Disección de Relieve, y; (IV) la interpretación y espacialización de hechos geomorfológicos, a partir de la georreferenciación e integración de datos mediante el software QGIS. Entre los resultados se evidenció la existencia de tres tipos de modelamiento: disección, aplanamiento y acumulación, con diferentes procesos y formas asociados. Al abordar cuestiones intrínsecas a la planificación, este trabajo identificó áreas de riesgo erosivo susceptibles al desplazamiento de bloques, así como áreas susceptibles a inundaciones estacionales. Los escenarios de fragilidad se agravan teniendo en cuenta el uso del suelo subyacente y la interferencia humana activa.

PALABRAS CLAVE: mapeo geomorfológico, semiárido bahiano, planificación ambiental, geoprocesamiento, uso y ocupación.

Artigo recebido em julho de 2024. Aprovado em outubro de 2024.