

CONTRIBUIÇÕES DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA AO PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA: APLICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE ANTÔNIO GONÇALVES - BA

Felipe de Souza Reis

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF
Colegiado de Geografia, Senhor do Bonfim, BA, Brasil
felipesouzareis01@gmail.com

Sirius Oliveira Souza

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF
Colegiado de Geografia, Senhor do Bonfim, BA, Brasil
sirius.souza@univasf.edu.br

RESUMO

O estudo das formas de relevo compõe o campo da Geomorfologia, e apresenta sua eficácia perante a necessidade de entendimento da dinâmica dos processos naturais no esculpimento das formas e na conseqüente ocupação dessas formas. Assim, uma das principais formas de análise dos ambientes naturais é por meio da Cartografia Geomorfológica, entendida como campo de representação das formas do relevo. Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de propor o mapeamento geomorfológico do município de Antônio Gonçalves (BA), enquanto subsídio ao planejamento do uso e ocupação da terra, com base na metodologia do IBGE (2009). Para tanto, o trabalho foi dividido em quatro etapas; a primeira composta de revisão bibliográfica; a segunda, pelo uso de fotografias aéreas; a terceira definida pelo cálculo do índice de dissecação e elaboração dos resultados e discussões. Identificou-se o predomínio de formas relacionadas aos Modelados de Acumulação, como as planícies aluviais, Modelados de aplainamento, como o pedimento, e Modelados de Dissecação, representado pelas cristas assimétricas e vales estruturais. Essa pesquisa manifesta questões preocupantes, ao identificar compartimentos do relevo com alto índice de dissecação, ao passo que direciona, ao evidenciar a necessidade dos planejamentos geotécnicos e da Lei de parcelamento do solo urbano (BRASIL, 1979).

Palavras-chave: Ordenamento territorial. Geomorfologia. Técnicas de geoprocessamento.

GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF THE MUNICIPALITY OF ANTÔNIO GONÇALVES (BA) AS A SUBSIDY FOR USE AND OCCUPATION PLANNING

ABSTRACT

The study of relief forms makes up the field of Geomorphology, and presents its effectiveness in the face of the need to understand the natural processes dynamics in the sculpting forms and in the consequent occupation of them. Thus, one of the main way of analyzing natural environments is through Geomorphological Cartography, understood as a field of relief forms representation. Thus, this work aims to propose the geomorphological mapping of the municipality of Antônio Gonçalves (BA), as a subsidy for land use and occupation planning, based on the IBGE (2009) methodology. Therefore, the work was divided into four stages: the first consists of a bibliographic review; the second, through the use of aerial photographs; the third defined by calculating the dissection index and elaborating the results and discussions. The predominance of forms related to Accumulation Modeling, such as alluvial plains, Planning Modeling, such as the pediment, and Dissection Modeling, represented by asymmetric ridges and structural valleys, was identified. This research raises worrying issues, by identifying relief compartments with a high rate of dissection, while directing them by highlighting the need for geotechnical planning and the Urban Land Subdivision Law (BRASIL, 1979).

Keywords: Territorial planning. Geomorphology. Geoprocessing techniques.

INTRODUÇÃO

O estudo das formas de relevo compõe o campo da Geomorfologia (CHRISTOFOLETTI, 2001; CASSETI, 2005), e apresenta sua eficácia perante à pujante ocupação das áreas naturais, pois embora o relevo possua características evolutivas, não consegue acompanhar o ritmo da alteração

antrópica (ROSS, 2006) que emerge como agente modificador em extrema atuação (TRENTIN; SANTOS; ROBAINA, 2012).

Dentro desse contexto, uma das principais formas de análise dos ambientes naturais é por meio do diagnóstico da Cartografia Geomorfológica (SAADI, 1997; TRENTIN; SANTOS; ROBAINA, 2012), que consiste num vasto campo de compreensão do espaço, por meio da representação das formas do relevo e suas particularidades (CASSETI, 2005; QUEIROZ, 2012).

Diante disso, as possibilidades postas pela Cartografia Geomorfológica partem no sentido de que embora o meio físico pareça estático, ele se encontra em contínua atividade evolutiva (TRENTIN; SANTOS; ROBAINA, 2012), atuando em processos internos e externos, com velocidades variantes e sendo influenciado pela sociedade que está distribuída sobre ele (ACSELRAD, 1992; EISANK, 2011; BIERMAN e MONTGOMERY, 2013).

Tendo em vista tal evolução, o relevo, portanto, apresenta variadas feições que diferem ao longo do globo terrestre (GUERRÁ e CUNHA, 2001), como consequência de diversos fatores, como clima, topografia, pedologia e característica geológica (BENITES et al., 2012), que resultam muitas vezes, em ambientes ocupados e usados desconsiderando suas fragilidades e potencialidades (SAADI, 1997).

Nesse cenário, a utilização da Cartografia Geomorfológica, entendida como a construção de representações gráficas do espaço e das feições de relevo, com o intuito de reconhecer os fenômenos e processos associados, se destaca ao possibilitar o diagnóstico do relevo e a proposição de melhores formas de uso e ocupação (SOUZA, LUPINACCI, e OLIVEIRA, 2021). Nesse contexto, Mendes (2015) acrescenta que esse campo da ciência concebe o conhecimento dos aspectos paisagísticos dos ambientes naturais, a geobiodiversidade e elucida os processos originários que atuam para a formação destes aspectos (SMITH; PARON; GRIFFITHS, 2011).

No caso desse estudo, a área escolhida encontra-se no Nordeste baiano, dentro dos limites da região do semiárido, onde há um déficit significativo de estudos acerca da caracterização geomorfológica, quando comparados às pesquisas desenvolvidas em outras regiões brasileiras (LIMA, CUNHA e PEREZ FILHO, 2013). Ferreira (2010), salienta que no que se refere ao desenvolvimento cartográfico do semiárido nordestino brasileiro, os mapas do relevo, principalmente em grande escala, são considerados escassos. Semelhantemente, Lima, Cunha e Perez Filho (2013), apontam que esse pode ser um dos motivos das dificuldades do detalhamento dos mapas da região mencionada, assertiva admitida por Christofolletti (1980) ao afirmar que a cartografia em nível de detalhe é imprescindível em aplicações e funções no campo da Geomorfologia.

Com efeito, investigações científicas pautadas na análise geomorfológica por meio de mapeamento são instrumentos importantes para a integração de métodos e métricas de diagnóstico espacial (MENDES, 2015), pois à medida que apresentam a modelagem da superfície terrestre, visam conceber planos e soluções para possíveis problemas que existem sobre o modelado monitorado (EISANK, 2011; BIERMAN e MONTGOMERY, 2013). De igual modo, trabalhos científicos de mapeamentos geomorfológicos esboçam a tentativa de entendimento dos ambientes, desde processos e formas (LIMA, CUNHA e PEREZ FILHO, 2013) até sugestões de propostas de mitigação, monitoramento, controle e avaliação de riscos potenciais (CAMARGO et al., 2011; MENDES, 2015; SANTOS e VITAL, 2020).

No contexto internacional, é importante mencionar pesquisas de autores como Chirico et al., (2020), que investigaram a modelagem geoespacial regional no subúrbio de Washington, Estados Unidos, por meio de métodos fotogramétricos através de imagens aéreas, em níveis de reconhecimento 1:1.000, resultando em um DEM de Diferença (DoD) e valores de elevação. Destacam-se também pesquisas de autores como Smith, Paron e Griffiths (2011), que em âmbito internacional, realizaram significativas contribuições de mapeamento geomorfológico no Nepal, utilizando técnicas 'multiescalares', pautadas na extração e simbologia de dados mapeados em áreas rurais com risco de deslizamento.

Enquanto que no diagnóstico em contexto nacional, pode-se mencionar autores como Maia, Bezerra e Sales (2010), que discutiram os modelos de evolução geomorfológica das superfícies de aplainamento nordestinas na porção setentrional do Nordeste brasileiro, evidenciando características de tectonismo cenozóico e geocronologia das unidades geológicas. No semiárido baiano, é possível citar autores como Lima, Cunha e Perez Filho (2013), que indicaram limites e potencialidades da cartografia geomorfológica ao terem como área em estudo a bacia hidrográfica do rio Bom Sucesso, no médio curso do rio Itapicuru – BA. Esses autores evidenciam a predominância de pediplanos formados pela coalescência de pedimentos, associados as elevações residuais do tipo inselbergues.

Diante de tais constatações, esse trabalho tem o objetivo de propor um mapeamento geomorfológico do município de Antônio Gonçalves (BA), enquanto subsídio ao planejamento do uso e ocupação da

terra. A partir do exposto, pode-se afirmar que este trabalho se legitima inicialmente pela escassez de estudos que versem sobre o mapeamento geomorfológico dos ambientes semiáridos tropicais, conforme apontam Oliveira e Chaves (2010) e Lima, Cunha e Perez Filho (2013). Similarmente, justifica-se a elaboração desse trabalho frente à ausência de mapeamentos geomorfológicos no município de Antônio Gonçalves – BA, enquanto aliado a propostas de mitigação e prevenção de problemas ambientais advindos do uso desordenado da área supracitada (ADELI e KHORSHIDDOUST, 2011).

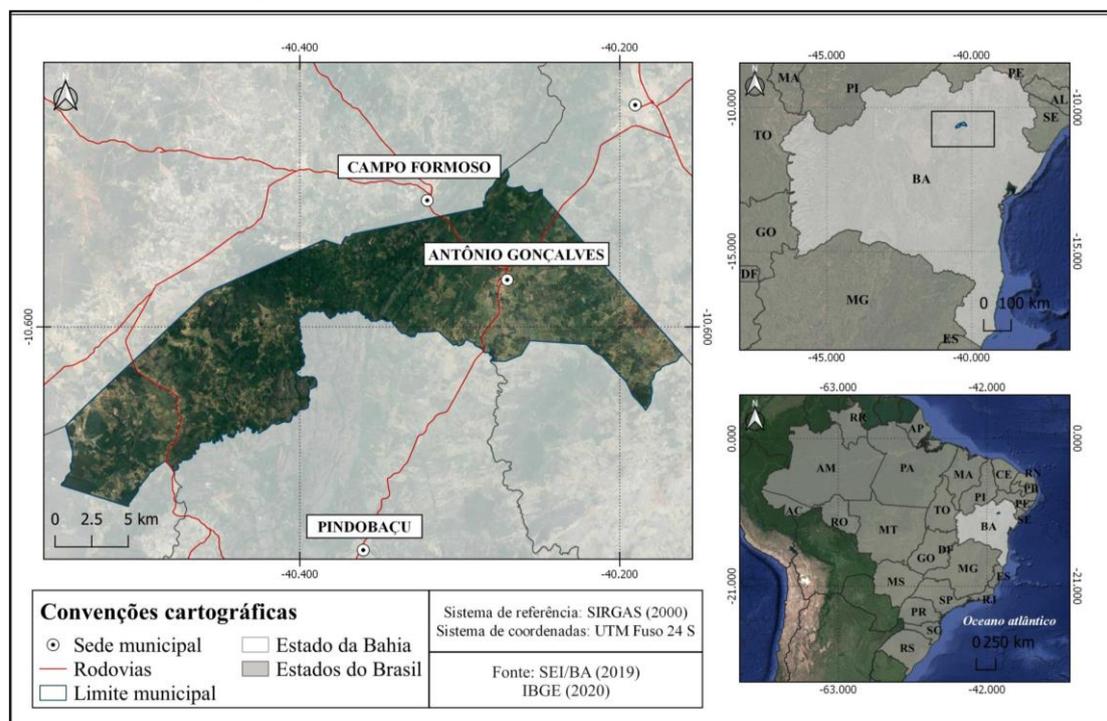
Em conformidade, para além dos aspectos de assessoramento aos projetos de planejamento ambiental e de gestão territorial, esse trabalho baseia-se nos instrumentos da Lei nº. 6.766/79 (BRASIL, 1979) que indica diretrizes do diagnóstico e mapeamento dos terrenos urbanos, bem como pela Política Nacional 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.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área em estudo

Consoante ao contexto brasileiro, optou-se por estudar o município de Antônio Gonçalves – Bahia, localizado entre os paralelos 10° 34' 22" S e 10° 34' 12" S e os meridianos 40° 16' 31" e 40° 16' 20" O de Greenwich, situado no centro norte do estado da Bahia (Figura 1), limitando-se a norte com o município de Campo Formoso, a leste com Senhor do Bonfim, a sul com Pindobaçu, e Mirangaba a oeste e estruturando-se enquanto um importante município do Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru (SEI, 2018). Segundo projeções do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), Antônio Gonçalves possui população estimada de 11.955 habitantes e densidade demográfica de 35,09 hab./km².

Figura 1 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Mapa de localização.



Fonte - Organizado pelos autores (2022).

No contexto do quadro natural, a área em estudo apresenta o clima tropical semiárido (IBGE, 2018), que é caracterizado pela irregularidade das precipitações, baixos valores pluviométricos e elevada

temperatura média anual. Ao passo que, em razão da sua diversidade topográfica, o município também apresenta manchas subúmidas (RADAMBRASIL, 1983; SEI, 2018). Nesse sentido, a área apresenta precipitações pluviométricas médias de 800mm/ano, além de temperaturas médias elevadas, em torno de 27° C e amplitude térmica média anual em torno de 5° C, o que contribui para a existência da vegetação Caatinga (RADAMBRASIL, 1983; IBGE, 2012; INMET, 2019).

Concernente ao contexto geológico do município, Antônio Gonçalves estrutura-se sobre o domínio geotectônico da Bahia Oriental, inserido no Cráton do São Francisco (CBPM, 2003; CPRM, 2005). Além de pertencer a três principais unidades litológicas, o Complexo Saúde, Complexo Itapicuru, e Complexo Campo Formoso (RADAMBRASIL, 1983) que pautam-se em rochas cristalinas datadas principalmente do Paleoproterozóico e Neoarqueano (CPRM, 2005).

Em consonância, o Complexo Saúde ocorre na parte leste do município, onde há o predomínio de ortoquartzitos brancos e metaconglomerados oligomíticos (CPRM, 2005), incluindo fraturas com fendilhamentos (RADAMBRASIL, 1983; CBPM, 2003). Observa-se na área central do município o Complexo Itapicuru, constituído basicamente de quartzitos, metaconglomerados lenticulares, filitos/filonitos e xistos, representados sempre por falha de empurrão, sendo o resultado da migmatização da parte basal do Grupo Jacobina Inferior (GRIFFON, 1967). Destarte, predomina na parte norte o complexo Campo Formoso, como área intercalada nos metassedimentos também da serra da Jacobina, concebendo um vale alongado, entre cristas de quartzitos. Esse complexo apresenta zonas bastante erodidas, com faturamentos diversos e falhas nas bordas das serras (RADAMBRASIL, 1983; CBMP, 2003; CPRM, 2005).

Tais estruturas, ao serem expostas ao clima semiárido evoluem essencialmente para a formação de Latossolos Vermelho - Amarelos, Argissolos Vermelho - Amarelos e Neossolos Litólicos (SEI, 2015). Com efeito, os Neossolos conglomeram os solos mais jovens que ocorrem nas regiões que correspondem os limites da Serra da Jacobina, na porção centro-oeste e centro-leste do território. Os Latossolos ocorrem principalmente nas zonas do Pediplano Sertanejo, de forma acentuada no extremo leste e oeste do município e se caracterizam por serem solos mais antigos e profundos (RADAMBRASIL, 1983; CPRM, 2005). Quanto aos Argissolos, estes se apresentam na faixa leste do município, estando associados aos afloramentos rochosos da falha de Pindobaçu (RADAMBRASIL, 1983).

No modelado regional, predominam formas morfológicamente movimentadas, fruto das características litológicas de maturidade textural condicionadas ao Cráton do São Francisco, e pelas formas onduladas do Grupo Jacobina, que oferecem características clinográficas únicas ao território de Antônio Gonçalves. Essas características, apresentam maiores declives nas áreas centrais, centro-oeste e centro-leste do município (< 37%), onde há presença de formações do Grupo Jacobina, que são zonas intercaladas de metassedimentos, que representam um vale alongado com características tectônicas bastante erodidas, com fraturamentos diversos e falhados, sendo portanto, a região mais acidentada de Antônio Gonçalves (RADAMBRASIL, 1983). Ademais, na área da sede municipal, leste e oeste, encontram-se as zonas mais planas, de declive entre 5 e 15%. Essas áreas se encontram sobre o Pediplano Sertanejo, na zona da borda da serra da Jacobina (RADAMBRASIL, 1983).

Quanto à hidrografia, a bacia na qual a área está inserida é a bacia hidrográfica do rio Itapicuru (SEI, 2018), representada na área pela presença do rio Água Branca, na região noroeste municipal, e o rio Aipim, inserido na divisa territorial na região sudeste, sendo os dois canais de características intermitentes e originários dos reversos do Planalto da Diamantina (RADAMBRASIL, 1983; CPRM, 2005). Com efeito, vale mencionar que canais intermitentes são corpos fluviais que possuem maior carga em períodos chuvosos, por conta do fluxo contínuo pluvial e da subida do lençol freático ao nível do canal, diminuindo sua carga nas estações secas (LIMA e CUNHA, 2014; FÁRIA, 2014).

Em se tratando da vegetação da área em estudo, as características variam desde o contato de caatinga-floresta estacional, até o cerrado-caatinga e cerrado-floresta estacional (CPRM, 2005). Segundo dados do IBGE (2012), há predominância de plantas caducifólias xerófilas, principalmente as famílias *Anacardiaceae* e *Fabaceae*, (IBGE; 2012; SEI, 2018).

Historicamente, Antônio Gonçalves foi, ao lado de municípios circunvizinhos, importante aliado na histórica interiorização do Brasil, nos ciclos do Gado, e local de passagem de tropeiros e garimpeiros que iam em direção à cidade de Jacobina (MACHADO, 1993). Atualmente, possuindo PIB per capita de 5.916,84, população estimada de 11.878 habitantes e densidade demográfica de 35,09 hab/km², segundo o IBGE (2020), o município revela destaque econômico pela extração do umbu, fumo, madeira e oleaginosos, como o licuri, bem como pelo extrativismo mineral de manganês e ouro, sobretudo na Fazenda Mangabeira e Serra do Corcunda (CPRM, 2005; SEI, 2015).

Segundo projeções do IBGE (2020), em termos de uso e ocupação da terra, o município de Antônio Gonçalves apresenta potenciais fragilidades ambientais nas áreas ocupadas próximas a corpos d'água, situação comum nas regiões semiáridas tropicais por conta da escassez hídrica (OLIVEIRA e

GALVÍNCIO, 2011). Adicionado a isso, pode-se mencionar ocupação inadequada em encostas, que resulta em degradação ambiental e em riscos para a preservação da vida (COELHO, 2014).

Procedimentos Metodológicos

Este trabalho foi dividido em quatro etapas principais: a primeira composta de revisão bibliográfica acerca da cartografia geomorfológica em ambientes semiáridos tropicais. A segunda, composta pela aquisição das fotografias aéreas para definição dos pares estereoscópicos e realização da estereoscopia digital. A terceira etapa é caracterizada pelo cálculo do índice de dissecação das áreas disseçadas do território. Por fim, a quarta etapa, composta pelo georreferenciamento, vetorização, integração dos dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) com uso do *software* QGIS, versão 3.10.14 (QGIS, 2021), e pela redação final da pesquisa. Apresenta-se a seguir, o detalhamento dos principais procedimentos relativos à segunda, terceira e à quarta etapa.

De início, foram adquiridas gratuitamente da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 1975) fotografias aéreas 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 StereoPhoto Maker* versão 5.06, disponível de forma gratuita para *download* (STEREOPHOTO MAKER, 2021). 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). Para maiores informações sobre o *software* StereoPhoto Maker, sugerimos uma consulta a Souza e Oliveira (2012).

Posteriormente à obtenção dos anáglifos digitais, realizou-se a construção de um mosaico com todas as imagens, seguida pelo georreferenciamento, com base cartográfica 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).

Em seguida, considerando como base a identificação das áreas estruturadas sobre a Serra da Jacobina, seguiu-se a análise do índice de dissecação, conforme mostra a Tabela 1. Segundo Ross (1992), dissecação é a desnudação e escavação de vales pela força de processos erosivos, e para tal análise os procedimentos pautaram-se na identificação e individualização preliminar das áreas potenciais (compartimentos), considerando manchas e texturas da imagem sombreada, com auxílio da sobreposição das curvas de nível, pontos cotados e da rede de drenagem, conforme metodologia sugerida por Lima e Lupinacci (2019). Vale ressaltar que a elaboração do relevo sombreado no *software* QGIS (versão 3.10.14), se deu a partir do Modelo Digital de Elevação TOPODATA, com resolução de 90m, reamostrada para 30m, por meio do comando raster>análise>sombreamento (INPE, 2008).

Tabela 1 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Índice de dissecação dos compartimentos da Serra da Jacobina.

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 - Os autores (2021).

Na sequência, uma vez escolhidas as unidades morfológicas mais acidentadas – no caso deste estudo a zona pertencente ao Grupo Jacobina –, extraiu-se amostras aleatórias em cada compartimento, com o intuito de mensuração quantitativa do grau de trabalho fluvial sobre o terreno. Dessa forma, estabeleceu-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`, conforme orientações do IBGE (2009), e a dissecação vertical, que compreende a amplitude vertical do processo de dissecação, proposta empregada pelo Projeto RADAMBRASIL (1983), Ross (2003), e sugerida por Lima e Lupinacci (2019).

Por conseguinte, um fator importante para elaboração do mapeamento geomorfológico condiz com a interpretação visual da compartimentação da área estudada, no caso desse trabalho, elaborou-se a chave interpretativa com base nos parâmetros das categorias geomorfológicas trazidas pelo IBGE (2009), conforme ilustrado no Quadro 1. Nesse estudo, foram identificadas formas relacionadas aos Modelados de Acumulação: as planícies aluviais; Modelados de Dissecação: as formas das vertentes, as linhas de cumeeada, as cristas assimétricas e vales estruturais; e os Modelados de Aplainamento: os pedimentos. Soma-se a isso a identificação relacionada à Geomorfologia Antropogênica, como lagos e barragens, logradouros e rede de drenagem fluvial (IBGE, 2009). Em conformidade, as cores e as simbologias também seguem a proposta do IBGE (2009), no entanto é importante 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.

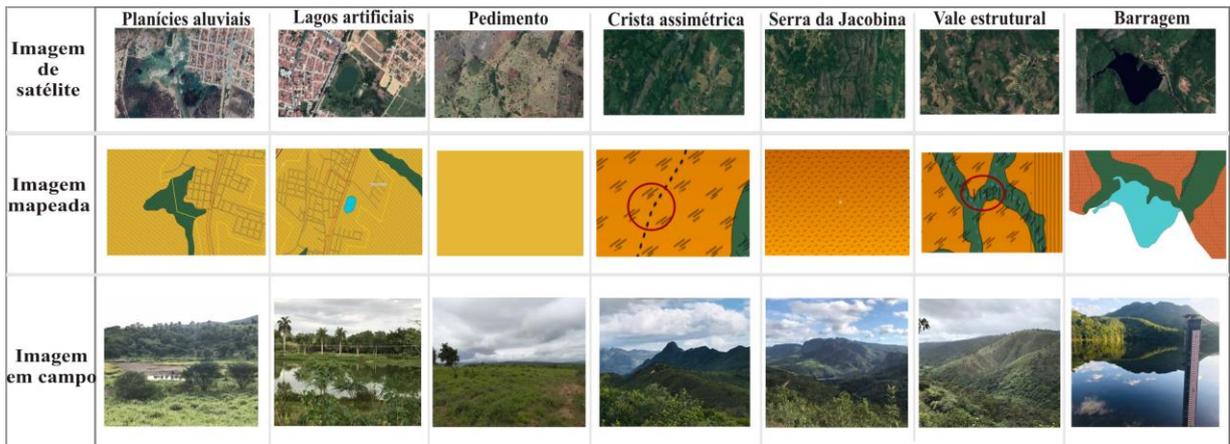
Quadro 1 - Categorias Geomorfológicas baseadas no IBGE (2009).

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, 2009).
Unidades Geomorfológicas	Arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados.	Pediaplano sertanejo (AB'SÁBER, 1998).
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.	As formas identificadas na área de estudo são: cristas, falhas, vales estruturais, planícies fluviais e pedimento.

Fonte - Adaptado do IBGE (2009).

Por fim, iniciou-se a coleta das feições através de polígonos, ilustrados na Figura 2, selecionando a opção “criar nova camada”, criando um novo arquivo vetorial e adicionando feições. Por meio desse comando foi possível coletar feições referentes ao modelado disposto nas imagens anáglifas digitais. Em razão da baixa qualidade, da presença de nuvens em algumas imagens anáglifas e da existência de apenas um aerofototelevantamento na área, utilizou-se também, a título de complemento, imagens de satélite em escala 1:5.000 por meio do comando `Web>QuickMapServices>Google Satellite/Bing Maps Aerial` para auxiliar no reconhecimento das áreas, bem como dados da Carta Geológica e Topográfica de Antônio Gonçalves, em escala 1:100.000, disponibilizada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2005) e dados do RADAMBRASIL (1983) dispostos na Folha SC.24/25 ARACAJU/RECIFE.

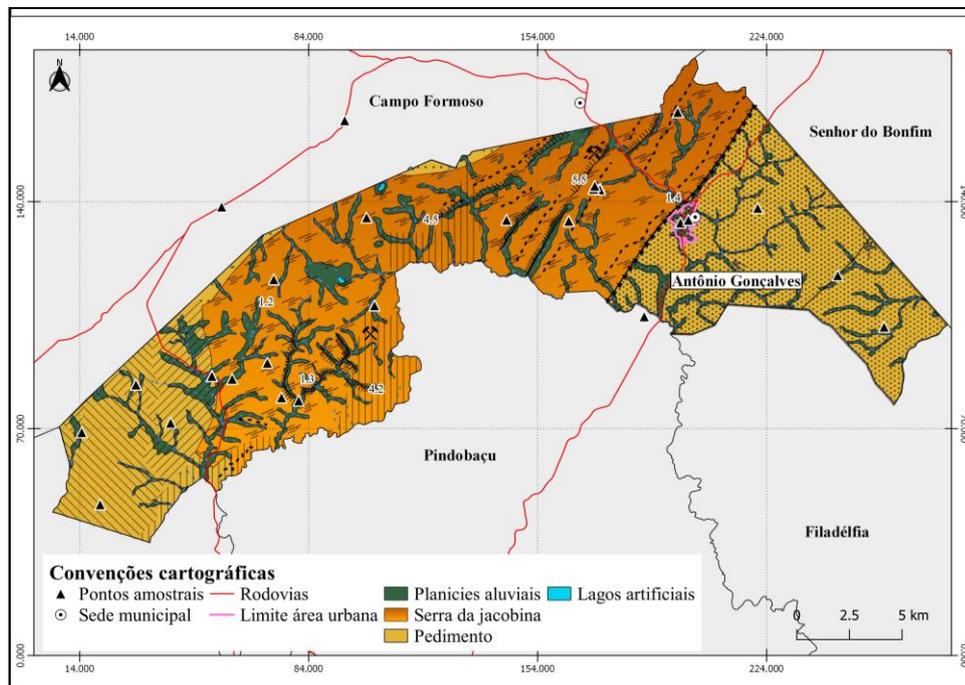
Figura 2 - Classes amostrais das feições mapeadas no município de Antônio Gonçalves – BA.



Fonte - Google Earth (2021); Fotos: Os autores (2021).

Após o mapeamento, foram realizados trabalhos de campo, com o intuito de averiguar as informações mapeadas, assim como comparar e esclarecer algumas dúvidas sobre as informações obtidas na primeira e segunda etapa de gabinete. Dessa forma, durante os trabalhos de campo foram demarcados e descritos quarenta e seis pontos amostrais, conforme exposto na Figura 3. Tais pontos foram descritos com base na ficha de campo proposta pelo Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), que se pauta em atividades como a descrição dos ambientes, observação e medição da altura das feições, identificação dos compartimentos geomorfológicos, dentre outras.

Figura 3 - Localização dos pontos coletados no município de Antônio Gonçalves – BA.

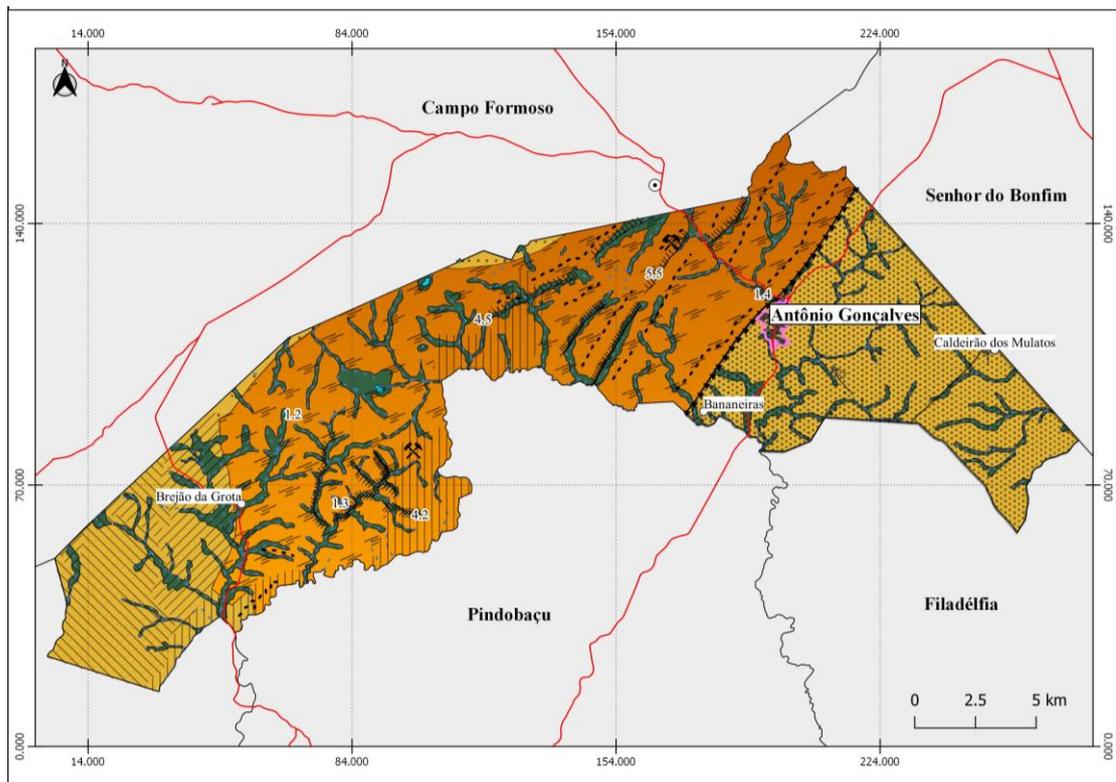


Fonte - Os autores (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As informações contidas nos mapeamentos geomorfológicos contribuem imensamente para o entendimento da distribuição espacial das formas de relevo no espaço geográfico (RADAMBRASIL, 1983; IBGE, 2009; LIMA e LUPINACCI, 2019). Para a elucidação desse trabalho, são apresentados a seguir o mapeamento geomorfológico da área em estudo (Figura 4), a legenda final (Figura 5) e a tabela com a disposição de modelados por área (Tabela 2).

Figura 4 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Mapeamento geomorfológico do município.



Organização - Os autores (2021).

Figura 5 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Legenda do Mapa geomorfológico.

<p>Convenções cartográficas</p> <p>1. Tipos de modelados e formas associadas</p> <p>1.1 Modelado de acumulação</p> <p>■ Planícies aluviais</p> <p>2. Modelado de Dissecção</p> <p>--- Crista assimétrica</p> <p>> Vale Estrutural</p> <p>■ Serra da Jacobina</p> <p>3. Modelado de aplainamento</p> <p>■ Pedimento</p> <p>4. Dados estruturais</p> <p>↔ Falha de Pindobaçu</p>	<p>5. Litologia</p> <p>.... Era Cenozóica - Complexo Campo Formoso</p> <p>\\\\ Era Neoarqueano - Coberturas detrito-lateríticas</p> <p>/// Era Paleoproterozóico - Granitos de Lagoa D'Anta</p> <p>⊕ Era Pré-Cambriano Médio - Complexo Itapicuru - fácies 1</p> <p> Era Paleoproterozóico - Formação Rio do Ouro</p> <p>▣ Era Paleoproterozóico - Saúde, unidade 1 e 2</p> <p>6. Intervenções antrópicas</p> <p>⊙ Sede Municipal</p> <p>○ Localidades</p> <p>⚡ Pontos de mineração</p> <p>— Rodovias</p> <p>— Logradouros</p> <p>— Limite zona urbana</p> <p>▭ Limite municipal</p> <p>■ Lagos artificiais/Barragem</p>
<p>Escala Gráfica: 0 2.5 5 km</p>	<p>Sistema de referência: SIRGAS (2000) Sistema de coordenadas: UTM 24S Fonte: SEI/BA (2015)</p>

Organização - Os autores (2021).

Tabela 2 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Formas geomorfológicas mapeadas.

Modelados	Compartimentos	Km²	%
Dissecação	Serra da Jacobina	173,06	47,00%
Aplainamento	Pedimento	151,04	41,00%
Acumulação	Planícies aluviais	48,00	13,00%
TOTAL:		372,1	100

Fonte - Os autores (2021).

Enquanto diagnóstico das feições, de acordo com a fotointerpretação descrita na metodologia e dos trabalhos em campo, e sob a luz dos conceitos assumidos pelo RADAMBRASIL (1983) e IBGE (2009), foi possível perceber o predomínio de formas de relevo relacionadas aos modelados de dissecação, representado pela Serra da Jacobina, pelas cristas assimétricas e os vales estruturais, e se referem às formas resultantes do entalhe da rede de drenagem e resultam em superfícies erodidas (LIMA e LUPINACCI, 2021). Verificaram-se formas associadas aos modelados de aplainamento, representado pelo pedimento Antônio Gonçalves, resultante de processos erosivos e caracterizados pelo seu relevo menos declivoso. Os resultados apontaram ainda feições associadas aos modelados de Acumulação, como as planícies aluviais, que se referem, em geral, as áreas de acumulação de material proveniente de montante.

Modelado de Dissecação

No que se refere ao modelado de dissecação, matriz espacial da área em estudo, conforme ilustrado na Figura 4, destaca-se a unidade Serra da Jacobina, que ocupa 173,06 km², ou 47% da área em estudo, ocupando a parte central do município e se constituindo enquanto um sistema montanhoso complexo, considerado pelo RADAMBRASIL (1983), como uma região acidentada e bastante erodida, de complexidade evolutiva com formações do pré-cambriano. Para Mascarenhas (2019), essa região inserida no Cráton do São Francisco apresenta alguns padrões recorrentes, como falhamentos e fraturamentos, bem como uma matriz de potencial hidrogeológico rica, que unidos fazem dessa área serrana um centro de extração mineral, sobretudo de manganês e ouro (RADAMBRASIL, 1983; SANTOS, 2018). Pode-se afirmar que a morfologia altamente declivosa ocorre em quase toda serra, que a transforma numa zona paisagística de beleza única, com propostas de circuito de ecoturismo em vias de análise (BAHIA, 2019).

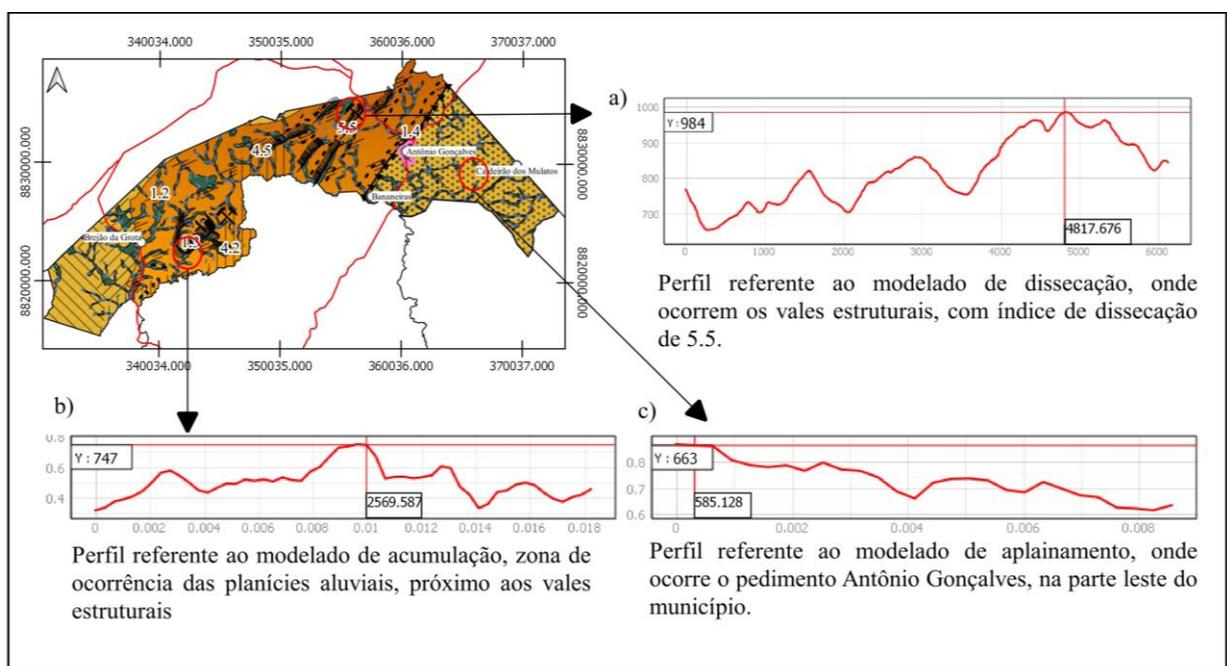
O modelado regional exibe ainda uma série de litoestruturas bastante intrincadas que datam entre o Pré-Cambriano Médio ao Inferior, como os vales estruturais (RADAMBRASIL, 1983), que se apresentam em diversas partes do município, sobretudo no centro-oeste e centro-leste, onde ocorrem maiores desníveis topográficos, fruto de processos que propiciaram a ocorrência de ciclos tectônicos sequenciados, causando o levantamento do conjunto e o quebramento de blocos no sentido perpendicular à estrutura regional (SANTOS, 2018), sulcada pelos vales muito entalhados (RADAMBRASIL, 1983). Para o RADAMBRASIL (1983), as feições salientes que compõem a Serra da Jacobina se assemelham aos relevos pseudo-apalachianos que se caracterizam pela influência de estruturas alinhadas herdadas de dobramentos de camadas sedimentares ocorridas durante uma fase precedente a sua estabilização como plataforma e foram fruto do choque dos Blocos (Paleoplacas) Gavião, Serrinha e Jequié no Paleoproterozoico com a geração do Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá. Nesse sentido, no mapa, essas estruturas intercaladas de metassedimentos, ocorrem em padrão de um vale alongado erodido. Ainda de acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), os vales estruturais constituem pontos de incisão em forma de vale originada a partir de falha, fratura ou diáclase, associada à tectônica rúptil, de ocorrência litológica generalizada.

Nesse estudo, o padrão mais marcante dos vales estruturais ocorre, segundo a fotointerpretação, na região centro-oeste (Figura 4) e centro-leste do município, onde há características condicionadas ao Grupo Jacobina, com formas onduladas, mais especificamente na unidade geológica Itapicuru fácies I (RADAMBRASIL, 1983). Pode-se afirmar ainda que os vales estruturais se apresentam por meio de

vertentes altamente erodidas, marcadas por forte ângulo de mergulho de falhamentos, por meio de planos de falha deprimidos, isso devido à intensa transformação tectônica que afetou a área, conforme prenunciado (RADAMBRASIL, 1983; IBGE, 2009).

Em alguns trechos deste modelado de dissecação, os vales apresentaram valores entre 5.5 e 1.3 de índice de dissecação (Tabela 1), intervalos de extremo nível de dissecação vertical, e dissecação horizontal mediana e muito forte, no caso do intervalo 5.5 (Figura 6a), com valores de dissecação vertical acima de ≥ 400 (Tabela 1). Esse tipo de comportamento espacial potencializa os riscos erosivos, relacionados a rupturas e possíveis movimentos de massa (GOMES; SÃO MIGUEL; PINTO, 2016), pois são estruturas de grandes porções de falhamentos e zonas onde é exercida grande influência de padrão de erosão no eixo vertical. Observa-se, portanto, que essas características são, em geral, preocupantes, pois esboçam uma avaliação da fragilidade do terreno em suas vertentes (AUGUSTIN, 2011; FERREIRA et., al 2015; GOMES; SÃO MIGUEL; PINTO, 2016; MEDEIROS et., al 2017).

Figura 6 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Perfil topográfico da região centro-oeste.



Organização - Os autores (2021). Observações: a) zona de ocorrência dos vales estruturais, com índice de dissecação de 5.5. b) perfil referente ao modelado de acumulação, próximo ao povoado de Novo Maranhão; c) perfil referente ao modelado de aplainamento na localidade de Caldeirão do Mulato.

Enquanto características intrínsecas ao planejamento, as zonas onde ocorrem os vales estruturais apresentam, em geral, áreas com declividade entre 15 e 30% e 30 e 37%, que de acordo com as diretrizes da Lei 6.766/1979 (BRASIL, 1979) são espaços que estão no limite de inclinação, e áreas que configuram local limite para manejo florestal de corte raso, bem como solos superficiais sustentados pela cobertura vegetal, respectivamente. Com base nas diretrizes da Lei Federal nº 6.766, que estabelece a regulamentação para uso do solo urbano, tais locais são caracterizados por possuírem aptidão insatisfatória ao uso residencial, fazendo-se necessário planejamento geotécnico específico (BRASIL, 1979) e uso apenas mediante o cumprimento das exigências técnicas quanto à preservação do meio físico (BRASIL, 1979; RADAMBRASIL, 1983; ROSS e MOROZ, 1997).

Ainda a respeito ao Modelado de Dissecação, as cristas assimétricas ou *hogbacks*¹ (Figura 4) constituem outra feição identificada, que segundo o IBGE (2009), são forma de relevos residuais

¹ Com base no Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), as cristas assimétricas são entendidas enquanto sinônimos de *hogbacks* e descritas enquanto uma forma de relevo residual pertencente ao modelado de dissecação, não se tratando, portanto, de um domínio morfoestrutural.

alongados cujas encostas apresentam declividade superior a 30°, uma das quais formando escarpa nítida. Pode-se afirmar que essa classe predomina no centro-oeste do território de Antônio Gonçalves, isso porque essa zona compreende a borda da Serra da Jacobina, conjunto que forma o trecho norte da Chapada Diamantina, pode-se mencionar a Serra da Bananeira e o Monte da Redenção (Figura 7e) enquanto formas pertencentes a esse modelado. Para Ross (1991), esse tipo de padrão-contato em ângulos das cristas aponta atividade erosiva por recuo paralelo de vertentes, típica de processos morfodinâmicos de ambientes áridos ou semiáridos, ocorrendo com mais frequência em rochas metamórficas ou em metassedimentos dobrados com mergulho subvertical, isolada ou formando feixe de cristas (HIRUMA, 2001).

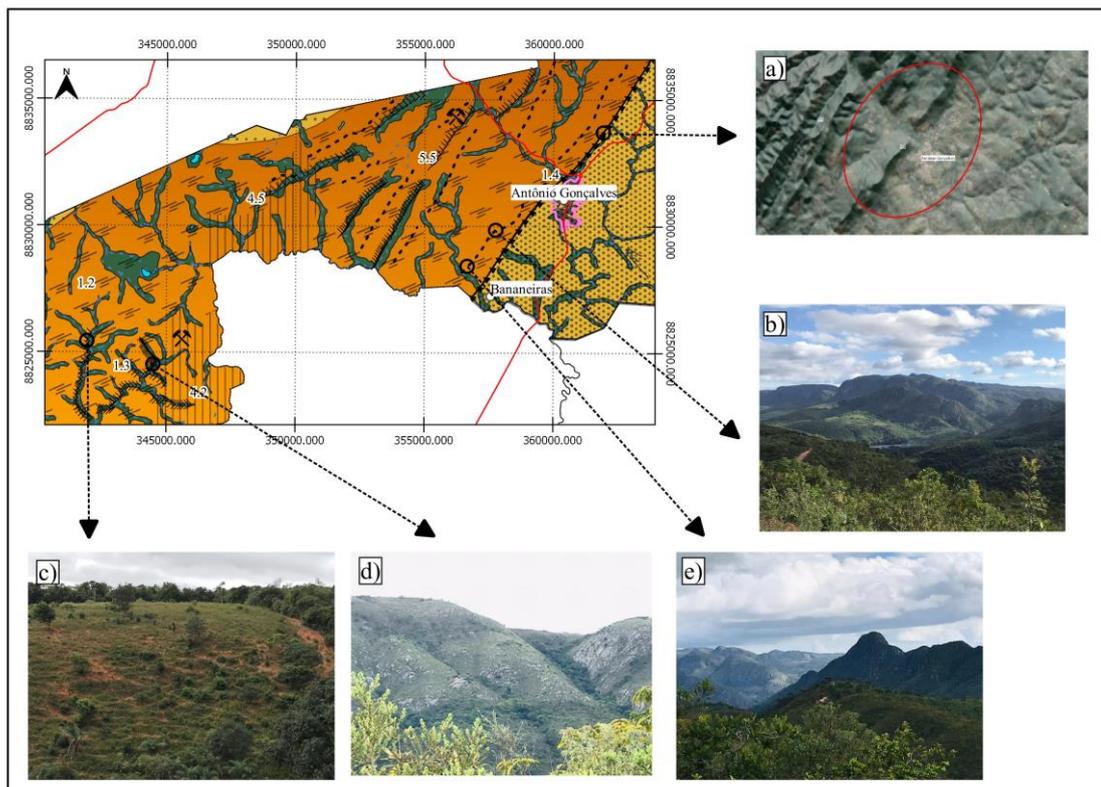
Conforme exposto na Figura 4 e na respectiva legenda demonstrada na Figura 5, essas cristas são formadas, em geral, por afloramentos quartzíticos, pertencentes ao Complexo Itapicuru Fáceis I, dispostos em forma de um cinturão metamórfico, alongado norte-sul, com litoestruturas bastante intrincadas e cotas altimétricas entre 700m e 1000m (RADAMBRASIL, 1983). Essas sequências estruturais apresentam valores de índice de dissecação entre 5.5 e 1.4, zonas de dissecação vertical forte e grande dissecação horizontal, respectivamente. Esse comportamento espacial é alarmante, pois são terrenos que também se associam a níveis de declividade entre 30% e >30%, áreas onde o relevo pode ser considerado bastante suscetível a processos erosivos. Entre outras causas, isso decorre principalmente pela disposição sobre litologias pelíticas e/ou xistosas, encaixados em fraturamentos transversais (NNE), no caso da área em estudo, relacionados ao estilo tectônico da Serra da Jacobina e pela Falha de Pindobaçu (TORQUATO; DE OLIVEIRA; BARTELS, 1978; RADAMBRASIL, 1983).

Em termos de estrutura geológica na região de ocorrência desse modelado, a Falha de Pindobaçu (Figura 7), localizada nos limites do Complexo Saúde e Complexo Itapicuru, por se configurar em área de falhamentos longitudinais, segue um perfil com continuidade física ao longo de sua distribuição espacial, do tipo inversa, com alto ângulo de mergulho. Apresenta-se ainda em determinadas áreas com características de movimento relativo dos blocos, o que pode configurá-la como a uma estrutura de empurrão (RADAMBRASIL, 1983). Nesse sentido, em razão de todas as características prenunciadas, a área de ocorrência desta unidade apresenta potencial de atividade mineradora, sendo rica em manganês e ouro (RADAMBRASIL, 1983), ao mesmo tempo que levanta a discussão acerca da necessidade de preservação dessas serras (Figura 7a; 7b), com o intuito de torná-las em um ambiente ecologicamente equilibrado.

No trato das questões intrínsecas ao planejamento, os riscos erosivos assumem um caráter particularmente relevante nas formas inseridas nos modelados de dissecação, em decorrência do alto nível de declive da região de ocorrência das formas. Evidencia-se, portanto, a necessidade de planejamento geotécnico desses ambientes, pois são espaços que estão no limite de inclinação, demonstrando expressivos riscos potenciais à vida humana e a própria natureza (BRASIL, 1979). Destacam-se, os trechos que circundam a localidade de Brejão da Grota, Novo Maranhão e as áreas adjacentes à serra, enquanto matriz potencial de riscos erosivos dentro do modelado em discussão. Nesse tipo de contexto, os riscos se potencializam em razão dos processos hidromorfodinâmicos relacionados ao escoamento superficial, que podem ocasionar fraturamento associado à expansão diferencial por alívio de pressão (REIS e SOUZA, 2021). Assim, se reforça o alerta e propõe-se a revisão das ocupações nas imediações das localidades supramencionadas, nos locais de ocorrência dos vales estruturais, sobretudo onde os índices apontaram 5.5 e 5.4, demonstrado na Figura 7.

Ademais, nota-se que há relativa ocupação nas áreas de ocorrência desse modelado. Indica-se, portanto, que essas zonas sejam administradas considerando a suscetibilidade erosiva desses terrenos, e para os ambientes com declividades superiores a 37%, locais de grandes porções de falhamentos, como a zona da Falha de Pindobaçu, sugere-se a preservação por meio do estabelecimento de uma unidade de conservação, a exemplo da proposta de Área de Proteção Ambiental da Serra de Jacobina (BA) (BAHIA, 2019), em vias de discussão e possível estruturação, bem como o seguimento das diretrizes da Lei 6.766/1979, com o intuito de mitigar ou prevenir possíveis desastres associados aos riscos potenciais (TORQUATO; DE OLIVEIRA; BARTELS, 1978, 1978; BRASIL, 1979; CPRM, 2005; GOMES, 2016).

Figura 7 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Zonas de ocorrência dos Modelados de Dissecação.



Organização - Arquivo dos autores (2020). Observações; a) Imagem sombreada onde ocorre a Falha de Pindobaçu, localizada na faixa de transição entre a Serra da Jacobina e o Pedimento Antônio Gonçalves; b) Área da Serra da Jacobina, localizada na Serra da Bananeira; c) e d) Zonas dissecadas onde ocorrem os vales estruturais; e) Crista assimétrica, localizada no Monte da Redenção.

Modelado de aplainamento

Considerando o diagnóstico dos modelados de aplainamentos, foi identificada nesse estudo a existência do Pedimento Antônio Gonçalves, apresentando 151,04 km², que equivale a 41% do território municipal. Segundo dados do IBGE (2009), essa unidade do relevo pode ser considerada enquanto superfície aplainada, classificada como inclinação suave, reunindo formas capeadas por material detrítico descontínuo sobre a rocha, característica marcante dos pedimentos detríticos classificados por Bigarella e Becker (1975). A bibliografia sugere que essas formas podem ser caracterizadas pelo seu relevo menos declivoso sobre rochas duras, sobretudo cristalinas, através de um perfil côncavo em relação ao talvegue mais próximo (JATOBÁ, 1994). O pedimento também é resultante de processos erosivos no sopé das vertentes mais íngremes, podendo se apresentar sobre uma camada espessa de alúvio, e, além disso, seu desenvolvimento se dá até o encontro com a planície aluvial dos vales (JATOBÁ, 1994; PASSOS e BIGARELLA, 1998; BIGARELLA; MEIS; SILVA, 2016).

No município de Antônio Gonçalves, o pedimento mapeado apresenta relativa taxa de ocupação, localizada na zona oeste e leste do território, onde se encontra a sede municipal e os povoados de Bananeira dos Pretos e Caldeirão do Mulato (IBGE, 2012) essa área tende a manter crescente o nível de expansão. Para Lima e Lupinacci (2019) o pedimento reúne a maior parte das formas de relevo presentes no contexto do semiárido cristalino, representado pelo Domínio Cratônico do São Francisco, e na área em estudo foi possível perceber, em campo, inúmeras formas relacionadas, de gênese e funcionalidades distintas. 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 dessas áreas de inclinação suave (Figura 4) (BRASIL, 2012). No entanto, segundo Dent e Young (1981), dependendo do nível de declive do pedimento a área pode estar sujeita a inundações, já que são superfícies de aplainamento degradadas, desnudadas e/ou exumadas, geralmente separadas por

escarpas ou ressaltados de outros tipos de modelados correspondentes a sistemas (RADAMBRASIL, 1983).

Quanto à ação pluvial mapeada, há acentuado nível de escoamento superficial, sendo o pedimento marcado por erosão do tipo laminar, em forma de lençol (RADAMBRASIL, 1983). Na área de ocorrência, o escoamento superficial pluvial é transportado e depositado em áreas com baixo nível de declive próximo as áreas de planícies aluviais, com destaque para a zona sul da área urbana da sede municipal (Figura 8), da zona transicional da falha de Pindobaçu e das áreas que bordejam o rio Água Branca, riacho do Brejinho, riacho do Caldeirão e riacho da Barreira (SEI, 2015).

Figura 8 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Detalhe da planície aluvial na parte sul da sede municipal.



Fonte - Google Earth (2021).

Modelado de Acumulação

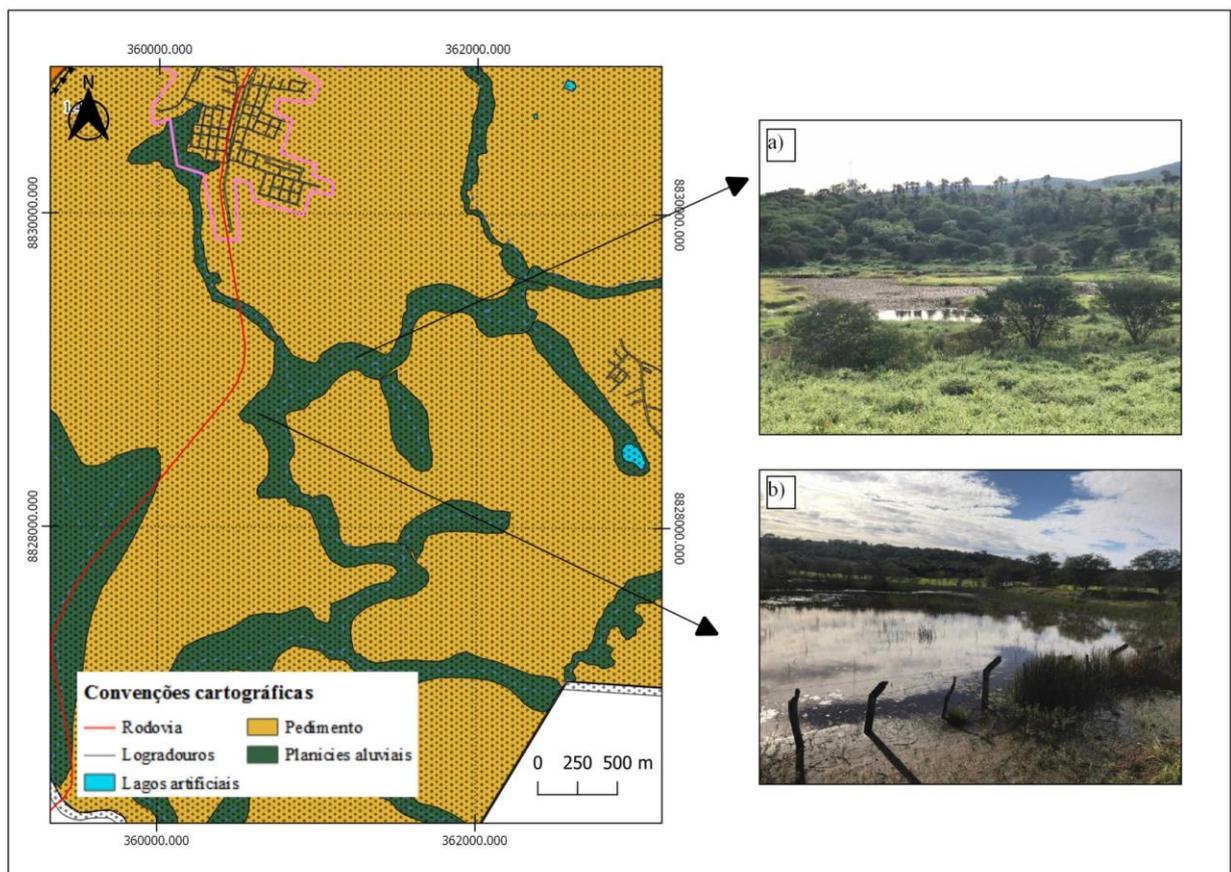
Dentre o modelado de acumulação, diagnosticou-se a unidade de planícies aluviais (Figura 4), formas de acumulação de material proveniente de montante, apresentaram 48,0 km² de área, ou 13% do território municipal, encontram-se em geral à margem do Pedimento Antônio Gonçalves (LIMA e LUPINACCI, 2019), ramificam-se por todo o território municipal, através de larguras e comprimentos variados. Segundo o Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), 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; LUPINACCI e OLIVEIRA, 2021). Com base nas definições trazidas pela bibliografia, esses tipos de planícies são formadas a partir de processos ocorridos na vertente por ação do escoamento pluvial, que acumulam os materiais resultantes até as zonas de menor declividade (ROBAINA, 2010; LIMA e LUPINACCI, 2019), tais quais as planícies aluviais da área em estudo. Foi possível observar, em campo, que essas zonas apresentam pouco grau de ocupação, o que denota menor risco e fragilidade, já que são unidades geomorfológicas associadas a possíveis enchentes e inundações periódicas (FARIA et. al, 2005).

Tais processos de inundações sazonais podem ocorrer em função dos processos hidromorfoodinâmicos, provocados pela instabilidade na acomodação do material detrítico, podendo

ocasionar potenciais inundações periódicas, principalmente na área em estudo, visto sua localização em feições geomorfológicas de alta declividade, que seguem o padrão textural condicionados ao Crátron do São Francisco, com formas onduladas do Grupo Jacobina, que oferecem características clinográficas acentuadas (RADAMBRASIL, 1983), associadas à característica semiárida, que é marcada por precipitações irregulares e concentradas ao longo do ano (IBGE, 2009; LIMA e LUPINACCI, 2019). Cabe ressaltar que apesar do pouco uso e ocupação dessas áreas, e da preservação ambiental das planícies, salienta-se a necessidade de o município atender as diretrizes do Código Florestal, por meio das técnicas de manejo apresentadas pela Lei Federal Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

É importante destacar que as planícies aluviais (Figura 9) 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 dessa forma de relevo, a maior preocupação está na alteração de sua funcionalidade natural agravada pela ação antrópica, uma vez que as planícies aluviais estão associadas aos cursos fluviais intermitentes e efêmeros que abastecem grande parcela da população regional (HOFFMANN et al., 2016), com destaque para os cursos fluviais efêmeros, que se caracterizam por ocorrer imediatamente após o evento pluvial (LIMA e LUPINACCI, 2021). Considera-se que há necessidade de discussão dessas áreas, levando em consideração o uso das terras subjacentes e as interferências antrópicas atuantes, sobretudo as perfurações no entorno das planícies para cacimbas, prática comum no interior baiano e que auxilia na agricultura familiar (TOPÁZIO, 2017). Sugere-se para essa unidade o monitoramento de nível hídrico e, sobretudo a instituição de medidas que potencialize a preservação desse ambiente, uma das possibilidades é a instauração de uma Área de Preservação Permanente, como prevê o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

Figura 9 - Município de Antônio Gonçalves (BA): Área de planícies aluviais e rios efêmeros na parte leste do município.



Fonte - Os autores (2021). Observações: a) e b) canais efêmeros no município, resultante de fortes precipitações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho foi norteado, essencialmente, pelo interesse em contribuir com o desenvolvimento de pesquisas geomorfológicas no semiárido nordestino, partindo do pressuposto que o semiárido tropical carece de levantamentos cartográficos de maior detalhe. Assim, considera-se que a metodologia proposta supriu as necessidades preestabelecidas, e foi capaz de elucidar o tema proposto, ao mesmo tempo em que a utilização do *software* QGIS versão 3.10.14 se mostrou eficaz.

Em se tratando dos resultados, identificou-se na área em estudo o predomínio de formas de relevo relacionadas a três tipos de modelados: o modelado de Dissecação, representado pelas cristas assimétricas, os vales estruturais e a Serra da Jacobina; modelado de aplainamento, representado pelo pedimento Antônio Gonçalves; e o modelado de acumulação, representado pelas planícies aluviais.

Dentre o modelado de dissecação os vales estruturais ocorrem, em seu padrão mais marcante, na região centro-oeste e centro-leste do município, onde há característica textual condicionada ao Crátron do São Francisco. Já as cristas assimétricas, ocorrem em predomínio no centro-oeste do território, isto porque essa zona compreende a borda da Serra da Jacobina, que possui no município 173,06 km², ou 47% de área, sendo integrante do conjunto que forma o trecho norte da Chapada Diamantina. Já o pedimento mapeado intitulado Antônio Gonçalves, Modelado de aplainamento apresenta relativa taxa de ocupação, com total de 151,04 km² ou 41% do território bodejando a zona oeste e leste municipal, onde se encontra a sede municipal e os povoados de Bananeira dos Pretos e Caldeirão do Mulato. Ainda, as planícies aluviais mapeadas, Modelado de acumulação encontram-se em geral à margem do pedimento, com 48,0 km², ou 13% de área, ramificam-se por todo o território municipal, através de larguras e comprimentos variados.

Utilizando a interação dos parâmetros de declividade, estrutura e localização, foi possível identificar as zonas com alto índice de dissecação, onde se destacam os locais de ocorrência dos vales estruturais, sobretudo os trechos que apresentam índice de dissecação do relevo 5.5 e 4.5, dispostos área central do município. Essas informações se tornam preocupantes à medida que esses ambientes apresentam declividade superior a 37%, que denota maior grau de instabilidade e potencial risco de ruptura e movimentos de massa, em situações de elevada pluviosidade e saturação dos solos. A partir da junção dos dados, salienta-se o alerta para as áreas adjacentes a localidade de Brejão da Grota, e as zonas ocupadas da parte central da Serra da Jacobina, sobretudo os locais apresentados na Figura 7c e 7d. Para essas áreas com demarcada susceptibilidade a erosão, reitera-se a necessidade de monitoramento, e dos planejamentos geotécnicos específicos, bem como aplicação dos instrumentos previstos no Código Florestal, a exemplo do estabelecimento de área de preservação permanente, enquanto áreas com a função ambiental de preservação da paisagem, dos recursos hídricos, da biodiversidade, da estabilidade geológica e de garantia do bem-estar das populações (BRASIL, 2012).

Nesse ínterim, percebe-se a necessidade de estudos mais detalhados e sugere-se a execução dos mesmos para a área de estudo. De um modo geral, espera-se que esse trabalho possa ser o ponto de partida para outros estudos, e que forneça uma base inicial para diferentes propostas cartográficas em ambientes semiáridos tropicais, ou para pesquisas que se proponham a diagnosticar melhor a dinâmica do município de Antônio Gonçalves – BA.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio e investimento ao longo do desenvolvimento da pesquisa, corroborando o estímulo à ciência, através do auxílio em todas as etapas deste projeto (Pedido N° 2011/2020).

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro – considerações finais e conclusões. **Revista do Instituto Geológico**, v. 19, n. 1/2, p. 51-69, 1998. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.19980006>

ACSELRAD, H. Cidadania e meio ambiente. **Meio ambiente e democracia**. Rio de Janeiro: IBASE, p. 18-31, 1992.

ADELI, Z.; KHORSHIDDOUST, A. Application of geomorphology in urban planning: Case study in landfill site selection. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 19, p. 662-667, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.183>

AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M.; ROCHA, L. C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, 2011.

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.

BENITES, V. M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E.; KER, J. C. 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. BECKER, R. Topics for discussion. In: International Symposium on the Quaternary (1975) **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 33, p. 171-276. 1975.
<https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.7650>

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

BRASIL. **Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012**. Institui 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 nos 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. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília – DF.2012.

BRASIL. SENADO FEDERAL. **Lei Federal n.º 6.766, de 19 dez. 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília. Senado – DF. 1979. 8.

CAMARGO, F. F.; FLORENZANO, T. G.; ALMEIDA, C. M.; OLIVEIRA, C. G. Mapeamento geomorfológico com imagens estereoscópicas digitais do sensor ASTER/Terra. **Geociências (São Paulo)**, v. 30, n. 1, p. 95-104, 2011.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Goiânia: [S.l.], 2005. Disponível em: Rev. Bras. Cartografia, vol. 72, n. 3, 2020 DOI: http://dx.doi.org/10.14393/rbcv72n3-2020_488.

CBPM - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. **Bacia do São Francisco entre Santa Maria da Vitória e Iuiú, Bahia**: geologia e potencialidade econômica, Salvador - Bahia, 2003.

CBPM - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. **Catálogo de Fotogramas**, 1975. Disponível em:
<http://www.cbpm.ba.gov.br/acervo-tecnico-cientifico/bases-de-dados/catalogo-de-fotogramas/> . Acesso em: 02 jan. 2021.

CHIRICO, P. G.; BERGSTRESSE, S. E.; DEWITT, J. D.; ALESSI, M.A. Mapeamento geomorfológico e alteração antropogênica da forma do solo em uma bacia hidrográfica em urbanização usando fotogrametria de estrutura a partir do movimento e técnicas de modelagem geoespacial. **Journal of Maps**, p. 1-12, 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a. p 415-440.

CHRISTOFOLETTI, A. Alguns estudos brasileiros recentes em geomorfologia fluvial. **Progresso em Geografia Física**, v. 4, n. 3, pág. 414-420, 1980.

COELHO, V. H.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; NETO, A. R.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 64-72, 2014.

<https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100009>

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS . **Diagnóstico do Município de Antônio Gonçalves - Bahia** / Organizado [por] Ângelo Vieira, Felicíssimo Melo, Hermínio Brasil V. Lopes, Hermínio Brasil V. Lopes, José C. Viégas Campos, José T Guimarães, Juliana M. da Costa, Luís Fernando C. Bomfim, Pedro Antonio de A. Couto, Sara Maria Pinotti Benvenuti Salvador:CPRM/PRODEEM, 2005.

DENT, D.; YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: George Allen & Unwin, 1981.

EISANK, C. Geomorphology Object representations at multiple scales from digital elevation models. **Geomorphology**, 129, p. 183–189, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.03.003>

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

<https://doi.org/10.20502/rbq.v15i2.410>

FARIA, D. G. M.; 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 E AMBIENTAL, 11., 2005, Florianópolis, SC. **Anais ...**, p. 892-907.

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.; TINÓS, T. M.; PINTON, L. de 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. <https://doi.org/10.14393/rbcv67n6-44639>

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. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 12, n. 3, 2016. <https://doi.org/10.17271/1980082712320161415>

GOOGLE EARTH. **Google Earth website**.2021. Disponível em: < <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 04 dez. 2021.

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

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.

<https://doi.org/10.25249/0375-7536.2001313375384>

HOFFMANN, G. P. et al. A modificação dos usos da terra e seus efeitos no escoamento das águas: uma revisão, 2016. IN: XVI Simpósio de Geografia da UDESC – Florianópolis, SC. **Anais** p. 84-96

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2009.

_____. **Censo Demográfico** 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

_____. **Estimativas de População 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=22367&t=downloads> . Acesso em: 02 jun. 2022.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em geociências, v. 3, 2012.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos de estações baianas**. , 2019. Disponível em: << <https://portal.inmet.gov.br//>>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de imagens Landsat – TM**. 2021.. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Projeto Topodata**. 2008. Disponível em: << <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- JATOBA, L. **Geomorfologia do semiárido**. Recife: núcleo de educação continuada, UFPE. 1994.
- LIMA, K. C. **Relações entre a rede de drenagem e as superfícies de aplainamento no semiárido: a bacia hidrográfica do rio Bom Sucesso (Bahia)**. 2012. 135 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012.
- LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L. Atualização cartográfica da rede de drenagem para estudo geomorfológico de rios intermitentes e efêmeros do Semiárido. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 1, 2014. <https://doi.org/10.14393/rbcv66n1-43901>
- LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L.; PEREZ FILHO, A. Dificuldades e Possibilidades Da Cartografia Geomorfológica No Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 6, 2013. <https://doi.org/10.14393/rbcv65n6-43880>
- 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. <https://doi.org/10.20502/rbg.v22i2.1527>
- 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. <https://doi.org/10.26694/equador.v8i2.9247>
- MACHADO, P. B.. **Cartilha Histórica sobre as origens de Senhor do Bonfim**. Salvador: Universidade do Estado da Bahia, 1993.
- MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; SALES, V. C. Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 27, n. 1. Esp, p. 6-19, 2010.
- 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.; PINTO, A. L.; MIGUEL, A. E. S.; GOMES, W. M. Morfometria do relevo da bacia hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagoas/MS. **Formação (Online)**, v. 1, n. 24, 2017. <https://doi.org/10.33081/formacao.v1i24.4503>
- 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.
- OLIVEIRA, J. H. M.; CHAVES, J. M. Mapeamento e caracterização geomorfológica: Ecorregião Raso da Catarina e Entorno NE da Bahia. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 20, p. 217-238, 2010. <https://doi.org/10.4215/RM2010.0920.0014>
- OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Uso e cobertura do solo em áreas semiáridas do Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 28, n. 1, p. 120-133, 2011.
- PASSOS, E.; BIGARELLA, J. J. Superfícies de erosão. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 107-141.
- QGIS - Geographic Information System. **QGIS Association**. 2021. Disponível em:< <http://www.qgis.org>>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- QUEIROZ, D.S. A Cartografia Geomorfológica de Detalhe: Uma Proposta visando a Multidisciplinaridade. **Revista Climep**. Rio Claro, vol. 7, nº. 1-2, p. 22, 2012.
- RADAMBRASIL, PROJETO. **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. 35-45, 2021. <https://doi.org/10.5902/2236499463075>
- ROBAINA, L. E.; 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. <https://doi.org/10.20502/rbg.v11i2.148>

- 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. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.19910002>
- 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. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP, escala 1:500.000,1997. <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0004>
- ROSS, J. L.S. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios para planejamento ambiental. 1ª ed. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2006.
- SAADI, A. A Geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas Gerais. **Geonomos**, 1997. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v5i2.174>
- SANTOS, A. D.; VITAL, S. R. Riscos Geomorfológicos No Município De Caicó-RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 434-448, 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p434-448>
- SANTOS, F. P. **Modelamento estrutural da Serra Jacobina e adjacências, Bahia**. 2018. 102 f., il. Dissertação (Mestrado em Geologia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- 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.
- _____. Salvador: SEI, v. p.252 (**Série territórios de identidade da Bahia, v. 3**). 2018.
- SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (Org). Mapeamento geomorfológico: métodos e aplicações. Amsterdam: **Elsevier**, 2011. p. 225-251.
- 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. <https://doi.org/10.20502/rbg.v22i3.1805>
- SOUZA, T. de A.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 1348–1355-1348–1355, 2012.
- STEREOPHOTO MAKER. **StereoPhoto Maker** (English version) 2021. Disponível em: <http://stereo.jp.org/eng/stphmkr/> . Acesso em: 10 fev. 2021.
- 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. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1978171179>
- 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. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132012000100011>

Recebido em: 27/12/2021

Aceito para publicação em: 19/05/2022