

A CARTOGRAFIA DO RELEVO E SUAS CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO DE AMBIENTES SEMIÁRIDOS TROPICAIS: ESTUDO DO MUNICÍPIO DE CAMPO FORMOSO (BA).

Matheus de Alencar Almeida ¹

Kelly Beatriz Silva Santos ²

Sirius Oliveira Souza ³

INTRODUÇÃO

Os ambientes dispostos na natureza, com o tempo acabam por sofrer modificações e consequências de forma acelerada por intervenção antrópica. Ross (2006) argumentou que as mudanças nos ambientes naturais em consequência das ações antrópicas levam a uma série de instabilidades na dinâmica das paisagens, as quais resultam em impactos de cunho social e natural.

Adicionalmente, salienta-se que estes desequilíbrios ambientais são evidentes em muitos municípios do semiárido baiano, onde enfrentam problemáticas relacionadas ao relevo, como erosão do solo, degradação dos recursos hídricos e desertificação (IBGE, 2009). Além de que, o semiárido baiano tem sofrido com a implementação inadequada de novas formas de uso e ocupação do solo (IBGE, 2009).

Considerando o uso e a ocupação da terra como distintas maneiras de utilização e apropriação do espaço pelas sociedades humanas (IBGE, 2009), práticas como o desmatamento, o despejo de efluentes nos cursos de água e o aterramento evidenciam a falta de preocupação com o ordenamento e a gestão territorial, ignorando frequentemente a vulnerabilidade ambiental dessas áreas, resultando em danos irreversíveis aos ecossistemas.

Diante disso, Christofolletti (1980), estabelece que a Geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, onde é composta por formas e processos nas paisagens

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, matheus.alencar@discente.univasf.edu.br;

² Graduanda do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, kelly.beatriz@discente.univasf.edu.br;

³ Professor Adjunto do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, sirius.souza@univasf.edu.br.

morfológicas. De acordo com Tricart (1990), a ciência geomorfológica indica elementos como estrutura, cronologia e dinâmica, permitindo delinear a ocorrência de fenômenos naturais, assim como, o efeito das intervenções antrópicas nos ambientes naturais (SOUZA, LUPINACCI e OLIVEIRA, 2021).

Dentro desse contexto, Neto (2020), destaca a ampla variedade de elementos dos estudos geomorfológicos, com ênfase na cartografia geomorfológica, que se estrutura através de componentes como morfologia, morfometria, morfodinâmica, morfoestrutura e morfocronologia. Além disso, a cartografia geomorfológica é uma ferramenta fundamental para o planejamento, conforme afirmado por Saadi (1997), pois permite não apenas delinear os problemas decorrentes do uso inadequado da terra, mas também prevenir eventos causados pela intervenção antrópica, além de possibilitar o controle, avaliação e monitoramento de ameaças ambientais.

No cenário internacional, os autores Wang *et al.* (2008), evidenciaram no Semiárido da China e ao Sul da Mongólia, a presença de leques aluviais adjacentes ao deserto de Gobi e constataram a necessidade de planejamento destes ambientes. Ao passo que, Lei *et al.* (2020), estudaram áreas suscetíveis à erosão na bacia hidrográfica de Robot Turk, região semiárida do Irã, com a utilização da cartografia geomorfológica, bem como, através de métodos de análise topográficas geomorfológicas, dando origem a propostas de preservação em ambientes naturais, por intermédio do mapeamento em áreas suscetíveis.

No cenário nacional, Gomes (2023) diagnosticaram uma sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras, no Ceará, e mapearam os níveis taxonômicos do relevo e a vulnerabilidade à erosão do solo, identificando processos erosivos em formas lineares, ravinas e terrenos tecnogênicos. Além disso, os autores Lima *et al.* (2023), analisaram no município de Floresta, em Pernambuco, uma bacia hidrográfica experimental com extensas áreas erodidas e constataram níveis severos de suscetibilidade à desertificação. Ademais, Reis e Souza (2023) averiguaram a importância de um mapeamento geomorfológico como subsídio do uso e ocupação da terra no município de Antônio Gonçalves, na Bahia, tendo em vista áreas potenciais para a suscetibilidade a processos erosivos do território.

Dado o exposto, este trabalho tem como principal objetivo, propor uma compartimentação geomorfológica para o município de Campo Formoso (BA), com vistas a contribuir para o planejamento do uso e ocupação da terra.

Dessa forma, este trabalho se justifica inicialmente pela importância social, frente aos instrumentos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), definida pela Lei Federal 12.608 (BRASIL, 2012), que reflete, entre seus princípios fundamentais, as ações de prevenção e mapeamento de áreas serranas e posteriormente a integração de políticas setoriais como o ordenamento do território, desenvolvimento urbano e meio ambiente.

METODOLOGIA

Este trabalho foi dividido em três etapas: a primeira baseou-se em uma revisão bibliográfica sobre a cartografia geomorfológica em ambientes semiáridos tropicais. A segunda consistiu na aquisição de imagens aéreas e na realização da estereoscopia digital. A terceira etapa caracterizou-se pelo georreferenciamento, vetorização, integração dos dados em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG) por meio do software QGIS (versão 3.30.0), bem como pela redação final da pesquisa. Portanto, a seguir apresenta-se de forma detalhada os principais procedimentos relativos à segunda e terceira etapa da pesquisa.

Inicialmente, foram obtidas fotografias aéreas no formato digital e com escala de 1:70.000, disponibilizadas gratuitamente pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 2020). A partir da obtenção das imagens, com base em Souza e Oliveira (2012), seguiu-se a interpretação dos pares estereoscópicos utilizando o software StereoPhoto Maker versão 5.06. A interpretação dos pares estereoscópicos seguiu o método Anáglifo, que resulta na sobreposição de fotografias estereoscópicas nas cores complementares dispostas como: azul e vermelha, na qual ao serem visualizadas com o auxílio de óculos adequados de lentes coloridas possibilita a percepção de profundidade. Ao passo que as imagens tridimensionais adquiridas a partir dos pares estereoscópicos foram salvas no formato *.tiff* para serem utilizadas em ambiente SIG (SOUZA e OLIVEIRA, 2012).

Em seguida, foram retiradas amostras aleatórias do modelado de dissecação, com o objetivo de medir quantitativamente o grau de trabalho do rio sobre a topografia (ROSS, 2003). Assim, o cálculo de dissecação foi dividido em duas variáveis, a dissecação horizontal que se sobressai como o espaçamento médio entre os rios e a dissecação vertical que se refere a medida da diferença da elevação entre os pontos mais

altos e mais baixos do terreno (RADAMBRASIL, 1983; ROSS, 2003; REIS e SOUZA, 2023). Dessa forma, a vetorização dos compartimentos caracterizou-se pela coleta de feições utilizando as chaves amostrais. Esse processo de criação ocorreu dentro do software gratuito QGIS versão 3.30.0, onde é possível, na barra de ferramentas "criar nova camada" e "adicionar feições", com esse comando coletaram-se feições relacionadas a padrões de imagens anáglifas digitais. Nesse sentido, utilizou-se como complemento, as curvas de nível, o relevo sombreado elaborado pelo Copernicus Open Topography (AIRBUS, 2020), e as imagens de satélite em uma escala de 1:5.000 através do comando QuickMapServices>Google Satellite.

Após a conclusão da compartimentação geomorfológica, foram realizados trabalhos de campo com o propósito de validar as informações obtidas e averiguar os resultados previamente encontrados. Em seguida, as formas de relevo predominantes no território municipal foram identificadas e a delimitação dos pontos amostrais foi estabelecida.

Além disso, a descrição dos pontos amostrais baseou-se nas diretrizes da ficha de campo do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), assim como, utilizou-se como recurso adicional, o GPS para a medição da altitude e o registro dos pontos amostrais. Além disso, foram empregadas imagens obtidas pela Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) DJI Mavic para identificar as feições geomorfológicas na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

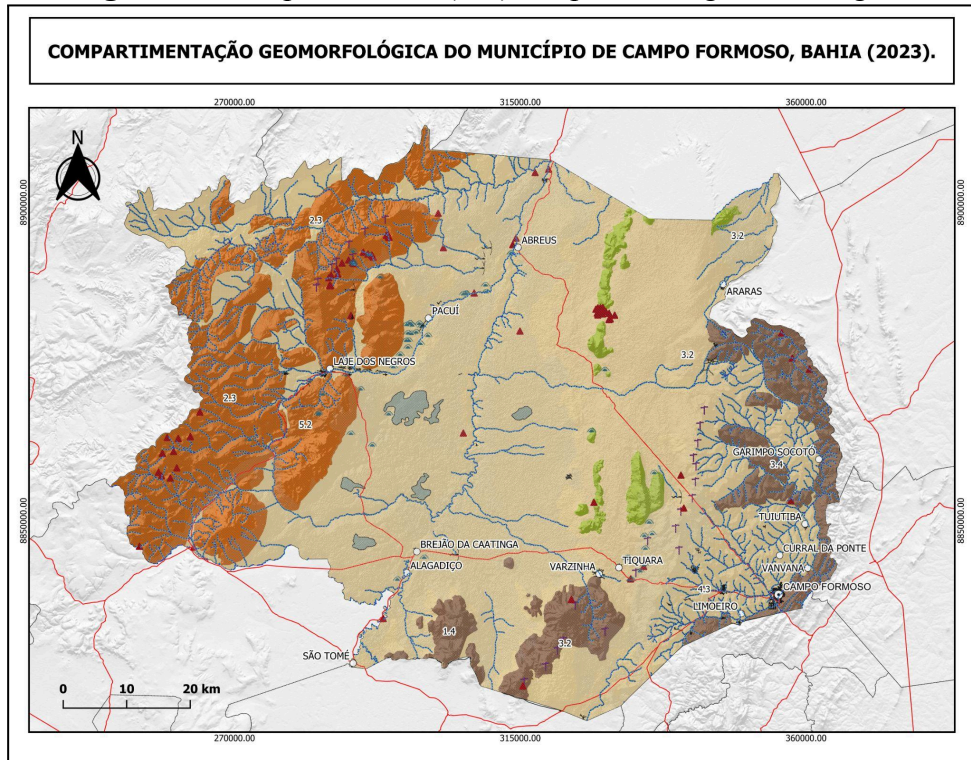
Em face do exposto, de acordo com a Tabela 2, o mapa de compartimentos geomorfológicos da área em estudo (Figura 3), indicou o predomínio do modelado de aplainamento representado pelo Pediplano Campo Formosense.

Tabela 2 – Compartimentos Geomorfológicos no município de Campo Formoso – BA.

Modelos	Compartimentos	Área (Km ²)	Área (%)
Aplainamento	Pediplano Campo Formosense	4.437,35	61,96
Dissecação	Planaltos Setentrionais	1.378,94	19,25
	Planaltos Residuais da Serra da Jacobina	576,36	8,05
	Inselbergues	122,38	1,71
Acumulação	Terraços e Planícies aluviais	646,8	9,03
	TOTAL:	7.161,82	100

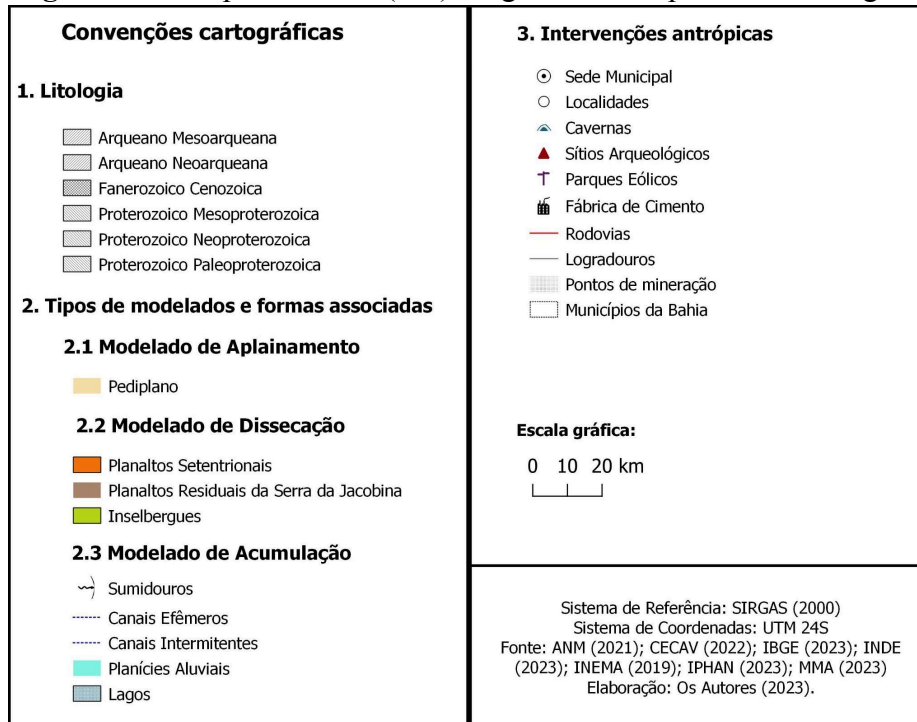
Fonte: Os autores (2023).

Figura 3 – Campo Formoso (BA): Mapeamento geomorfológico.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 4 – Campo Formoso (BA): Legenda do Mapa Geomorfológico.



Fonte: Os autores (2023).

No que concerne ao modelado de aplainamento, o Pediplano Campo Formosense predomina na área em estudo, abrangendo 4.437,35 km², o que corresponde a 61,96% do município. Esta unidade é classificada como uma superfície aplainada com inclinação suave, composta por formas capeadas por material detrítico descontínuo sobre a rocha (IBGE, 2009). Este compartimento apresenta uma alta taxa de ocupação, principalmente na sede municipal e em localidades como Tiquara, Lage dos Negros e Brejão da Caatinga (IBGE, 2012). Apesar de ser favorável à ocupação, esta feição está sujeita a inundações periódicas, necessitando de monitoramento por parte da administração do município (BRASIL, 2012).

Quanto ao modelado de acumulação, a unidade de Planícies aluviais e Terraços ocupa 646,8 km², equivalente a 9,03% da área em estudo. Esta unidade resulta da acumulação fluvial e está sujeita a inundações periódicas, no caso das planícies aluviais, estas feições estão associadas a canais intermitentes, onde são formadas pelo transbordamento das águas fluviais durante as cheias. No município de Campo Formoso, rios intermitentes, como o Rio Salitre e o Rio Itapicuru, drenam água durante parte do ano e secam em outra. Portanto, recomenda-se a criação de Áreas de Preservação Permanente para mitigar problemas de inundação (REIS e SOUZA, 2023).

No que tange ao modelado de dissecação, os Planaltos Setentrionais predominam na parte leste do município, ocupando 19,25%, o que corresponde a 1.378,94 km². Esta unidade apresenta uma dissecação vertical fraca e horizontal mediana a forte, caracterizando-se por formações de relevo com topos convexos e vales pouco profundos. Já a Serra da Jacobina ocupa 8,05%, ou seja, 576,36 km² da área de estudo, na qual é definida como um sistema complexo de montanhas com litologia variada (RADAMBRASIL, 1983).

Dentro desse contexto, esta área apresenta índices de dissecação entre 4,3 e 3,4 com zonas de dissecação vertical mediana e forte (Tabela 1). Dessa forma, é importante reiterar o monitoramento geotécnico para prevenir desastres e preservar as áreas mais elevadas, como os topos de morro e serras (BRASIL, 2012), tendo em vista a alta taxa de ocupação nas localidades próximas aos planaltos residuais da Serra da Jacobina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribui de forma significativa para o desenvolvimento de pesquisas de caráter geomorfológico em ambientes semiáridos, destacando a importância do Pediplano Campo Formosense, que predomina na área de estudo. Esta feição, caracterizada por uma superfície aplainada, é passível de ocupação, mas requer monitoramento por parte do município para garantir a segurança dos moradores, dado o alto índice de ocupação. Assim, este estudo enfatiza a necessidade de estudos detalhados no semiárido brasileiro, preenchendo uma lacuna existente e fornecendo diretrizes para o planejamento adequado em regiões semiáridas tropicais, com foco na dinâmica do relevo em Campo Formoso (BA).

Palavras-chave: Geomorfologia; Mapeamento, Relevo, Semiárido, Planejamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio, incentivo e investimento para o desenvolvimento da ciência dentro do ambiente acadêmico (Pedido Nº 3367/2022).

REFERÊNCIAS

- AIRBUS DEFENCE AND SPACE. Copernicus Digital Elevation Model – Product Handbook. 2020. Disponível em:
<https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSDEM.032021.4326.3>.
Acesso em: 19 jul. 2024.
- 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>.
- BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC**; Diário Oficial da União, Brasília, 11 abr. 2012.
- CHRISTOFOLETTI, A.; GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2009.
- GOMES, Maria Raiane de Mesquita. **A relação entre o relevo e os processos erosivos na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras, Ceará**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Humanas, Mestrado Acadêmico em Geografia, Sobral, 2023. Orientador: Dr. José Falcão Sobrinho. Disponível em:
https://ww2.uva.ce.gov.br/apps/common/documentos_mag/dissertacao_26ebf50a6584c5e82e.pdf. Acesso em: 17 jul. 2024.

- 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.
- 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.
- 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, pág. 2478, 2020.
- QGIS - Geographic Information System. **QGIS Association**. 2021. Disponível em: <https://www.qgis.org/en/site/>. Acesso em: 13 ago. de 2023.
- 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**, [S. l.], v. 25, p. e35, 2022. DOI: 10.5902/2236499463075. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/63075>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- REIS, F. de S.; SOUZA, S. O. CONTRIBUIÇÕES DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA AO PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA: APLICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE ANTÔNIO GONÇALVES - BA. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 92, p. 304–322, 2023. DOI: 10.14393/RCG249264011. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/64011>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- RADAMBRASIL, PROJETO. **Folha SC. 24/25 Aracajú/Recife**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral, 1983.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1992.
- ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**.-4ª. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.
- 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**, Minas Gerais, v. 5, n. 2, p. 1-4, dez. 1997.
- 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. 1348–1355-1348–1355, 2012.
- TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1995.
- WANG, X.; XIA, D.; WANG, T.; XUE, X.; LI, J. Dust sources in arid and semiarid China and southern Mongolia: Impacts of geomorphological setting and surface materials. **Geomorphology**, v. 97, n. 3-4, p. 583-600, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.09.006>. Acesso em: 23 jul. 2024.