



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA E MAPEAMENTO DE UNIDADES DE RELEVO DA REGIÃO METROPOLITANA DO SUDOESTE MARANHENSE–RMSM

Samyra da Silva Vieira ¹
Elza Ribeiro dos Santos Neta ²
Liriane Gonçalves Barbosa ³
Sirley Cunha de Sousa ⁴

RESUMO

Este trabalho apresenta parte dos resultados de pesquisas iniciais sobre a morfometria e morfologia da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense (RMSM), unidade organizacional geoeconômica, social e cultural definida pela Lei Complementar nº 089/2005 e atualizada pela Lei nº 204/2017. A RMSM abrange 22 municípios, com uma área total de 45.635,85 km², representando 13,8% do território maranhense. O objetivo do trabalho foi caracterizar os padrões morfométricos e morfológicos do relevo da RMSM, por meio da identificação, espacialização e análise de dados geomorfológicos e geológicos. A metodologia envolveu técnicas de quantificação, análise e mapeamento do relevo, utilizando dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, com base em base vetorial e matricial. Como principais resultados, foram produzidos gráficos, tabelas e mapas que evidenciam as características geomorfológicas e geológicas da RMSM, como unidades de relevo, geologia, hipsometria e declividade. A pesquisa revelou uma diversidade de formações geológicas sedimentares, que influenciam estruturalmente o relevo, como a Formação Mosquito, que aflora no sul da região, especialmente nos municípios de Carolina e Estreito, favorecendo o desenvolvimento do ecoturismo. O relevo da RMSM é predominantemente composto por superfícies dissecadas, com presença de depressões, colinas e patamares, organizadas em sete unidades: Planícies e Terraços Fluviais, Chapadas e Planos do Rio Farinha, Chapadões do Alto Parnaíba, Depressão de Imperatriz, Depressão do Médio Tocantins, Patamar de Porto Franco-Fortaleza dos Nogueiras e Planalto Dissecado do Gurupi-Grajaú. A classificação das unidades baseou-se no RADAM Brasil, atualizada pelo IBGE (2018). A altitude varia de 29 a 677 metros, e a declividade predominante é suave, favorecendo inundações nas planícies e terraços fluviais.

Palavras-chave: Relevo, Mapeamento geomorfológico, RMSM.

INTRODUÇÃO

Conhecer “os tipos de relevo e os processos a eles relacionados” (Guerra e Cunha, 2022, p. 25) é fundamental para a realização de diagnósticos ambientais e a elaboração de planos e projetos ambientais. A análise da morfologia do terreno e a representação de suas feições contribui de forma sistemática para compreender a organização e funcionamento das paisagens e, sobretudo, permite compreender

¹ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, samyra.vieira@uemasul.edu.br;

² Doutora em Geografia pela Universidade de Brasília – UnB. Professora adjunta de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL. E-mail: elza.ribeiro@uemasul.edu.br;

³ Graduada pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, sirleysousa.20190000572@uemasul.edu.br;

⁴ Professora orientadora: Doutora em Geografia – UNESP/FCT. Professora adjunta de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL. E-mail: liriane.barbosa@uemasul.edu.br.

processos atuantes em encostas, como movimentos de massa, possibilitando dimensionar as potencialidades dos sistemas ambientais e as fragilidades indutoras de riscos ambientais variados, associados às características do relevo. Segundo Cassetti (1995), o relevo como componente do estrato geográfico onde vive o homem, constitui-se em suporte das interações naturais e sociais.

As características morfométricas do relevo, como declividade e topografia, desempenham um papel crucial nos processos de movimentação e deposição de sedimentos, condicionando os processos morfogenéticos e pedogenéticos e interferindo no ciclo migratório e fluxo geoquímico da matéria na paisagem, redistribuindo e direcionando seu deslocamento. Nesse sentido, o “conjunto de formas de relevo participam da composição das paisagens em diferentes escalas” (Guerra e Cunha, 2022, p. 26) e do funcionamento dos sistemas ambientais em diferentes níveis.

Estes e outros aspectos tornam o estudo do relevo e de suas feições fundamental para explicar a origem e evolução das paisagens e os processos que nelas ocorrem, uma vez que os fatores inter-relacionados do relevo retratam as formas e os materiais e coberturas na superfície (Otto; Smith, 2013 citados por Rodrigues et al, 2022).

Portanto, o mapeamento geomorfológico apresentado neste artigo, fornece informações importantes do relevo regional da região e uma cartográfica regional inicial que está servindo de base em pesquisas andamento com a finalidade de gerar índices das potencialidades e fragilidades ambientais da região e apontar áreas prioritárias para preservação e recuperação.

Este trabalho tem a finalidade apresentar parte dos resultados de pesquisas iniciais sobre as características morfométricas e morfológicas da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense (RMSM), tendo como objetivo caracterizar os padrões morfométricos e morfológicos do relevo da RMSM, por meio da identificação, espacialização e análise de dados geomorfológicos, visando subsidiar mapeamentos ambientais, especialmente em áreas prioritárias para proteção, considerando índices morfométricos. Os resultados do trabalho estão baseados na espacialização de variáveis morfométricas e padrões de formas do relevo da região, com mapeamento geomorfológico a partir de dados primários e secundários.

MATERIAIS E MÉTODOS

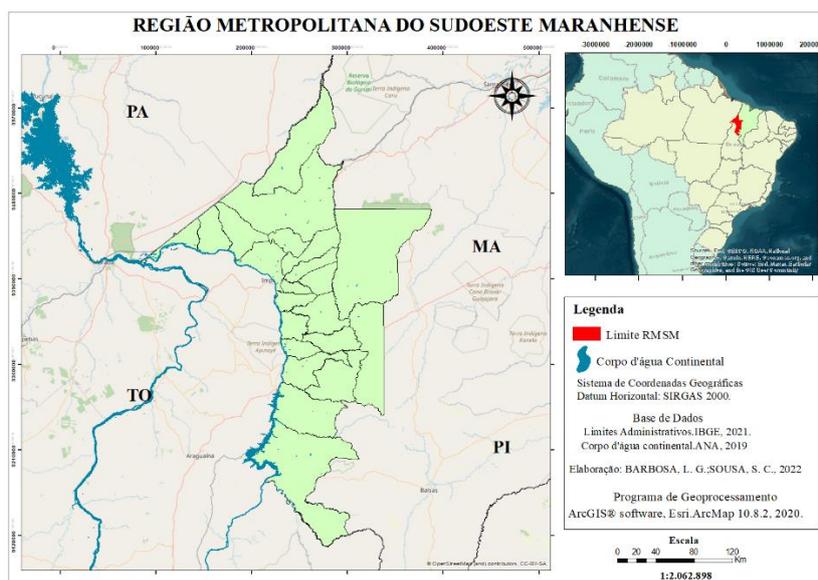
Área de Estudo



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

A Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, RMSM, (figura 1) é uma unidade organizacional geoeconômica, social e cultural definida pela Lei Complementar nº 089/2005 e atualizada pela Lei nº 204/2017. Abrange a área geográfica de abrangência da Universidade Estadual da Região Tocantina - UEMASUL, definida pelo Decreto Estadual nº 32.396/2016 e um total de 22 (vinte e dois) municípios do estado do Maranhão. Possui uma área total de 45.635,85 km², representando 13,8% do território maranhense, e cerca de 740 mil habitantes, com desempenho econômico superior à média estadual, impulsionado por grandes empreendimentos (PDI, 2022).

Figura 1: Mapa de localização dos municípios da RMSM.



Fonte: Autoras, 2022.

Procedimentos

A pesquisa foi desenvolvida com base em cálculos morfométricos e análise de formas de relevo da RMSM, utilizando Modelo Digital de Elevação (MDE) e técnicas de processamento de digital de MDT e geoprocessamento para elaboração de mapas temáticos. Foram integrados dados vetoriais e matriciais obtidos das bases do IBGE, ANA e FABDEM. Inicialmente, realizou-se revisão bibliográfica sobre conceitos de morfometria e geomorfologia. Em seguida, procedeu-se à aquisição dos dados, como a base hidrográfica (ANA, IBGE), o MDT FABDEM v3 (30 m de resolução) e folhas SA23_geol, SB22_geol, SB23_geol, SC23_geol, SA23_geom, SB22_geom, SB23_geom e SC23_geom do Projeto RADAM Brasil, atualizadas pelo IBGE (2018), na escala de 1:250.000.

O pré-processamento incluiu o mosaico das cenas do MDT, georreferenciamento conforme SIRGAS 2000 e recorte segundo o limite da RMSM. Os dados vetoriais de geologia e geomorfologia foram integrados via merge e recorte. Na sequência foi feita a extração dos valores de declividade em porcentagem, do sombreamento do relevo e aplicadas as classificações da declividade e hipsometria.

As duas variáveis foram classificadas em cinco classes. A hipsometria com intervalos de 129 metros de altitude para as quatro primeiras classes e 132 metros para a última. A amplitude altimétrica da região variou de 29 a 677 metros de altitude. A declividade foi classificada em cinco classes, seguindo a classificação da EMBRAPA (1979). Em seguida, ambas foram convertidas de formato matricial para vetorial, possibilitando os cálculos de área. Os mapas foram elaborados com escala de 1:250.000, e gráficos e tabelas foram gerados majoritariamente no ArcGis. ArcMap 10.8.2 (Esri, 2021). Os cálculos de áreas foram aplicados em quatro etapas seguidas: a adição de campos de valores na tabela de atributo de cada mapa, a junção dos polígonos de cada classe ou unidade de feição em um só, o cálculo da área mapeada por classe/unidade e a aplicação da fórmula $Area (\%) = \frac{area\ mapeada}{area\ total} * 100$ na álgebra de mapas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

“A região apresenta estrutura geológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba” (Araújo, 2010, p. 01).) composta por sedimentos depositados no Eon Fanerozóico em eras e períodos geológicos diferentes. As coberturas sedimentares mais recentes da região são os Aluviões Holocênicos do Quaternário Holoceno. Os terrenos Aluviões são encontrados ao longo dos cursos dos rios, principalmente do rio Tocantins sendo constituídos por cascalhos, areias e argilas inconsolidadas.

A geologia da região caracteriza-se por rochas sedimentares sobrepostas, originadas em diferentes ciclos geológicos, associados à formação da Bacia Sedimentar do Parnaíba, resultante de processos tectônicos como deriva e colisão de placas (Goes, 1995; Goes; Feijó, 1994; Lima, 2013; Santos; Carvalho, 2009; Barbosa, 2020). Esta bacia possui sedimentos depositados desde o Paleozóico, como os grupos Serra Grande, Canindé e Balsas, até o Quaternário, incluindo coberturas detrítico-lateríticas e aluviões holocênicos (CPRM, 2013).

As principais unidades geológicas da região (figura 2 e gráfico 1) são as formações Itapecuru (38,5%) e Mosquito (13,70%), e as coberturas detrítico-lateríticas



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

paleogênicas (13, 69%) do Quaternário e Segundo Bezerra (1996), a formação Mosquito, presente na parte oeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, é composta por derrames basálticos que formam o topo das mesas e chapadas residuais no sul da RMSM, especialmente em Estreito e Carolina. Essa formação atua como uma capa resistente à erosão, protegendo os arenitos da Formação Sambaíba que estão abaixo.

Os terrenos da formação Itapecuru estão concentrados no centro-norte da RMSM, abrangendo, principalmente os municípios de Açailândia, Amarante do Maranhão, Buritirana, Cidelândia, São Pedro da Água Branca e Vila Nova dos Martírios, compreendendo depósitos sedimentares depositados em ambientes estuarino-lagunar e fluvial, durante o Cretáceo a cerca de 100 milhões de anos, constituídos por rochas compostas de argilito siltoso, siltito argiloso, feldspática muito fina e quartzo-arenito fino a muito fino (ANP, 2017; Corrêa-Martins, et al, 2018).

Geomorfológicamente, estes terrenos correspondem a unidade de relevo Planalto Dissecado do Gurupi. Unidade geomorfológica que, segundo Bandeira (2013, citado por EMBRAPA, 2018) comporta baixos platôs com topos planos, patamares estruturais intermediários, colinas e morros dissecados com vertentes inclinadas e superfícies aplainadas e onduladas, as vezes em forma de colinas, que se estendem até os fundos de vales.

As outras unidades com maior índice de cobertura na região aparecem na porção centro-sul da região. A Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica é formada por sedimentos semi- consolidados a incoerentes, mal classificados, de matriz arenosa-argilosa com seixos de quartzo, caulim e limonita dispersos, apresentando, em geral, coloração amarelada e avermelhada em função da infiltração de óxido de ferro e areias com níveis de argilas e cascalhos e crosta laterítica (BGE, 2018; Vasconcelos; Luz, 2012; CPRM, 2006; Lima; Leite, 1977).

Já a formação Mosquito é composta por rochas basálticas com origem nos derramamentos de basaltos pretos, por erupções vulcânicas ocorridas no período jurássico inferior, intercalados com arenitos vermelhos com leitos de sílex (Góes e Feijó, 1994). Os terrenos dessa unidade a aparecem na maior parte dos topos das mesas e chapadas Bezerra (1996, citado Mocitaiba, 2016).

O mapeamento geomorfológico revelou alguns padrões de formas que peculiariza o relevo regional, tais como chapadas, planaltos dissecados, morros e colinas em forma de mesetas e depressões. A classificação do RADAM Brasil (IBGE, 2018), define sete unidades de padrões de formas na região (gráfico 2, figura 3): Planícies e



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

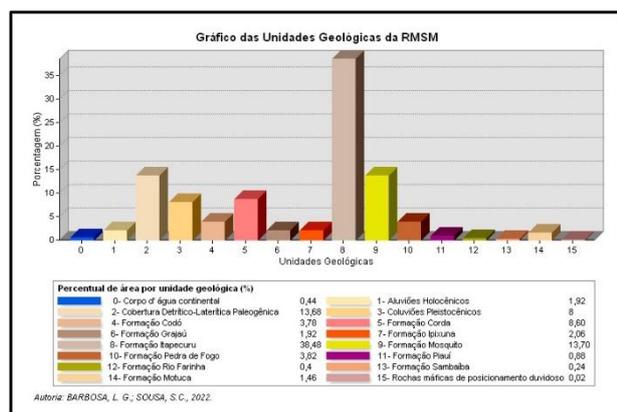
terraços fluviais, chapadas e Planos do Rio Farinha, Depressão de Imperatriz, Depressão do médio Tocantins, Patamar de Porto Franco e Chapadões do Alto Parnaíba.

A forma de relevo mais abrangente é o Planalto Dissecado do Gurupi, que representa 44,2% da área. Segundo Dantas et al (2013, p. 49), o Planalto Dissecado Gurupi-Grajau “é um conjunto de superfícies tabulares elevadas por epirogênese e bruscamente delimitadas em rebordos erosivos, se destacando por ter topograficamente relevos planos”.

Em termos de área, além da unidade Planalto Dissecado Gurupi, as unidades com maior destaque são a Depressão de Imperatriz 19,23%, o Patamar de Porto Franco 16,48 % e as Chapadas e Planos do Rio Farinha 9,97%. Esta última unidade, juntamente com a Depressão do Tocantins, que ocupa 5,02% da área, apresentam formas de relevo em depressão, planaltos e chapadas com superfície e topos de aplainamento pontilhadas por relevos residuais sob a forma de mesetas e morros-testemunhos (Barbosa, 1973, citado Dantas et al, 2013).

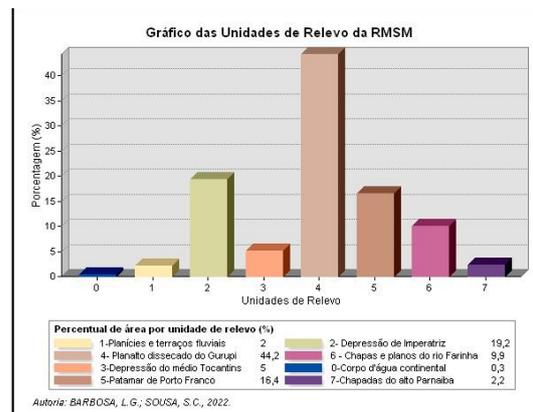
Nos municípios de Estreito e Carolina predominam chapadas e mesetas, conhecidas como Chapadas e Planaltos do Rio Farinha, que são antigas superfícies planálticas intensamente entalhadas e fragmentadas por processos de pediplanação (Dantas, 2013). Já no domínio dos Chapadões do Alto Parnaíba, predominam vastas superfícies planálticas com topos extensos, planos e pouco dissecados, situados entre 350 e 600 metros de altitude, com inclinação leve para o norte (Dantas, 2013).

Gráfico 1- Unidades de geologia da RMSM



Fonte: Autoras, 2022

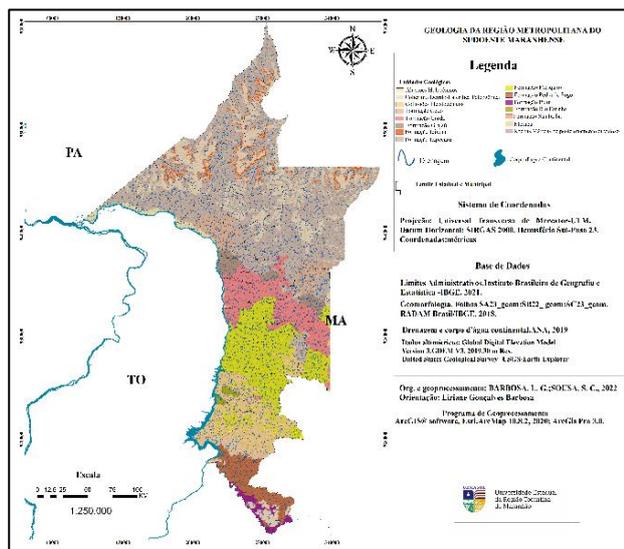
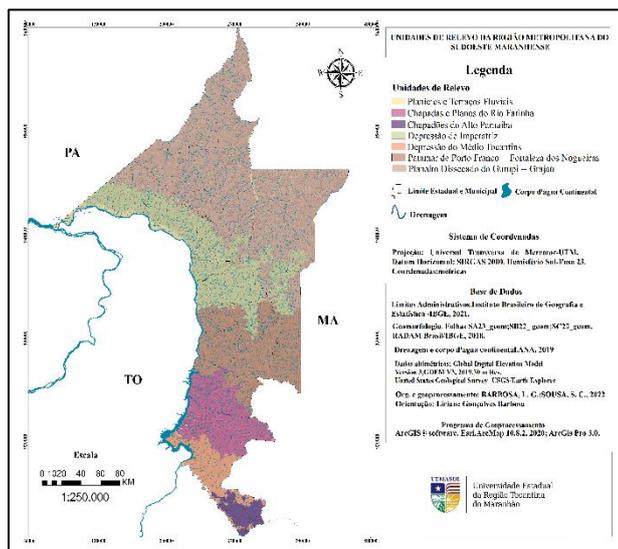
Gráfico 2- Unidades de relevo da RMSM



Fonte: Autoras, 2022

Figura 2: Mapa de Geologia da RMSM

Figura 3: Mapa de Geomorfologia da RMSM



Fonte: Autoras, 2022.

Fonte: Autoras, 2022.

Em relação às características morfométricas do relevo, o mapeamento da declividade e topografia, revelou que a maior parte da região se constitui de terrenos com declividade pouco acentuada e plana, variando de 0 a 8%, principalmente as áreas que margeiam o leito do Rio Tocantins e as altitudes variam de 29 metros, no nível de base regional, até 677 metros, nos topos de planaltos e chapadões ao sul da região (tabela 1 e figuras 4 e 5).

Nos municípios que margeiam o rio Tocantins e no baixo curso do rio, como Imperatriz e São Pedro da água Branca, predominam feições de relevo com baixa altitude (29 a 158 metros) e declividade plana. São áreas associadas às feições de relevo da Depressão de Imperatriz, com registros frequentes de inundações durante o período chuvoso, principalmente na cidade de Imperatriz.

A porção centro-sul da região apresenta concentração de feições de relevo cuja altitude varia de 416 a 677 metros, com vertentes que apresentam os maiores percentuais de declive da região, entre 20 e 75% inclinação. Em geral, são formas de relevo residuais como morros, mesetas e chapadas preservadas, com encostas fortemente inclinadas e escarpadas, em alguns casos, que representam mais de 28% da área.

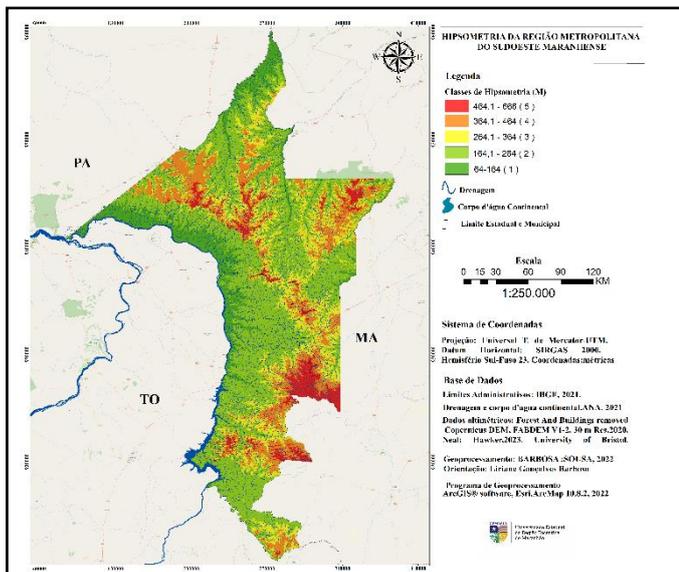
No entanto, na região predomina relevo com altitudes que variam de 150 a 400 metros, 55,1% da área. Conforme pode ser observado nos mapas de hipsometria e relevo sombreado, são superfícies dissecadas ou em processo intenso de dissecção pelo escoamento superficial e com maior densidade de canais de drenagem.

Tabela 2: Unidades de relevo da RMSM.

Classes	Declividade		Hipsometria	
	Área (km)	Área (%)	Área (km)	Área (%)
1	38.512	0.84	7.37	16.1
2	159.487	3.5	12.49	27.3
3	182.904	4	12.70	27.8
4	41.792	0.91	9.92	21.7
5	3.279	0.07	2.928	6.4

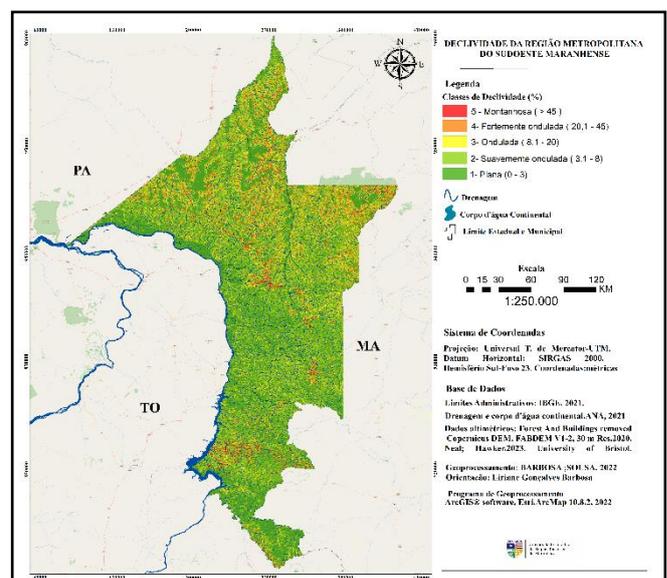
Fonte: Autoras, 2022.

Figura 4: Mapa de Hipsometria da RMSM



Fonte: Autoras, 2022.

Figura 5: Mapa de Declividade da RMSM



Fonte: Autoras, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento realizado identificou importantes características geológicas e geomorfológicas da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, destacando padrões morfométricos e morfológicos do relevo. A região apresenta uma diversidade de formações sedimentares, como a Formação Mosquito, que influencia a paisagem no Sul, especialmente em Carolina e Estreito, favorecendo atividades econômicas como o ecoturismo.

O relevo, embora diversificado, é predominantemente composto por superfícies dissecadas, incluindo depressões, colinas e patamares. As altitudes variam de 29 metros, no nível do rio Tocantins, a 677 metros nos planaltos e chapadões ao sul. A declividade predominante entre 0 e 8% pode propiciar inundações em planícies e terraços fluviais de baixa altitude.

REFERÊNCIAS

- ANA, Agência Nacional de Água. **Base Hidrográfica**. Brasília: geonetwork, 2019. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso: jul de 2019.
- ARAUJO, A. **Geologia do Maranhão**. Características das unidades Geológicas. 2010. Disponível em: <http://geomorfologiacesc.blogspot.com/2010/06/geologia-do-maranhao-ii.html>. Acesso em: 05, nov. 2022.
- BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do estado do Maranhão** / Organização Iris Celeste Nascimento. – Teresina: CPRM, 2013. 294 p.; 30 cm + 1 DVD-ROM.
- BARBOSA, L.G. **Análise da variação da vegetação na paisagem baseada nos princípios da Geocologia e na cartografia de paisagens estudo de caso em altos, Nazária a e Teresina estado do Piauí Brasil**. Presidente Prudente SP – UNES. 2020.
- BOTELHO, R. G. M.; PELECH, A. S. Do Mapeamento Geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo. Article in **Revista Brasileira de Geografia**. August 2019.
- BARBOSA, L. G. Análise da variação da vegetação na paisagem baseada nos princípios da Geocologia e na cartografia de paisagens estudo de caso em altos, Nazária a e Teresina estado do Piauí Brasil. 2020. 182 f. **Tese** (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/191685>>. Acesso em: fev. de 2022.
- CAPUTO, M. V.; IANNUZZI, R.; FONSECA, V. M. M. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Parnaíba. **Phoenix**, v. 81, p. 1-6, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mario_Caputo4/publication/317551866_Bacia_do_Parnaiba/links/593ee99ea6fdcc1b109c5949/Bacia-do-Parnaiba.pdf. Acesso em: fev. de 2019.
- CASSERTI, Valter, **Ambiente e apropriação do relevo**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 1995.
- CORRÊA-MARTINS, F. J.; MENDES, J. C.; BERTOLINO, L. C.; MENDONÇA, J. de O. Petrografia, Diagênese e Considerações sobre Proveniência da Formação Itapecuru no Norte do Maranhão (Cretáceo Inferior, Bacia do Parnaíba, NE Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. Vol 41, Nº 3, 2018 p.514-530. DOI: https://doi.org/10.11137/2018_3_514_530. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/29748/16753>. Acesso: jun. de 2022.
- DANTAS, M. E.; BANDEIRA, I. C. N.; RENK, J. F. C. Compartimentação Geomorfológica. In: BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Teresina : CPRM, 2013. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/14761>. acesso em: jul. 2022.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1, 1979. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/480004>. Acesso: out. de 2018.
- GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**.-16ª ed.-Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022.
- GÓES, A. M. A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba. 1995, 180f. **Tese** (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar do Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, 1995. DOI 10.11606/T.44.1995.tde-11022014-105309. Disponível em:



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-11022014-105309/pt-br.php>. Acesso: jul. de 2018.

GOÉS, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, v.8, n.1, p. 57-67. 1994.

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. **Lei Nº 089 de 17 de novembro de 2005**. Cria a Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado. Disponível em: <https://stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=5093#>. Acesso em: out. de 2021.

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. **Lei Complementar Nº 204 de 11 de dezembro de 2017**. Cria o Colegiado Metropolitano da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, altera a Lei Complementar nº 089, de 17 de novembro de 2005, que cria a Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, e dá outras providências. Disponível em: <https://stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=5035>. Acesso: out. de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malhas territoriais. IBGE, 2021. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php>. Acesso: jun. de 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Folha SA23-geol, Folha SB22-geol, Folha SB23-geol e Folha SC23-geol. Folha SA23-geom, Folha SB22-geom, Folha SB23-geom e Folhas SC23-geom**. IGC, 2018. 1 carta. Escala 1:250.000. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php>. Acesso: fev. de 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População Estimada**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/>. Acesso em: jan. de 2022.

LIMA, E. de A. M.; LEITE, J. F. **Projeto estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba**: integração Geológico-Metalogenética. Etapa III. Relatório Final. Recife: DNPM/CPRM, 1977.

LIMA, I. M. M. F. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil**. 2013, 309 f. Tese (doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte: IGC/UFGM, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AD7P7T?show=full>.

MOCITAIBA, L. da S. R. Cartografia Geofísica regional do pragmatismo Mesozoico (Mosquito e Sardinha) na Bacia do Parnaíba. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica. Natal, RN. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/21886/1/LeonardoDaSilvaRibeiroMocitaiba_DISSERT.pdf. Acesso: jun. de 2022.

Plano de Desenvolvimento Institucional UEMASUL– PDI – 2022-2026. 240 f. Imperatriz, MA, 2022. Disponível em: <https://www.uemasul.edu.br/portal/institucional/pdi-plano-de-desenvolvimento-institucional-2022-2026/>.

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E.V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6 ed. Ebook. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/66152>.

University of Bristol. **FABDEM V1-2** (Forest And Buildings removed Copernicus DEM). Disponível em: 10.5523/bris.s5hqmjcdj8yo2ibzi9b4ew3sn. Acesso: jul. de 2023.

VASCONCELOS, M. B.; LUZ, C. A.; MOURÃO, M. A. A. **Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**: relatório diagnóstico Aquífero Serra Grande, Bacia Sedimentar do Parnaíba. Belo Horizonte, MG: CPRM, 2012. Disponível em: http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/pdf/PDF_RIMAS/VOLUME4_Aquifero_Serra_Grande.pdf. Acesso: out. de 2019.