

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

ESTUDO DO RELEVO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO SUDOESTE MARANHENSE, RMSM, E OS NÍVEIS DE FRAGILIDADE/ RISCOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS

SIRLEY CUNHA DE SOUSA¹

PROF. DRA. LIRIANE GONÇALVES BARBOSA ¹

AFILIAÇÃO

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/ UEMASUL – CCHSL /PROGESA
- Rua Godofredo Viana, 1.300 – Centro – CEP: 65901-480.

RESUMO

O presente resumo apresenta resultados da pesquisa sobre as formas do relevo que correspondem aos municípios da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, RMSM, e os níveis de fragilidade e riscos ambientais. A pesquisa teve por objetivo geral analisar as formas e os processos do relevo nos municípios da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, RMSM e os níveis de fragilidade e riscos ambientais associados. Como objetivos específicos: a) compreender as formas do relevo dos municípios de abrangência da RMSM e os processos morfodinâmicos relacionados; b) identificar os padrões de formas do relevo e sua relação com a morfoestrutura regional e; c) analisar os níveis de fragilidade e os riscos ambientais associados às características morfométricas e morfográficas do relevo regional. A metodologia da pesquisa integrou técnicas de quantificação, análise e mapeamento morfométrico e morfológico do relevo, utilizando Modelo Digital de Elevação, DEM, e técnicas de geoprocessamento, tendo como produtos mapas morfométricos, morfológicos, ambientais e uma base cartográfica do relevo regional. Como resultados foram obtidos mapas de hipsometria, declividade, dissecação, entalhamento do relevo e fragilidade potencial do relevo e suas análises. Foi possível identificar pelo mapeamento geomorfológico dos municípios da RMSM, as características do relevo dessa região como a altimetria que está em torno de 64 metros a 666 metros, possuindo cinco classes de declive de acordo com a classificação da EMBRAPA (1979;2018). Já os níveis de dissecação, entalhamento, e fragilidade do relevo foram criados de acordo com a classificação proposta por Ross (1992 e 1994). As características do relevo adquiridas nesta pesquisa foram advindas das informações e dados destes cinco mapas que possuem uma dinâmica, e são condicionados e associados entre se.

PALAVRAS-CHAVE: Morfometria. Dissecação. Níveis de fragilidade. RMSM.

INTRODUÇÃO

O presente resumo apresenta resultados da pesquisa sobre as formas do relevo e os níveis de fragilidade e riscos ambientais nos municípios da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, RMSM. Uma pesquisa de continuidade do mapeamento geomorfológico do relevo regional, iniciado no ciclo 2021/2022 com a pesquisa “Caracterização morfométrica e

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

mapeamento de unidades de relevo da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense”, quando foi realizado mapeamento básico das características morfométricas do relevo regional e as unidades morfológicas com base em dados secundários.

A pesquisa deste ciclo (2022/2023) conseguiu avançar no mapeamento do relevo da região em relação aos resultados obtidos na pesquisa do ciclo 2021/2022 e gerou resultados inéditos sobre as características geomorfológicas do relevo regional, incluindo índices de dissecação e entalhamento do relevo como produtos intermediários e a fragilidade potencial do relevo a ocorrência de processos erosivos como produto síntese.

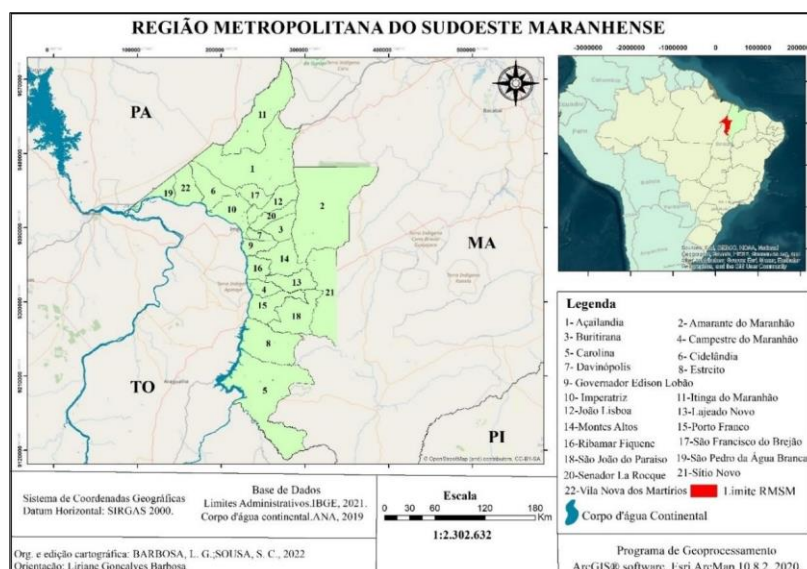
A análise da fragilidade potencial do relevo está diretamente relacionada ao balanço entre os processos de morfogênese e pedogênese, que indica o grau de maturidade do relevo e onde se localizam as áreas em que prevalecem processos erosivos (morfogênese) e deposicionais (pedogênese). Áreas em que prevalecem os processos de morfogênese são aquelas que o relevo passa por intenso processo de denudação e, por essa razão, apresentam um potencial natural maior para o desenvolvimento de processos erosivos degradacionais (ROSS, 2012a; 2012b ;1994).

METODOLOGIA

Área de Estudo

A Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, RMSM, adotada pelo Estado do Maranhão através da LCE nº 204/2017 está localizada na região sudoeste do Estado e é composta por 22 (vinte e dois) municípios, que também correspondem aos municípios de atuação da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, UEMASUL.

Figura 1- Mapa de localização dos municípios da RMSM



VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Fonte: Autoras, 2022.

A pesquisa foi desenvolvida com base na metodologia da EMBRAPA (1979; 2018) de classificação da declividade e Ross (2012; 1994) e Guimarães et al (2018) para calcular o índice de dissecação e grau de entalhamento do relevo e realizar a classificação da fragilidade potencial do relevo, usando como base de dados principal o FABDEM V1-2 (Forest And Buildings removed Copernicus DEM)¹.

Além do MDT FABDEM foram usados ainda os dados de drenagem e hidrografia da ANA (2021), os dados de limites administrativos do IBGE (2022) e a atualização do mapeamento geomorfológico do projeto RADAM Brasil feita pelo IBGE (2018). Ambos adquiridos no Portal de Mapas do IBGE.

Os procedimentos para a realização do mapeamento da pesquisa seguiram as seguintes etapas: 1- tratamento e preparação do MDT; 2-cálculo do índice de dissecação do relevo; 3- relevo sombreado, declividade e hipsometria; 4- cálculo e classificação da fragilidade potencial do relevo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os dados de hipsometria (figura 3), declividade (figura 4), dissecação (figura 6), entalhamento do relevo (figura 5) e de fragilidade potencial do relevo (figura 7). O primeiro nível topográfico (classe de hipsometria) considerando o nível de base da região, corresponde a 11, 9% de toda a RMSM, possui uma altitude considerada baixa, variando de 64 metros a 164 metros. São terrenos que estão localizados, principalmente, nos municípios que margeiam o leito do rio Tocantins, como Imperatriz e São Pedro da água Branca.

Esses terrenos apresentam também baixa declividade, variando de planos a suavemente ondulados e correspondem a 36,5% de toda a RMSM. São áreas com registros frequentes de inundações durante o período chuvoso, principalmente na cidade de Imperatriz. Com

¹ O FABDEM é um modelo de elevação do terreno de cobertura global, gerado a partir do DEM Copernicus e modelos de aprendizagem de máquinas (*machine learning*) pelo laboratório *FloodLab* da Universidade de Bristol, em parceria com a empresa de modelagem de inundações *Fathom*, com a finalidade de desenvolver um DEM de representação do nível do terreno mais preciso e detalhado para modelagem de inundações e deslizamentos, sem a interferência de coberturas como edificações e vegetação (NEAL et al, 2022).

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

predominância de unidades de relevo do tipo Depressão de Imperatriz e Planícies e terraços fluviais. Se caracterizam ainda por serem áreas onde predominam os processos de acumulação de sedimentos e de pedogênese.

No quarto e quinto, níveis topográficos, cuja altitude varia de 364 metros a 666 metros, estão concentradas as formas de relevo fortemente onduladas e montanhosas com declividades acima de 20% e ocorrência de relevo do tipo chapadas e planaltos, em meio a depressões. Os dois compartimentos correspondem a pouco mais de 20% da região.

Quando consideradas as variáveis declividade, hipsometria e entalhamento dos vales, percebe-se uma correspondência entre elas. As localidades que apresentam o grau de entalhamento com classificação de muito fraco ou fraco correspondem às áreas que apresentam a altimetria entre 64 metros e 264 metros com declive plano ou suavemente ondulado. Já os níveis de entalhamento do relevo, classificados como forte ou muito forte, apresentam altimetria entre 364 a 666 metros e seu declive é fortemente ondulado e montanhoso.

As áreas de dissecação do relevo com o nível fraco estão presentes nas mesmas áreas que apresentam o grau de entalhamento do relevo muito fraco e fraco, com altimetria que varia de 64 metros a 164 metros e com baixa declividade, terrenos planos ou suavemente ondulados. Segundo Guimaraes (2017) a dissecação é menor em áreas planas, onde normalmente a densidade de drenagem é baixa.

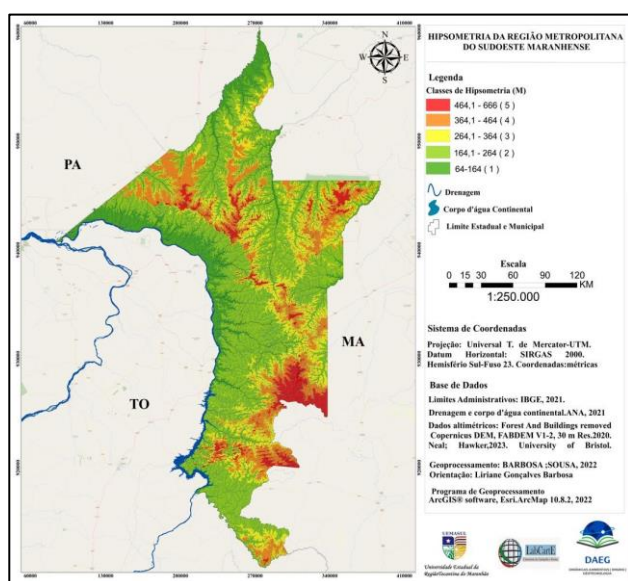
Os terrenos forte ou fortemente dissecados estão localizados nas mesmas áreas que apresentam o grau de entalhamento dos vales forte ou muito forte estão e possuem altimetria que varia de 264 a 666 metros e declives acima de 45% (onduladas e montanhosas). “A dissecação do relevo é maior em áreas onde predominam vales encaixados e profundos, em forma de V com dimensão interfluvial pequena, caracterizados por apresentarem altas declividades” (GUIMARÃES et al, 2017, p. 08).

Os municípios de Itinga do Maranhão, Amarante do Maranhão, Açailândia e Carolina se destacam com a maior concentração de áreas com intensos processos de dissecação (denudação) do relevo. Quando se observa o mapa de fragilidade potencial do relevo é possível perceber que nestes municípios também possuem a maior concentração de áreas potencialmente frágeis, onde o índice de fragilidade varia de forte a muito. Nestas áreas predominam os processos de retirada e transporte de sedimentos, o que favorece o desenvolvimento de processos erosivos graves por voçorocamento e a ocorrência de deslizamentos de terra de acordo com o tipo de ocupação e uso da terra.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Por outro lado, as áreas em que o mapeamento apontou níveis de fragilidade baixa ou muito baixa, por possuírem topografias muito baixas (em relação ao nível de base local) e planas estão suscetíveis a ocorrência de inundações e alagamentos. Neste último caso, principalmente em razão do aumento do escoamento superficial em áreas com ausência de cobertura vegetal e da impermeabilização do solo.

Figura 2- Mapa de Hipsometria da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense



Fonte: Autoras, 2023.

Figura 3- Mapa de Declividade da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense

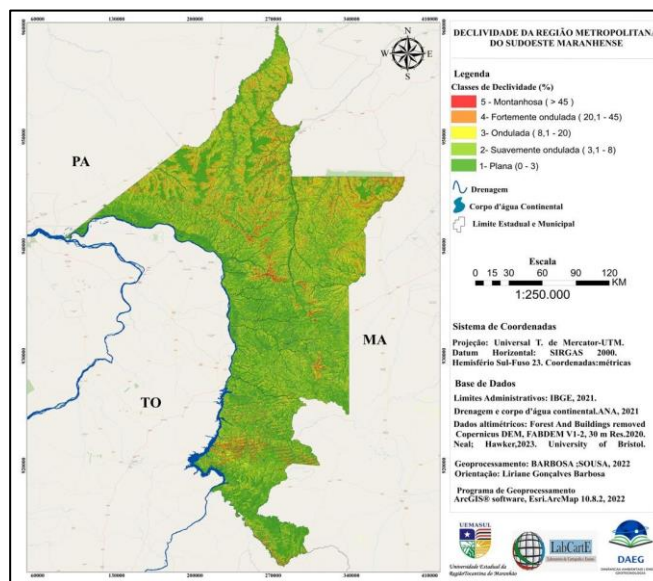


Figura 4- Mapa de Grau de Entalhamento do relevo da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense

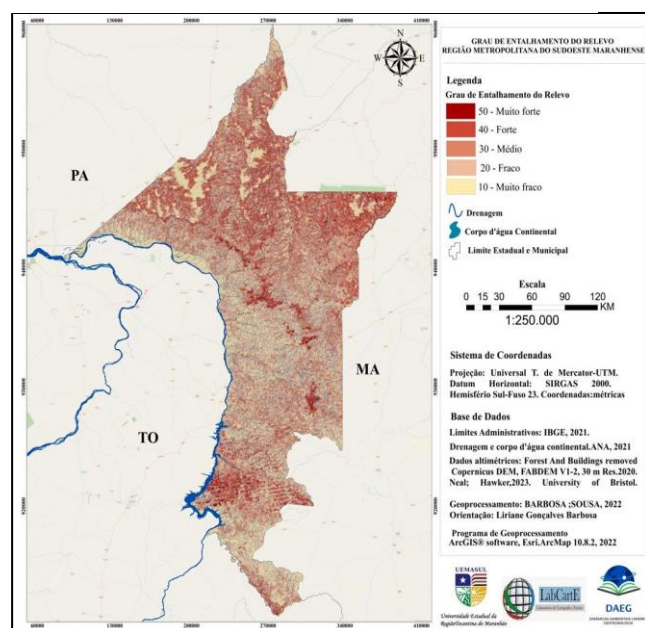
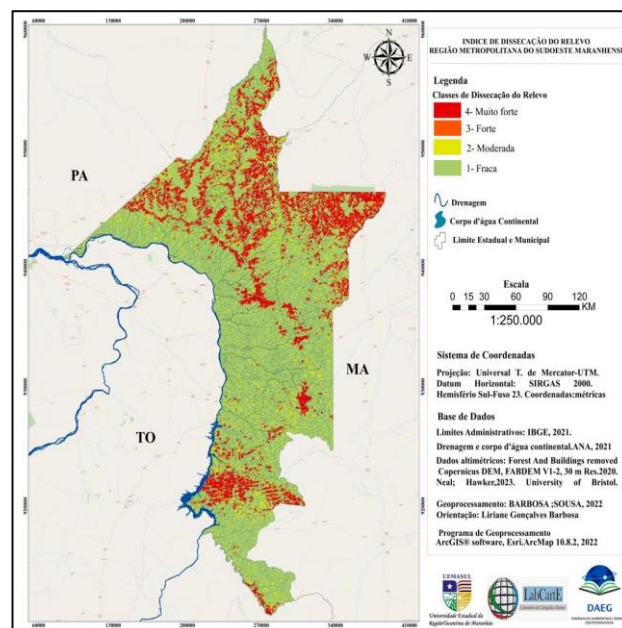


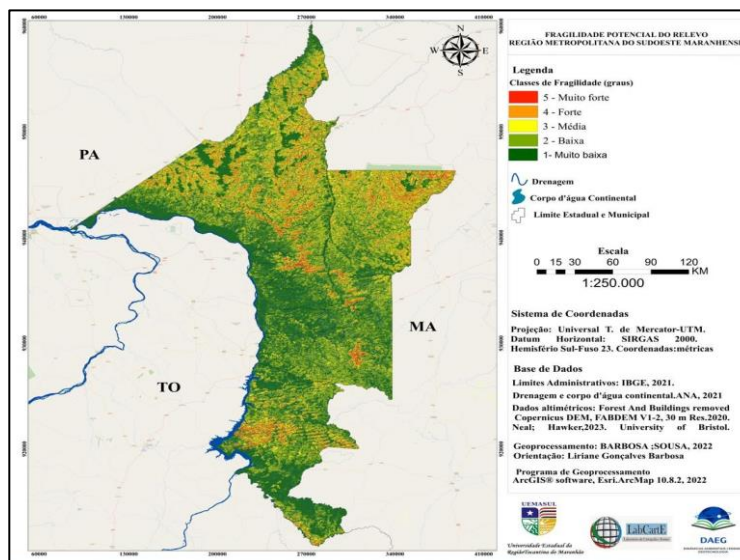
Figura 5- Mapa de Dissecção do relevo da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense



VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Fonte: Autoras, 2023.

Figura 7- Mapa de Fragilidade potencial do relevo da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense



Fonte: Autoras, 2023.

Foi possível notar que a fragilidade do relevo está diretamente relacionada aos processos de dissecação (denudação) e acumulação de sedimentos e a espacialização dos índices de dissecação (vertical e horizontal) está condicionada a hipsometria (topografia) e a declividade (desnível/inclinação). Ambas são variáveis que orientam o escoamento superficial e a direção e arranjo dos canais de drenagem.

Por essa razão, nas áreas da RMSM de menor altitude e planas ou com superfícies levemente onduladas observa-se baixa dissecação, fraco ou muito fraco entalhamento dos vales e níveis de fragilidade baixo ou muito baixo. Em áreas com tais características a drenagem normalmente apresenta baixa densidade (GUIMARÃES, et al, 2017), o que explica o baixo grau de fragilidade para ocorrência de processos erosivos, considerando apenas as características do relevo.

Já as áreas da RMSM com predomínio de forte ou muito índices de dissecação ocorrem em relevos de maiores altitudes da região e com declives acentuados, significativamente acima de 20% de inclinação. Estas áreas apresentam entalhamento dos vales também acentuados em razão dos desníveis acentuados e da amplitude altimétrica entre a cota máxima do topo e a base da forma do relevo, favorecendo maior taxa de escoamento superficial, retirada e arraste de

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

sedimentos pela água.

CONCLUSÕES

De forma geral o mapeamento geomorfológico nesta pesquisa possibilitou identificar as características do relevo dos municípios da RMSM, como a hipsometria e declive segundo suas cinco classes de variação, e níveis de dissecação, entalhamento, e fragilidade do relevo de acordo com a classificação proposta por Ross (2012; 994).

O mapeamento possibilitou constatar que a região, em algumas localidades, apresenta características genéticas do relevo que propicia ao surgimento de fragilidades, que se somadas a outras características ambientais afetadas pelas atividades humanas, tais como usos e coberturas da terra não adequadas para as características do relevo, estas fragilidades podem ser agravadas e resultar no aparecimento e/o aumento de áreas de riscos a processos de voçorocamento, degradação dos solos e deslizamentos, tais como já ocorrem em algumas áreas do município de Açailândia.

APOIO FINANCEIRO

A pesquisa foi desenvolvida com apoio financeiro da UEMASUL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional de Água. **Base Hidrográfica**. Brasília: geonetwork, 2021. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso: nov. de 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. 2ª ed.- São Paulo: Edgar Blucher, 1981.

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.

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:

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

<https://stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=5035> . Acesso: out. de 2021.

Guimarães, F. S., Cordeiro, C. M., Bueno, G. T., Carvalho, V. L. M., & Nero, M. A. UMA PROPOSTA PARA AUTOMATIZAÇÃO DO ÍNDICE DE DISSECAÇÃO DO RELEVO. **Revista Brasileira De Geomorfologia**. v. 18, nº 1, 2017: jan-mar. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v18i1.1163>. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1163/591>. Acesso: nov de 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas territoriais**. IBGE, 2022. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php>. Acesso: jun. de 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da População**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109projecao-da-populacao.html?=&t=downloads>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Trabalho e Rendimento**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/>. Acesso em: jan. 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.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf. Acesso em: mar. de 2022.

Neal, J.; Hawker, L.; Uhe, P.; Paulo, L.; Sosa, J.; Savage, J.; Sampson, C. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. **Environmental Research Letters**, n. 17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f>. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac4d4f>. Acesso: jul. de 2023.

Sanches Ross, J. L. (2012). LANDFORMS AND ENVIRONMENTAL PLANNING: POTENTIALITIES AND FRAGILITIES. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, vol. Especial, 2012, p. 38-51. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2012.0112.0003>

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012b.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do departamento de geografia**, v. 8, p. 63-74, 1994. DOI:

<https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>. Acesso: jan 2023.

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