



DINÂMICA GEOAMBIENTAL E ANÁLISE DAS ÁREAS COM OCORRÊNCIA DE ALAGAMENTOS NA PORÇÃO OESTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JENIPARANA, ILHA DO MARANHÃO

Daiany Cristiny Araujo Lopes¹
Quésia Duarte da Silva²
Wadrian de Sousa Santos Barros³
Marly Silva de Moraes⁴
Caroline Frazão Almeida⁵
Weslem Jhony de Oliveira Rodrigues⁶
Ricardo Gonçalves Santana⁷

RESUMO

Os eventos hidrológicos, com destaque para os alagamentos, tornaram-se comuns nos centros urbanos do país, em virtude do intenso processo de urbanização, podendo causar danos materiais e imateriais à sociedade. Os alagamentos na Ilha do Maranhão são recorrentes, principalmente no primeiro semestre do ano, onde há um alto índice pluviométrico. Os alagamentos são fenômenos hidrológicos normalmente ocorridos em áreas planas causados pela falta e/ou ineficiência do sistema de drenagem pluvial, com ou sem correlação com canal fluvial. A bacia hidrográfica do Jeniparana não se difere das demais bacias da Ilha do Maranhão, uma vez que se observa uma ampliação de áreas construídas; a população é afetada por fenômenos hidrológicos como os alagamentos, sendo comum, a perda de bens materiais; há exposição de pessoas às doenças de veiculação hídrica; e há ocorrência de transtornos relacionados às dificuldades de mobilidade em áreas afetadas. A área objeto de estudo está localizada na porção sudeste da Ilha do Maranhão, com 50,51 km² de extensão, drenando áreas territoriais dos municípios de São Luís (12,20 km²) e São José de Ribamar (38,31 km²). O presente trabalho objetiva analisar a dinâmica geoambiental e as áreas com ocorrência de alagamentos da bacia hidrográfica do rio Jeniparana, Ilha do Maranhão. A pesquisa foi estruturada em duas etapas, trabalho de gabinete e trabalho de campo. No primeiro foram realizados levantamento bibliográfico e cartográfico, mapeamento temático (caracterização pluviométrica, litoestratigrafia, compartimentos do relevo, unidades pedológicas, hipsometria, vertente, declividade e o uso da terra). Os trabalhos de campo ocorreram em abril de 2024. Na

¹ Graduanda do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, daianylopes2003@gmail.com;

² Professora do Departamento do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão – DEGEO/UEMA, quesiasilva@professor.uema.br;

³ Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, wadrian.santos.11@gmail.com

⁴ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Campinas– UNICAMP, m268/35@dac.unicamp.br;

⁵ Graduanda do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, frazao1901@gmail.com;

⁶ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Maranhão– PPGeo/UEMA, weslemrodrigues.uema.com;

⁷ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Maranhão– PPGeo/UEMA, ricardogsantana19@hotmail.com;



área de estudo e considerando a análise histórica anual das chuvas, há dois períodos, sendo o primeiro semestre chuvoso e o segundo semestre seco. Em 2023, registrou-se em São Luís, capital do estado, 2.109,9 mm de precipitação anual, sendo março o mês mais chuvoso. Neste mesmo mês no ano seguinte, ocorreram alagamentos na Vila Sapinho, segundo depoimento de moradores locais. Sobre os solos, os Argissolos Vermelho Distróficos são os mais representativos, ocupando 34,05% da área. O relevo da bacia abrange cinco compartimentos geomorfológicos, com destaque para os tabuleiros que ocupam 72% da área total e tem papel crucial na recarga do lençol freático. Acredita-se que o crescimento populacional neste compartimento tem contribuído para o aumento de ocorrência de alagamentos, devido à impermeabilização do solo e ao aumento das taxas de escoamento superficial. Referente ao uso da terra, a mancha urbana ocupa 2,63 km², o que corresponde a 5,20% da área. Em trabalho de campo foram identificadas duas áreas de alagamentos nas ruas Dezesseis e Dezesete da Vila Sapinho em São Luís. Essas áreas, situadas no tabuleiro com altitudes entre 45m e 50m e baixa declividade (0-2%), não possuíam pavimentação e drenagem das águas pluviais na data do trabalho de campo. Observou-se que a população com menor poder aquisitivo é a mais afetada por esses fenômenos, o que destaca a necessidade do desenvolvimento de medidas mitigadoras para o subsídio ao planejamento ambiental e territorial.

Palavras-chave: Ilha do Maranhão, Bacia hidrográfica do rio Jeniparana, Alagamentos

INTRODUÇÃO

Os alagamentos urbanos têm se intensificado nas últimas décadas, impulsionados pelo crescimento populacional desordenado e pela urbanização em áreas ambientalmente sensíveis. Segundo Guerra e Santos (2010), grande parte dos desastres urbanos está ligada à ocupação inadequada de encostas e margens de rios. Diferente das inundações, que resultam do transbordamento de rios, os alagamentos decorrem, principalmente, da deficiência dos sistemas de microdrenagem urbana (Santana *et al.*, 2019), sendo agravados pela impermeabilização do solo e pela falta de infraestrutura adequada.

Na Ilha do Maranhão, especialmente na bacia hidrográfica do rio Jeniparana, os alagamentos são frequentes, sobretudo no primeiro semestre do ano, período chuvoso. A bacia, com 50,51 km², abrange áreas dos municípios de São Luís e São José de Ribamar, e tem registrado eventos recorrentes de alagamento, como os ocorridos em março de 2024 na Vila Sapinho. As áreas que sofrem com alagamentos localizam-se sobre tabuleiros, que ocupam 72% da bacia, com altitudes entre 45 e 50 metros e baixa declividade.

O solo predominante são os Argissolos Vermelho Distróficos (34,05%). A pesquisa foi realizada em duas etapas: gabinete e campo. Na primeira, foram elaborados mapas temáticos com apoio de ferramentas como QGIS, ArcGIS e Google Earth. A



segunda etapa ocorreu em abril de 2024, com levantamento em campo e identificação de pontos de alagamento.

A análise censitária revelou que a população mais atingida é de baixa renda e vive em áreas sem pavimentação ou drenagem pluvial adequada. Os impactos dos alagamentos incluem perdas materiais, doenças de veiculação hídrica e dificuldades de mobilidade, afetando principalmente comunidades vulneráveis.

Diante disso, é essencial o planejamento urbano com base em critérios geoambientais e a implementação de medidas mitigadoras para reduzir os riscos e promover justiça socioambiental na bacia do Jeniparana.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Para alcance dos objetivos propostos, a sistematização metodológica foi dividida em duas etapas: trabalho de gabinete e trabalho de campo. No trabalho de gabinete, foram desenvolvidas atividades como levantamento bibliográfico referente à temática através de dissertações, teses e artigos e levantamento cartográfico.

Neste último, utilizou-se as bases do Serviço Geológico Brasileiro (SGB) para elaboração de mapas temáticos como pedologia e geologia, e utilizou-se as cartas da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG), na escala de 1:10.000 com equidistância de 5m. Todos os mapas foram elaborados na escala de representação de 1:60.000 no programa Qgis; também foram utilizados outros programas como Arcgis e Google Earth para correções e elaborações das bases. Para os demais aspectos geoambientais foram vetorizados a drenagem, limite da bacia e correções das curvas de níveis (Moraes, no prelo 2024) e a partir delas, foram elaborados os mapas de relevo, através do mapeamento de Silva (2012), de hipsometria, de vertente (Valeriano, 2008) e de declividade.

Foi realizada a classificação supervisionada da imagem de satélite selecionada para identificar os usos e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Jeniparana. Para identificação da população atingida, foram necessárias as informações dos setores censitários dos anos de 2010 e 2022 e as variáveis utilizadas foram população, domicílio e renda. Na identificação das áreas com ocorrências de alagamentos, foram feitos trabalhos de campo durante os dias 22 a 26 de abril de 2024, e após os dados levantados, foi realizada a vetorização dos pontos e a elaboração do mapa com pontos de alagamentos.



REFERENCIAL TEÓRICO

Com o advento da pós-Revolução Industrial, houve uma intensificação da urbanização na metade do século XX em todo o mundo (Míguez *et al.*, 2017), especialmente em países do "sul global". Como resultado desse processo acelerado de urbanização, há um aumento constante no número de desastres (ONU/CRED, 2019).

De acordo com a United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR, 2009), desastre pode ser definido como uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas e/ou ambientais e impactos, os quais ultrapassam a capacidade da comunidade afetada para lida com recursos próprios.

Segundo Kobiyama *et al.*, (2010; 2012), dentre todos os tipos de “desastres naturais”, os que trazem maiores problemas, seja no Brasil ou mundo, são os desastres hidrológicos.

Segundo Nunes (2015), o Brasil é um dos países mais afetados por desastres na América do Sul, com perda estimada de 20%. No Brasil, os desastres hidrológicos têm causado maiores prejuízos em áreas urbanas densamente povoadas, sendo certo que tais desastres podem advir de uma série de fatores, tais como vulnerabilidade ambiental, aspectos econômicos, geográficos, sociais, etc.

Devido à falta de entendimento técnico sobre o assunto, é comum confundirem inundações e alagamentos. As inundações são caracterizadas pelo extravasamento da água do rio para a área de várzea; são um fenômeno natural do ciclo hidrológico.

Segundo França (2019), os alagamentos são fenômenos que não estão diretamente associados ao canal fluvial e sim às alterações da paisagem e à ineficácia ou inexistência do sistema de drenagem urbana.

Como consequência da urbanização, a impermeabilização do solo, o aumento do escoamento superficial e a falta de infraestrutura ocasionam e intensificam os eventos de alagamento. Além disso, o atraso e/ou a incapacidade técnica de profissionais que atuam no planejamento e atuação no meio urbano, são um dos fatores que intensificam desastres hidrológicos no meio urbano, como afirma Tucci (2003).

A forma mais adequada de evitar alagamentos e alguns outros desastres hidrológicos, é o planejamento integrado dos equipamentos de infraestrutura urbano e o manejo adequado das águas pluviais.



À medida que uma cidade é urbanizada, diversos impactos são gerados, seja em consequência do processo em si, seja pela má infraestrutura construída. O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal que deixa de reter água e reduz a capacidade de infiltração do solo, porque vários elementos antrópicos são introduzidos nas bacias hidrográficas.

De acordo com a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 e ratificada pela [nº14.026](#) de 2020, refere-se ao saneamento básico, o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgoto sanitário, limpeza urbana e drenagem e manejo de águas pluviais.

Ou seja, as cidades precisam de um planejamento urbano muito bem definido, pois, a falta desses instrumentos de infraestrutura urbana gera impactos como assoreamento de rios, alagamentos, inundações etc.

Os sistemas urbanos de infraestrutura de drenagem pluvial podem ser classificados seguindo diferentes critérios e podem ser classificados como micro e macrodrenagem.

Segundo Guedes (2019), a microdrenagem é o sistema de condutos pluviais ao nível de loteamento ou rede primária urbana, tendo como principal objetivo a coleta e a condução da água pluvial até o sistema de macrodrenagem.

Entende-se por estruturas de microdrenagem: as bocas-de-lobo ou bueiros, condutos livres, estações de bombeamento, galerias, meio-fio, poço de visita, sarjeta, sarjetões, trecho e tubos de ligação (Guedes, 2019).

A macrodrenagem de uma zona urbana corresponde à rede de drenagem natural pré-existente nos terrenos antes da ocupação, constituída pelos igarapés, córregos, riachos e rios localizados nos talvegues e valas (Brasil, 2004).

Segundo Christofolletti (1980), rede de drenagem é um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, na qual esses canais são organizados em hierarquias.

As águas urbanas englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, e a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e a conservação ambiental (Tucci, 2001).

Com o avanço do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, foi possível instruir a gestão de águas no Brasil, tornando-o importante ferramenta para políticas de águas, principalmente no meio urbano.



As bacias hidrográficas são unidades de planejamento indispensável para o desenvolvimento urbano, uma vez que todos os cidadãos necessitam de águas, nas diversas esferas (social, econômica, ambiental etc.). Além disso, elas são importantes suportes para os ecossistemas continentais, costeiros e marinho.

A gestão da drenagem urbana não se limita apenas às estruturas físicas, mas também envolve a educação da população sobre práticas sustentáveis de uso da água e o engajamento da comunidade na conservação dos recursos hídricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do Rio Jeniparana possui uma área de 50,51 km² e está localizada na porção sudeste da Ilha do Maranhão, drenando às áreas nos municípios de São Luís e São José de Ribamar.

As características climáticas de uma região desempenham um papel crucial na compreensão das geoformas (Silva, 2012) e dos problemas ambientais que afetam essas áreas. No caso da bacia hidrográfica do Jeniparana, a precipitação intensa é um fator determinante para a ocorrência de eventos de inundação e alagamentos.

De acordo com dados fornecidos pelo Núcleo Geoambiental (NuGeo/UEMA) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em 2023, registrou-se em São Luís uma precipitação total de 2.109,9 mm, sendo março o mês mais chuvoso (tabela 1), com 510,8 mm, causando alagamentos no bairro Vila Sapinho.

Gráfico 7 – Precipitação mensal de 2023 (mm)



Fonte: INMET. Elaboração: os autores (2024).

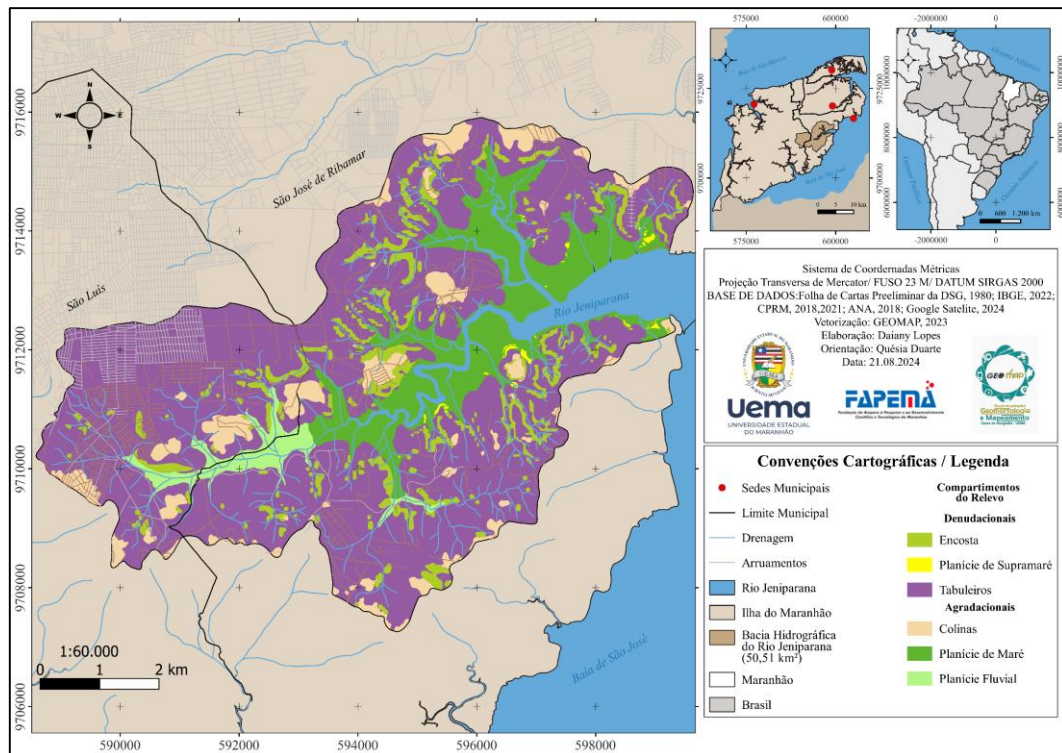
Esse volume significativo de chuva contribuiu para a intensificação das inundações e alagamentos na região, destacando a vulnerabilidade da área a esses eventos.

A área de estudo é caracterizada por diferentes formações litoestratigráficas, e os compartimentos geomorfológicos e as unidades pedológicas influenciam diretamente

na dinâmica hidrológica da bacia. A presença de formações como a Formação Açuí, com seus depósitos aluvionares e planícies de maré lamosa e a Formação Pós-Barreiras contribuem para a configuração do relevo e, conseqüentemente, para o comportamento das águas pluviais. Além das características naturais, a ocupação humana desordenada e a falta de infraestrutura urbana adequada intensificam os problemas hidrológicos.

A bacia hidrográfica do Jeniparana possui uma diversidade de formas de relevo (mapa 1), com vertentes planas côncavas e convexas. Destas, o tipo predominante de vertentes é planar retilínea, que cobre 88,83% da área total, nos compartimentos de tabuleiros pouco dissecados com altitudes entre 45m e 50m.

Mapa 1 – Compartimentos do Relevo da BH do Jeniparana, Ilha do Maranhão



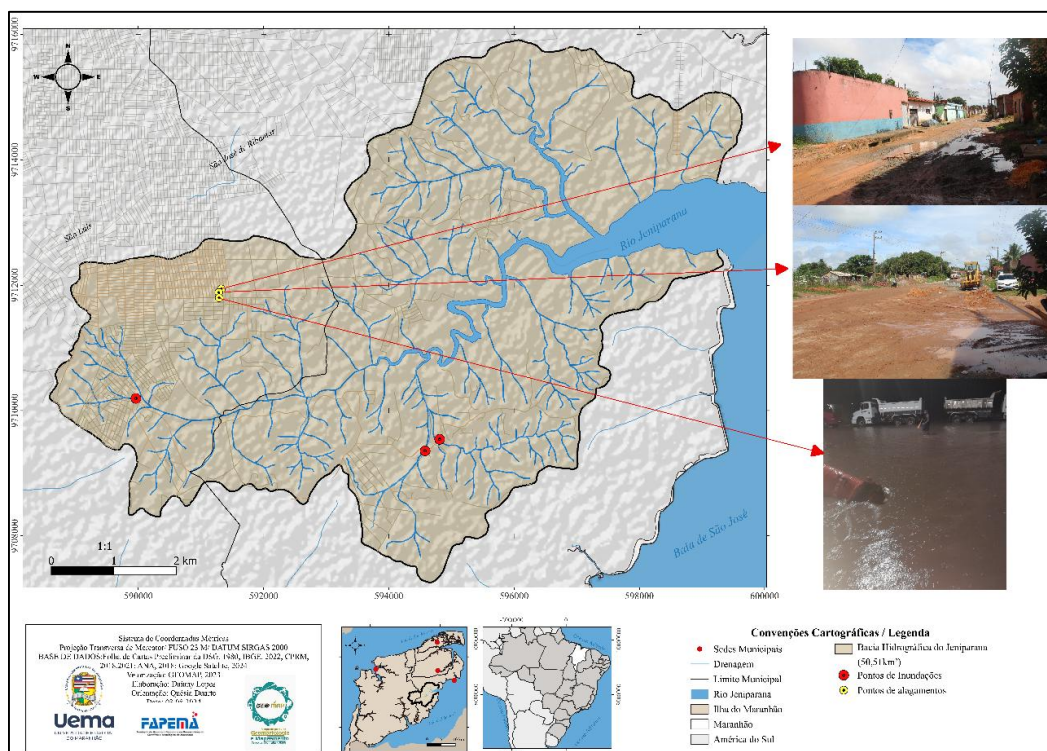
Elaboração: os autores (2024).

Acredita-se que o crescimento populacional neste compartimento tem contribuído para o aumento de ocorrência de alagamentos, devido à impermeabilização do solo e ao aumento das taxas de escoamento superficial. Referente ao uso da terra, a mancha urbana ocupa 2,63 km², o que corresponde a 5,20% da área. Em trabalho de campo foram identificadas três áreas de alagamentos nas ruas Quinze, Dezesesseis e Dezesete da Vila Sapinho em São Luís, além de três pontos de inundações (mapa 2).

Essas áreas, situadas no tabuleiro com altitudes entre 45m e 50m e baixa declividade (0-2%), não possuíam pavimentação e drenagem das águas pluviais na data

do trabalho de campo. Observou-se que a população com menor poder aquisitivo é a mais afetada por esses fenômenos, o que destaca a necessidade do desenvolvimento de medidas mitigadoras para o subsídio ao planejamento ambiental e territorial.

Mapa 2 – Pontos de Alagamentos e Inundações na BH do Jeniparana



Elaboração: Os autores (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do Rio Jeniparana possui 50,51 km²; localiza-se na porção sudeste da Ilha do Maranhão, abrangendo áreas de São Luís e São José de Ribamar. Foram identificados 2 pontos de ocorrências de alagamentos (Mapa 2).

Os aspectos geoambientais, a ocupação desordenada do solo e a falta de infraestrutura adequada são elementos que juntos, aumentam a suscetibilidade da área de estudo a esses eventos. A área com maior ocupação populacional está situada na zona leste da bacia, com cerca de 36 domicílios e população de baixa renda, registrados no censo do IBGE de 2010.

Conclui-se que a ocupação irregular na planície fluvial e a falta de microdrenagem, associadas à ocorrência de precipitação de grande intensidade em um curto período de tempo, resultam em inundações frequentes durante o período chuvoso (nos primeiros seis meses do ano), afetando principalmente populações marginalizadas



REFERÊNCIAS

BRASIL, CONSTITUIÇÃO FEDERAL; DO SENADO FEDERAL, Justiça. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo. 2ªed - Edgard Blücher, 1980.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. dos S. (Org.). **Geomorfologia ambiental**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MIGUEZ, M.; VERÓL, A.; DI GREGORIO, L. T. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. Elsevier Brasil, 2017.

FRANÇA, D. V. B. **Vulnerabilidade ambiental a alagamentos no alto curso da bacia hidrográfica** do Santo Antônio, Ilha do Maranhão. Dissertação de Mestrado, 2019.

KOBIYAMA, M; MICHEL, G. P.; GOERL, R. F. **Relação entre desastres naturais e floresta**. Revista Geonorte, v. 3, n. 10, p. 17-48, 2012.

KOBIYAMA, M.; CHAFFE, P. L. B.; GOERL, R. F.; GIGLIO, J. N.; REGINATTO, G. M. P. **Hydrological disasters reduction: lessons from hydrology**. In: SENS, M.L; MONDARDO, R.I. (Org.) Science and Technology for Environmental Studies: Experiences from Brazil, Portugal and Germany. Florianópolis: Federal University of Santa Catarina, 2010ª.

ONU. **The human cost of disasters: an overview of the last 20 years 2000-2019**. CRED, Centre for Research on The Epidemiology of Disasters; UNISDR, United Nations Office For Disasters Risk Reduction. Geneva: UN, 2020. Disponível em: <undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>. Acesso em: 17 set. 2023.

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org) **Inundações urbanas na América do Sul**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos: Porto Alegre, p. 471, 2003.

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. Tese de doutorado em Geografia – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.



SANTANA, R. G.; SILVA, Q. D.; FRANÇA, D V. B. Análise espacial em áreas de inundações na sub-bacia hidrográfica do riacho do Angelim, São Luís-MA. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 2, p. 502-520, 2019.

STRAHLER, A. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geol. Soc. América Bulletin**, 1952.

OLIVEIRA, É. D.; VESTENA, L. R. Alterações na morfologia de canais fluviais na área urbana de Guarapuava (PR). **Ambiência**, v. 8, n. 5, p. 757-773, 2012.

UNISDR, UNOFDRR. **Terminology on disaster risk reduction**. Geneva, Switzerland, 2009.

Palavras-chave: Ilha do Maranhão, Bacia hidrográfica do rio Jeniparana, Alagamentos.

