

Estudo Hidromorfológico e Geomorfológico da Regional do Alto Acre

Silva, M. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE) ; Vitor, J. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE) ; Pereira, S. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE) ; Lima, W. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE)

RESUMO

O objetivo da pesquisa é identificar as áreas de risco hidrogeomorfológico no Estado do Acre nos núcleos urbanos de Xapuri, Eptaciolândia e Brasileia, ambos da regional do Alto Acre. Analisou-se a suscetibilidade ao risco, através das variáveis: declividade, rede de drenagem, solos, relevo e litologia, com a sobreposição de imagens do satélite CEBRS 4A com 8 m de resolução, escala 1: 53000. Para a mancha urbana analisou-se imagens de 1990, 2010 e 2021, do satélite Landsat 5 e 7. Com ida a campo, localizou-se as áreas potenciais de risco. De 1990 a 2021 Xapuri cresceu a mancha urbana em 3,38 vezes (84,7 ha para 520 ha); Eptaciolândia 1,1 vezes (267 ha para 755 ha); e Brasileia 0,83 (410 ha para 826 ha), e as áreas de risco acrescidas em 4, 8 e 5, respectivamente. Preliminarmente, conclui-se que o aumento da mancha urbana em cada cidade estudada está ocorrendo em direção as novas áreas de risco, potencializando a ocorrência de futuros desastres socioambientais.

PALAVRAS CHAVES

Antropoceno; Monitoramento ambiental; Eventos extremos; Impactos socioambientais; Acre

ABSTRACT

The objective of this research is to identify the areas of hydrogeomorphological risk in the State of Acre in the urban centers of Xapuri, Eptaciolândia and Brasileia, both in the Upper Acre region. The susceptibility to risk was analyzed through the following variables: slope, drainage network, soils, relief and lithology, with the overlay of CEBRS 4A satellite images with 8 m resolution, scale 1: 53000. For the urban area, images from 1990, 2010 and 2021, from the Landsat 5 and 7 satellites, were analyzed. The potential risk areas were located in the field. From 1990 to 2021 Xapuri's urban spot grew 3.38 times (84.7 ha to 520 ha); Eptaciolândia 1.1 times (267 ha to 755 ha); and Brasileia 0.83 (410 ha to 826 ha), and the risk areas increased by 4, 8 and 5, respectively. Preliminarily, it is concluded that the increase of the urban spot in each city studied is occurring towards new risk areas, increasing the occurrence of future socio-environmental disasters.

INTRODUÇÃO

Este estudo envolve uma região marcada por grandes mudanças a partir da Era Cenozoico, com mudanças na fisiografia da região norte da América do Sul, especialmente na região amazônica (HOORN e WESSELINGH, 2010). No Neógeno ocorreram os seguintes eventos: o fim da Orogenia Andina e o início da configuração atual dos padrões geo-hidrográficos e fitofisionômicos na paisagem amazônica. Como resposta isostática, a região diminuiu, acumulando sedimentos cratônicos e andinos (HOORN e WESSELINGH, 2010). A unidade rochosa representativa deste período corresponde à Formação Solimões na Bacia do Solimões. Sua evolução paleoambiental envolveu três estágios: um sistema de lagos do Mioceno (23–16 Ma) com influência marinha fluvial e marginal; um sistema do Mioceno médio (16–10,5 Ma) de lagos extensos, com influência marinha; e um sistema complexo de rios, deltas e estuários do final do Mioceno (10,5–5,3 Ma). Durante o Plioceno, o atual padrão de drenagem do rio foi definitivamente estabelecido no Leste, as áreas de floresta expandiram-se e o istmo do Panamá fechou (HOORN, 1993, HOORN et al., 1995; WESSELINGH et al., 2006; HOORN et al., 2010). Esse aspecto geológico interferiu inteiramente para a formação da bacia do Acre, que passou a ser constituída pela Formação Solimões, caracteristicamente composta de materiais finos (siltitos, argilitos e arenitos) associada às condições climáticas da região sul-ocidental da Amazônia. Essas formações consistem principalmente de argilitos cinza-esverdeados, siltitos e arenitos com concreções carbonáticas, gipsíferas e ferruginosas e intercalações de linhito depositadas em ambiente fluvial variável com influência marinha intermitente (COZZUOL, 2006; LATRUBESSE et al., 2010; HOORN et al., 2010; SILVA-CAMINHA et al., 2010; NOGUEIRA et al., 2013;

LEITE et al., 2017). Com essas características de formação, os estudos de risco hidrogeomorfológico se concentram na Regional do Alto Acre, especificamente nos municípios de Brasileia, Xapuri e Epitaciolândia (ZEE, 2006), onde observa-se que a ocupação é baseada no modelo rio-várzea-floresta, tendo início na chegada dos nordestinos conhecidos como soldados da borracha, onde trouxeram as primeiras estruturas de ocupação e organização política e socioeconômica (GONÇALVES, 2001; MARTINELLO, 2004). Os eventos subsequentes desenvolvem-se com a expansão de pequenos povoados até a chegada cada vez maior da miscigenação que culminou com a ampliação das grandes propriedades e, conseqüentemente, o aumento do êxodo rural, resultando na ocupação de áreas mais vulneráveis das cidades. A pesquisa está sendo desenvolvida em três núcleos urbanos de Xapuri, Epitaciolândia e Brasileia, que tem em comum a mesma bacia hidrográfica e a mesma formação geológica, mas com algumas diferenças geomorfológicas e com semelhantes condições socioeconômicas. Nesses locais o êxodo rural se intensificou na última década do século XX e início deste século, onde observou-se que os critérios de ocupação têm um forte contexto econômico, social, somado com o desconhecimento das estruturas geológicas e geomorfológicas. Na análise de vulnerabilidade ambiental elaborada por Sena (2011), demonstrou-se que a Regional do Alto Acre se constitui em áreas muito perturbadas, marcadas pela influência dos traçados das estradas e dos usos do solo essencialmente baseados na pecuária extensiva e atualmente com a inserção da monocultura (soja e milho). Razão disto, esta área constitui-se como de fundamental importância para os estudos de riscos e desastres naturais, considerando-se suas peculiaridades ambientais, econômicas e sociais, sendo, portanto, uma área-piloto de análise de risco no estado do Acre. O que não se tem dúvidas é de que os fenômenos naturais que causam desastres são intensificados pela presença humana, em condições que favorecem a sua intensidade e níveis de ocorrência, notadamente em função do desmatamento que cresce aceleradamente nessa porção sudoeste amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo A área de estudo compreende as cidades de Xapuri, Brasileia e Epitaciolândia, ambas pertencentes à Regional do Alto Acre, localizadas nas coordenadas 68.747971 W e 10.998840° S, sudoeste da Amazônia (fig. 1). **2.2 Aspectos geoambientais da área de estudo** Os aspectos geoambientais na área de estudo são bastante característicos da regional do Alto Acre, com solo argissolos na maior parte do recorte de estudo, com excessão as margens do rio principal, que localizamos o gleissolos. Todo a área pertence a bacia hidrográfica do Rio Purus, sobre bacia rio Acre que banha as regionais do Alto e Baixo Acre, sendo margeado pelos municípios de Assis Brasil, Brasileia, Epitaciolândia, Xapuri, Rio Branco e Porto Acre. Todos do mesmo estado, com sua foz está localizada no município de Boca do Acre no Amazonas. Pertencentes ao clima equatorial tropical úmido. **2.3 Procedimentos metodológicos** O desenvolvimento desta pesquisa decorreu em duas etapas, sendo a primeira em gabinete, onde foi realizada a busca por dados secundários através de leitura de textos e busca de imagens de satélites que possibilitasse a identificação de possíveis pontos de monitoramento na área de estudo. A segunda etapa constituiu-se da atividade de campo para identificação dos pontos de monitoramento, para verificar as reais condições e características ambientais locais. A atividade foi realizada no dia ... de 2023 e, para cada cidade destinou-se 1 (um) dia de campo para localização e identificação dos pontos amostrais, que foram levantados com orientação no campo através dos mapas produzidos em gabinete na etapa inicial, o uso de GPS (Global Positioning System), modelo Garmin Edge 830 e observações gerais do ponto de monitoramento quanto a existência de: relevo, superficialidade do lençol, tipo de material (argiloso, arenoso, laterítico, etc), proximidade das redes de drenagem e declividade), cujos dados estão em fase de tabulação. Foram realizadas, até o momento, as análises de suscetibilidade ao risco, análise do crescimento da malha urbana e a identificação dos pontos de monitoramento em campo. Para a análise do crescimento da mancha urbana, realizou-se uma análise espaço-temporal referente aos anos de 1990, 2010 e 2021, com imagens extraídas do satélite Landsat 5 e 7 (anos de 1990 e 2010) e CBERS 4A (ano de 2021) baixadas do sítio eletrônico do INPE. O procedimento foi realizado utilizando-se ambiente SIG no software QGIS 3.22 através do plugin SCP para classificação semi-automática. Para a construção da mancha urbana dos anos 1990 e 2010 utilizamos imagens do satélite LandSat 5, utilizando a composição colorida das bandas 5,4,3. No ano de 2021 utilizamos imagens do Satélite disponibilizada e desenvolvida pelo Inpe em parceria com o Agencia Espacial

Chinesa o CBERS 4A, com as respectivas bandas 3,2,1. Elaborou-se os mapas com a espacialização dos pontos de monitoramento e as tabelas para demonstrar os valores do índice de crescimento da malha urbana nos municípios estudados. Portanto, a utilização de imagens orbitais no desenvolvimento deste trabalho, tornou-se essencial para demonstrarmos a real expansão urbana dessas áreas na regional do Alto Acre. Para a análise do crescimento da mancha urbana, realizou-se uma análise espaço-temporal referente aos anos de 1990, 2010 e 2021, com imagens extraídas do satélite Landsat 5 e 7 (anos de 1990 e 2010) e CBERS 4A (ano de 2021) baixadas do sítio eletrônico do INPE. O procedimento foi realizado utilizando-se ambiente SIG no software QGis 3.22 através do plugin SCP para classificação semi-automática. Para a construção da mancha urbana dos anos 1990 e 2010 utilizamos imagens do satélite LandSat 5, utilizando a composição colorida das bandas 5,4,3. No ano de 2021 utilizamos imagens do Satélite disponibilizada e desenvolvida pelo Inpe em parceria com o Agencia Espacial Chinesa o CBERS 4A, com as respectivas bandas 3,2,1.

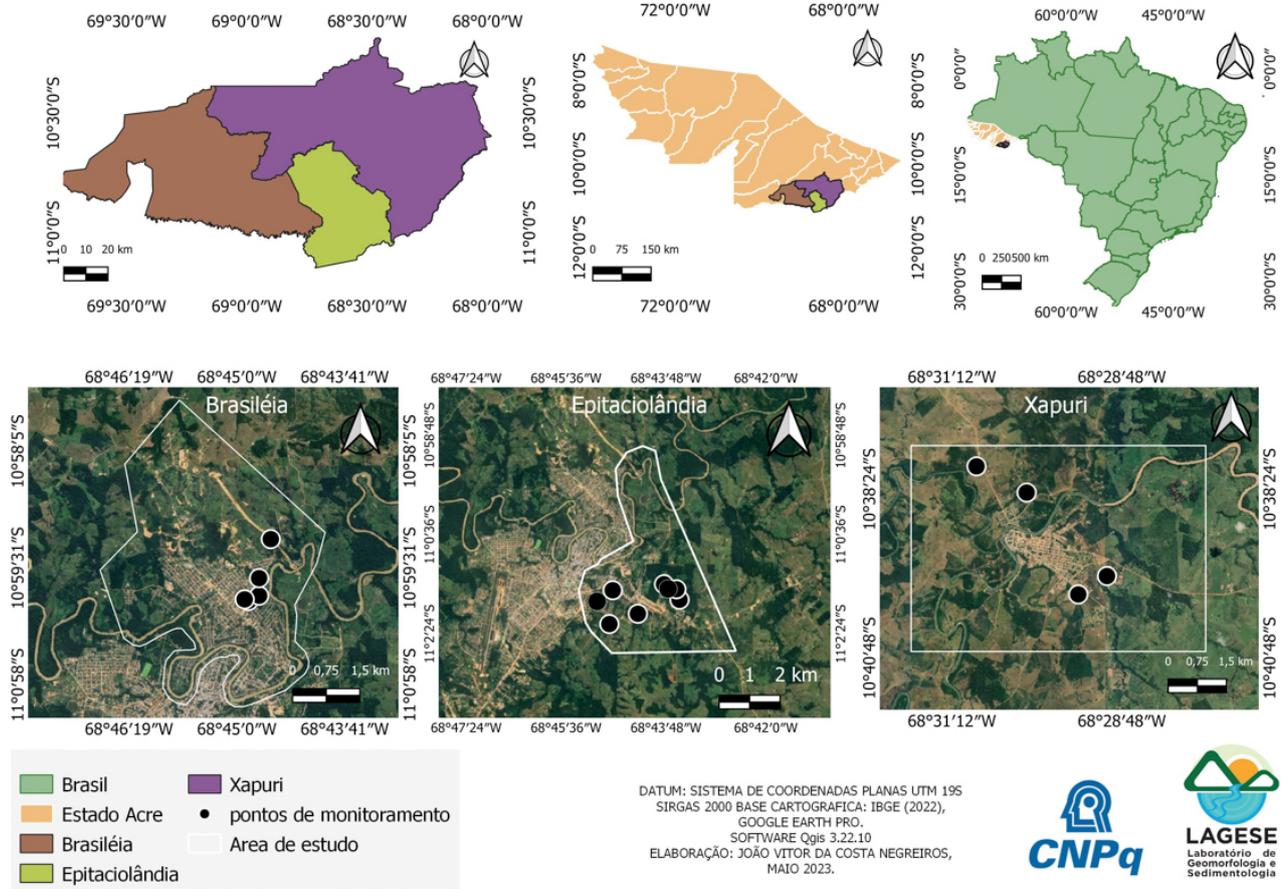
RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. Resultados Elaborou-se os mapas com a espacialização dos pontos de monitoramento e as tabelas para demonstrar os valores do índice de crescimento da malha urbana nos municípios estudados. Portanto, a utilização de imagens orbitais no desenvolvimento deste trabalho, tornou-se essencial para demonstrarmos a real expansão urbana dessas áreas na regional do Alto Acre. Com os resultados elaborados a partir das etapas já citadas, evidencia-se o crescimento da malha urbana sobre a região, onde não ocorreu planejamento dos espaços pelas sedes municipais e Estaduais, conforme o esperado. O avanço da ocupação entre os anos de 1990 a 2010, ocorreu fortemente às margens do Rio Acre, onde neste primeiro momento identificamos 17 pontos para monitoramento como mostra a figura 2. As pesquisas iniciais demonstraram que a cidade de Xapuri apresentou uma anomalia no aumento de sua malha urbana em 2,7 vezes em duas décadas, possivelmente em função de possível êxodo rural que vem ocorrendo cada vez mais, devido ao crescimento das grandes áreas e subtraindo as pequenas propriedades. Como mostra a figura 3: No decorrer da última década observou-se um padrão de crescimento ao longo das vias de acessos desses municípios, onde Epitaciolândia está se desenvolvendo em direção a rodovia BR-317 e Xapuri em direção da rodovia Estadual AC-485. Nessas cidades a expansão da malha urbana vem se distanciando das margens do rio Acre para locais fora da sua planície inundação, devido sua recorrência cada vez mais extremas, causando prejuízos econômicos e social para a população local, além das dificuldades de planejamentos pela gestão pública, que recorreu ao Serviço Geológico do Brasil - CPRM, onde este mapeou as áreas de inundação e as áreas de riscos, a qual denominou como “movimentação de massas”, ocasionado pela fluviometria do Rio Acre. Apesar dos estudos já realizados, conforme já citado anteriormente o crescimento das cidades, também vem ocorrendo próxima às inúmeras redes de drenagens urbanas, contribuintes do Canal Principal “rio Acre”, findando o surgimento de mais pontos de monitoramento dentro das cidades, devido a essa ocupação desordenadas de áreas que não deveriam ser habitadas ou, e que estão sendo afetadas pela falta de manutenção da rede de esgoto dos municípios de Brasileia, Epitaciolândia e Xapuri. Um dos locais identificados para monitoramento, encontra-se em uma área onde está sendo construído um recente residencial de alto padrão econômico em Epitaciolândia. Nesse local observamos a existência de uma sequência de camadas argilosas, formada por diferente mineralogia, e diferentes aspectos físicos, e geotécnicos, fazendo com que as camadas se acomodem de forma que desencadeiem movimentação em função do ângulo e de ações antrópicas desses materiais. Podemos ainda observar que algumas camadas não permitem a infiltração pluviométrica, em uma profundidade de aproximadamente 2mt. Para a implantação do residencial foi retirada a camada mais drenante, expondo a camada argilosa formada por material expansivo, ou seja, a camada composta por argilos minerais que em contato com os períodos de precipitação pluviométrica é hidratado provocando uma suscetibilidade a deslizamentos, em função do seu ângulo de acamamento, e produzindo gretas de contrações no período de ausência de precipitação. No município de Xapuri encontramos um relevo mais suave em relação aos demais, pois o mesmo possui uma menor influência de redes de drenagens internas no município, observamos em um dos pontos de monitoramento, no caso no bairro da Sibéria as margens direita do rio Acre, uma grande quantidade de óxido de ferro que possivelmente tem correlação com o nível freático, a uma profundidade média de 1,5 mt e 4 mt. Neste local já ocorreu um solapamento resultado dessa característica e

consequentemente diferentes comportamentos geotécnicos, que facilita o deslizamento do solo úmido apoiador, sobre a camada de óxido de ferro e de argilas expansivas. Nessa área por ser mais plana ao longo do rio Acre podemos observar vários meandros abandonados do rio Acre, que acabaram virando em tanques de criação de peixes e alguns recebendo dejetos de esgoto doméstico do município, no entanto, a área que se encontra à esquerda do Rio Acre encontramos as terras mais altas, mas com o mesmo padrão de material e de comportamento.

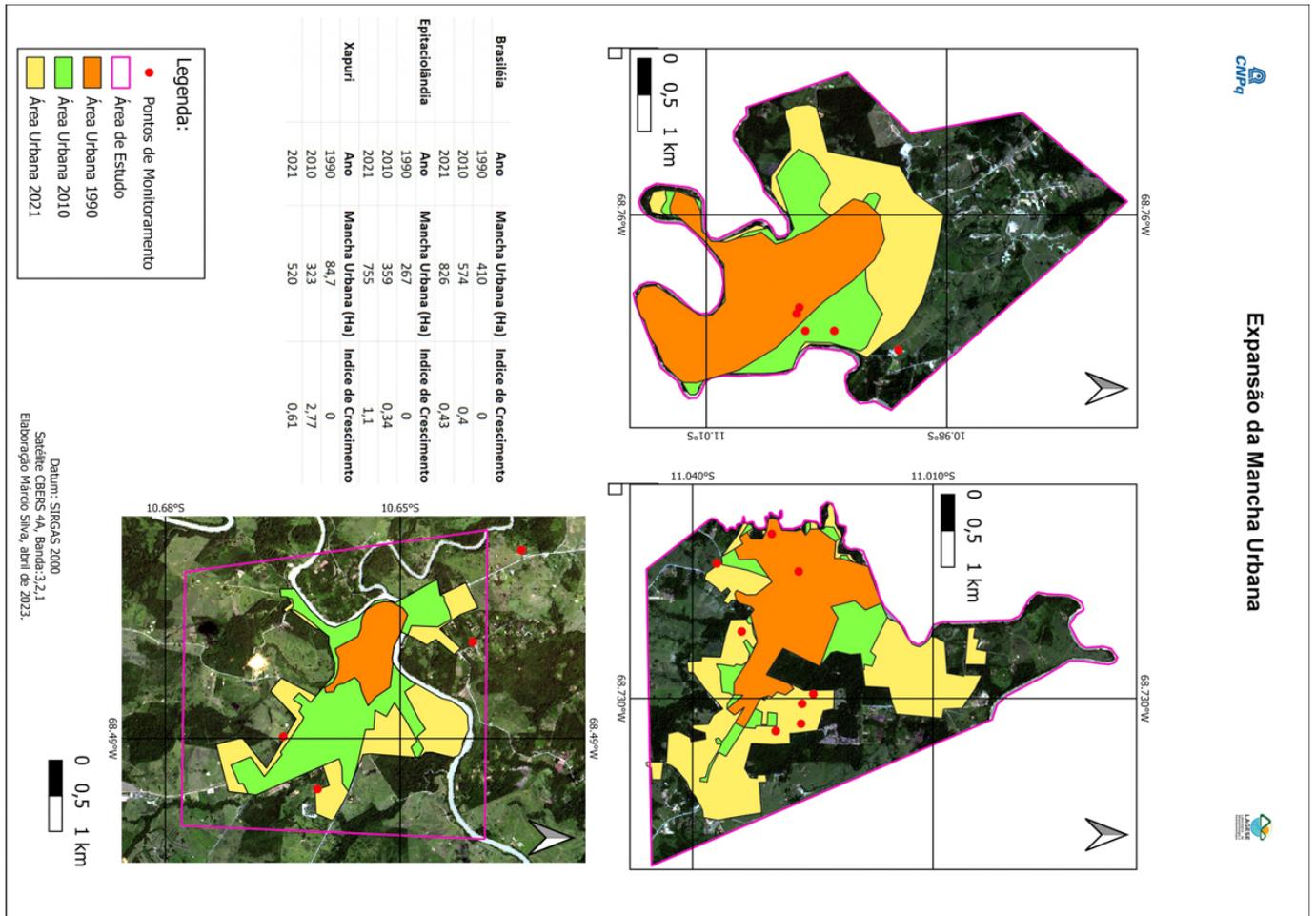
4. Discussão Este artigo tem por objetivo analisar as áreas de risco incluindo as modificações por meios de eventos naturais e das mudanças antropogênicas ocorridas nas cidades de Brasília, Epitaciolândia e Xapuri, e assim desenvolver mapas de riscos, para ajudar a gestão pública de cada cidade citada. Desenvolver pesquisas em áreas de riscos e suas evoluções, vem de encontro com questões socioambiental que se constitui em observações fundamentais para o conhecimento científico, pois esse tipo de conhecimento pode prevenir grandes desastres (IBGE, 2014; PEREZ et al, 2014). Áreas inapropriadas para ocupação, tais como fundos de vale e vertentes inclinadas com declividades superiores a 30° representam risco de erosões laminares até grandes voçorocas que culminam em deslizamentos e dependendo da posição geográfica em inundações recorrentes. As enchentes e suas extensões não é o foco principal desses estudos, pois já foram objetos de análises com produção de relatórios e mapas de delimitações pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2012, 2015, 2019, 2020). Nesses relatórios são discutidos e indicado a planície de inundação do rio Acre e pontos de áreas de riscos, com concentrações de deslizamentos causados principalmente pela ação do rio Acre em suas margens. Sternberg (1998), faz menção a esse tipo de evento chamando de “terras caídas”, onde descreve que as águas promovem retoques constantemente as terras marginais das drenagens amazônicas. Portanto, após a revisão dos estudos citados, buscamos incluir outros pontos fora da área de abrangência dos estudos realizados pela CPRM, onde já pudemos identificamos que existe uma homogeneidade geológica e geomorfológica entre as três cidades selecionadas, devido as suas características químicas e mineralógicas. Essas áreas são objetos de observação, onde se correlaciona as formas de ocupação e os níveis de antropização que vem ao longo das últimas duas décadas se acelerando, com aumento populacional, possivelmente em função do êxodo rural cada vez maior (figura 02.). Esse evento tem feito surgir diferentes camadas sociais, observada nos tipos de estruturas existentes e dos locais de ocupação. Também se observa que existe um desconhecimento técnico do tipo de material, suas propriedades físicas, profundidades dos diferentes tipos de camadas geológicas e seus ângulos de sobreposições. Entender a correlação dos eventos com a geologia e a geomorfologia, tem sido o desafio onde a pluviometria da região, e a fluviometria do rio Acre e das microdrenagem que cortam as áreas urbanas tem caracterizados meandrantes. Os estudos têm apresentado que o avanço da expansão urbana, vem ocorrendo de forma desordenada e acelerada, em direção das regiões hora indicada como região de maior fragilidade. Para entender os processos, e quais são os elementos que indicam o início de um determinado evento, seja ele pequeno ou grande, tanto em extensão e velocidade, foi necessário se afastar das áreas já identificadas pela CPRM anteriormente, buscando conhecer a geologia e sua deposição, uma vez se tratar de uma região de deposição sedimentar. É necessário que os estudos incluam não somente o mapeamento, mas também as condições geomorfo-pedológicas das vertentes, aliadas a análise de ritmo climático (MONTEIRO, 1976; GRIMM et al, 2000; THOMAS, 2008; FUNATSU et al, 2019), e as variáveis de precipitação e temperatura (que condicionam a desestabilizam as camadas superficiais de um terreno). Esse conjunto de fatores são os que geram risco às comunidades, e assim sendo de extrema importância a identificação dos fatores.

Figura 1



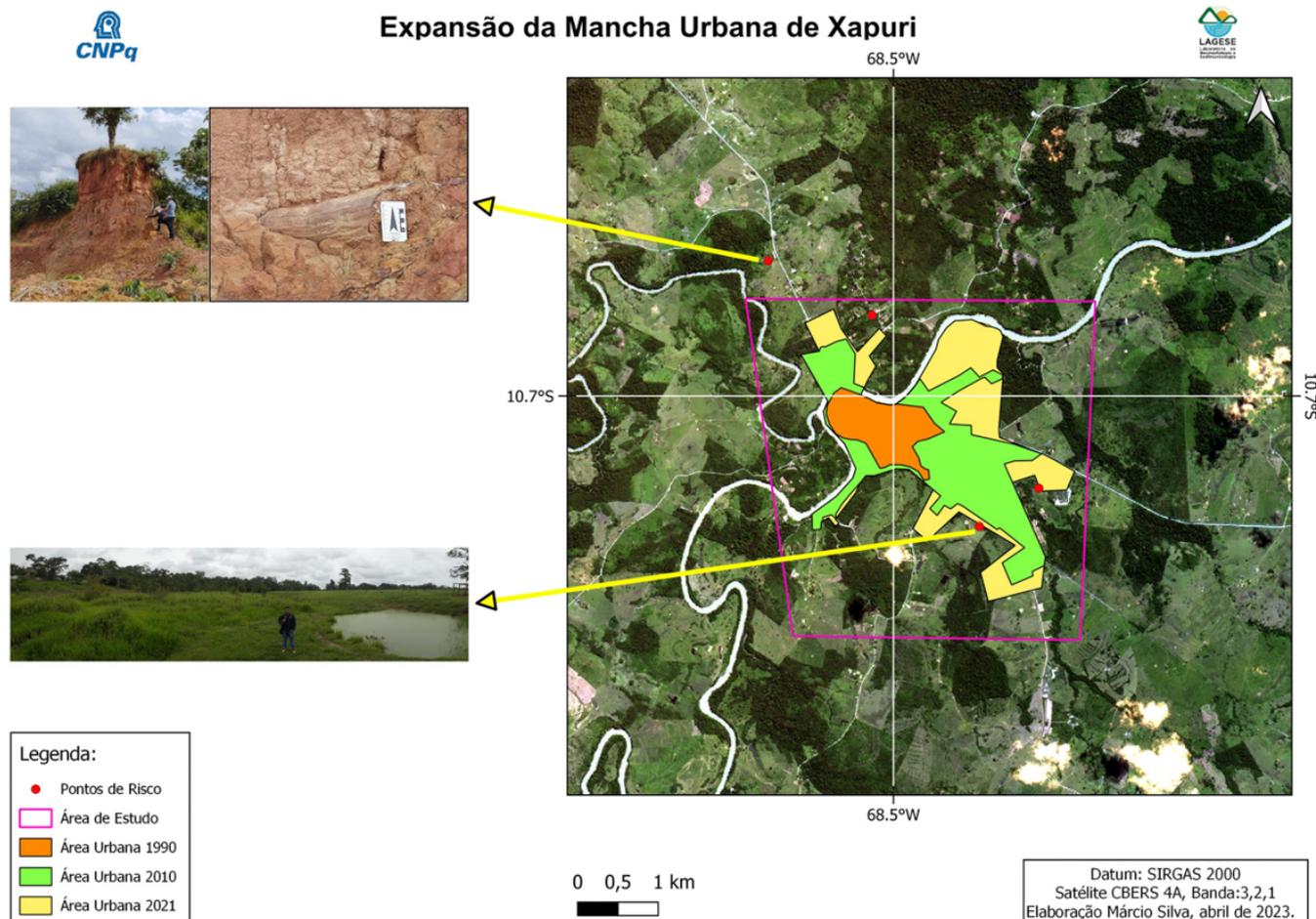
Mapa de localização da área de estudo dos municípios.

Figura 2



Mancha Urbana nos anos de 1990, 2010 e 2021. Tabela de Índice de Crescimento.

Figura 3



Expansão da Mancha Urbana de Xapuri de 1990 a 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa ainda se encontra em desenvolvimento, no entanto os resultados apresentados já demonstram que as três cidades apresentam um comportamento similar no tocante a geologia e a geomorfologia, mas sem a identificação dos eventos deflagradores que culminam no desenvolvimento de áreas em evolução e em eminência de riscos. É importante demonstrar que a cidade de Xapuri apresentou uma anomalia no tocante ao aumento de sua malha urbana em 2,7 vezes em duas décadas. Esses dados têm com certeza causado um desequilíbrio socioambiental devido a rapidez com que se sucedeu o evento. Portanto tem que ser melhor conhecido do padrão de ocupação e origem, pois podem revelar problemas que a gestão pública terá que enfrentar. Figura 3. Em relação as cidades de Brasiléia e Epitaciolândia, essas têm sua malha urbana mais adensada, e mais perturbada geomorfologicamente, com maior desenvolvimento de drenagem em “v”, o que ocasiona um maior número de eventos culminando em locais que se desenvolveu ou estão desenvolvendo áreas de riscos.

AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores envolvidos nesses estudos agradecem a Universidade Federal do Acre- UFAC pelo apoio prestado e ao laboratório LAGESE-Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I., WISNER, B. Em risco: perigos naturais, vulnerabilidade das pessoas e desastres (1ª ed.). Routledge. 1994. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203974575>.

BOURDEAU-BRIEN, M., KRYZANOWSKI, L. Natural disasters and risk aversion, *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 177, 2020, p. 818-835, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.07.007>.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 19 – Rio Branco: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 15, 1976.

BROWN, P., DAIGNEAULT, A.J., TJERNSTRÖM, E., ZOU, W. Natural disasters, social protection, and risk perceptions, *World Development*, v. 104, 2018, p. 310-325, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.12.002>.

BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I., WISNER, B. *Em risco: perigos naturais, vulnerabilidade das pessoas e desastres* (1ª ed.). Routledge. 1994. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203974575>.

BOURDEAU-BRIEN, M., KRYZANOWSKI, L. Natural disasters and risk aversion, *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 177, 2020, p. 818-835, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.07.007>.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 19 – Rio Branco: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 15, 1976.

BROWN, P., DAIGNEAULT, A.J., TJERNSTRÖM, E., ZOU, W. Natural disasters, social protection, and risk perceptions, *World Development*, v. 104, 2018, p. 310-325, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.12.002>.

BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I., WISNER, B. *Em risco: perigos naturais, vulnerabilidade das pessoas e desastres* (1ª ed.). Routledge. 1994. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203974575>.

BOURDEAU-BRIEN, M., KRYZANOWSKI, L. Natural disasters and risk aversion, *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 177, 2020, p. 818-835, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.07.007>.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 19 – Rio Branco: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de recursos naturais, v. 15, 1976.

BROWN, P., DAIGNEAULT, A.J., TJERNSTRÖM, E., ZOU, W. Natural disasters, social protection, and risk perceptions, *World Development*, v. 104, 2018, p. 310-325, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.12.002>.

CARVALHO, S., OLIVEIRA, A., PEDERSEN, J.S., MANHICE, H., LISBOA, F., NORQUET, J., WIT, F., SANTOS, F.D. A changing Amazon rainforest: Historical trends and future projections under post-Paris climate scenarios. *Global and Planetary Change*, v. 195, 2020, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103328>.

CHARVÉRIAT, C. *Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk* (October 2000). IDB Working Paper No. 364, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1817233> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1817233>

COZZUOL, M.A. The Acre vertebrate fauna: age, diversity, and geography. *J. South Am. Earth Sci.*, 21 (2006), pp. 185-203.

FISCH, G.; MARENGO, J.A., NOBRE, C.A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Ciências do Ambiente - Acta Amaz.* 28 (2) - Jun 1998. <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>.

GLOOR, E. The fate of Amazonia. *Nat. Clim. Chang.* 9, 355-356, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0465-1>

GRIMM, A.M., BARROS, V.R., DOYLE, M.E. Variabilidade climática no sul da América do Sul associada a eventos El Niño e La Niña, *Journal of Climate*, 13 (1), 35-58. 2000. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/13/1/1520-0442_2000_013_0035_cvissa_2.0.co_2.xml> Acesso em

23 set. 2021.

HEWITT, K. *Regions of Risk: A Geographical Introduction to Disasters* (1st ed.). Routledge, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315844206>.

HOORN, C., WESSELINGH, F. P. *The Development of the Amazonian Mega-Wetland (Miocene; Brazil, Colombia, Peru, Bolivia). A Look into the Past*, 2010, Wiley-Blackwell.

<https://doi.org/10.1002/9781444306408.CH8>

HORBE, A.M.C., RODDAZ, M., GOMES, L.B., CASTRO, R.T., DANTAS, E.L., CARMO, D.A. Provenance of the Neogene sediments from the Solimões Formation (Solimões and Acre Basins), Brazil, *Journal of South American Earth Sciences*, v. 93, 2019, p. 232-241,

<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.05.004>.

<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.05.026>.

PORTO GONÇALVES, Carlos Walter. *Amazônia, Amazôniaas*. São Paulo: Contexto, 2001.

KOBIYAMA, M., MENDONÇA, M., MORENO, D.A., MARCELINO, I.P.V.O., MARCELINO, E.V., GONÇALVES, E.F., BRAZETTI, L.L.P., GOERL, R.F., MOLLERI, G.S.F., RUDORFF, F.M. *Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos*. 1ª ed. Curitiba/PR: Organic Trading, 2006.

LATRUBESSE, E.M., COZZUOL, M, SILVA, S.A.F., RIGSBY, C.A., ABSY, M.L., JARAMILLO, C. The late Miocene paleogeography of the Amazon basin and the evolution of the Amazon river system. *Earth Sci. Rev.*, 99 (2010), pp. 99-124.

MERCIER, D. *Spatial impacts of climate change*. ISTE and Wiley & Sons, Inc. London: 2021.

NOGUEIRA, A.C.R., SILVEIRA, R., GUIMARÃES, J.T.F. Neogene-Quaternary sedimentary and paleovegetation history of the eastern Solimões Basin, central Amazon region, *Journal of South American Earth Sciences*, v. 46, 2013, pp: 89-99, <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2013.05.004>.

NOGUEIRA, A.R., SILVEIRA, R., GUIMARÃES, J.T.F. Neogene-Quaternary sedimentary and paleovegetation history of the eastern Solimões Basin, central Amazon region. *J. South Am. Earth Sci.*, 46 (2013), pp. 89-99