



RISCOS GEOLÓGICOS, HIDROLÓGICOS E SANITÁRIOS NA BACIA DO CÓRREGO ESPERANÇA, NÚCLEO URBANO DE AÇAILÂNDIA (OESTE MARANHENSE)

GEOLOGICAL, HYDROLOGICAL AND SANITARY RISKS IN THE CREEK BASIN ESPERANÇA, URBAN AREA OF AÇAILÂNDIA, (WEST OF MARANHÃO)

Raifran Abidimar de Castro – IFMA – Açailândia – Maranhão
raifrancastro@ifma.edu.br

Alice de Jesus Barreiro Ferreira - UFRA - Belém - Pará
alice.barreiro23@gmail.com

Alycia Geovana Barros de Oliveira - FAMEAC - Açailândia - Maranhão.
alyciageovana54@gmail.com

Ana Vitória Alcantara Silva - UFMA - São Luís - Maranhão
anavitoriaalcantara470@gmail.com

RESUMO A ampliação urbana desordenada é um dos maiores fatores para ocasionar problemas socioambientais nas cidades. O município de Açailândia é conhecido pelas ocorrências de grandes voçorocas urbanas, de extensas áreas de enchentes e inundações devido às ocupações irregulares nas margens dos córregos urbanos, além da abundância presente de áreas de deposição inadequada de resíduos domiciliares e de construção. O objetivo deste artigo é disponibilizar informações e análises sobre as áreas de riscos ambientais (geológicos, hidrológicos e de saúde relacionados com resíduos domésticos e de construção), observáveis na bacia hidrográfica do córrego Esperança, área urbana de Açailândia (MA) e relacionar sua ocorrência com as atividades e hábitos culturais dos moradores residentes da bacia. Para isso, foram elaboradas cartas dos riscos presentes, por meio do sistema QGis (versão 3.16) e Google Earth, com a finalidade de expor informações relevantes sobre a área supracitada. A partir disso foram estabelecidas análises sobre os impactos causados no meio ambiente e na população residente da região. Ademais, a falta de políticas públicas, as quais são essenciais para garantir e colocar em prática os direitos previstos na legislação brasileira, não são executadas pelos órgãos responsáveis. O principal resultado é a ocorrência de riscos geológico “Altos” em áreas de declividade acima de 20% com ocupações que ampliam a ocorrência de erosões; além das áreas com maior risco sanitário associados a lançamento de esgoto e resíduos domésticos às margens do córrego; e o risco hidrológico relacionado ao dimensionamento inadequado da drenagem pluvial subterrânea em áreas de intensa ocupação urbana.

Palavras-chave: Erosões; Alagamentos; Expansão urbana.

ABSTRACT The disorderly urban expansion is one of biggest factors to cause socio-environmental problems in cities. The city of Açailândia is known for the occurrence of large urban erosions, extensive areas of flooding and flooding due to irregular occupations on the banks of urban streams, in addition to the present abundance of areas of inadequate disposal of household and construction waste. The objective of this article is to provide information and analyzes on the areas of environmental risks (geological, hydrological and health related to domestic and construction waste), observable in the hydrographic basin of the Esperança creek, urban area of Açailândia (MA) and to relate their occurrence with the activities and cultural habits of the residents living in the basin. For this, maps of the risks present were prepared, using the system QGis and Google Earth, with the purpose of exposing relevant information about the area. From this, analyzes were established on the impacts caused on the environment and on the resident population of the region. The lack of public policies, which are essential to guarantee and put into practice the rights provided for in Brazilian legislation, are not carried by the responsible institutions. The main result is the occurrence of "High" geological risks in areas with slopes above 20% with occupations that increase the occurrence of erosion; in addition to areas with greater health risk associated with the release of sewage and domestic waste on the banks of the stream; and the hydrological risk related to the inadequate size of underground drainage rainwater in areas of intense urban occupation.

Keywords: Erosions; Flooding; Urban expansion.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a grande parte dos cidadãos de muitos municípios maranhenses enfrentam problemas relacionados com riscos geológicos (erosões, deslizamentos e desmoronamentos, dentre outros), hidrológicos (enchentes, inundações e alagamentos), e de contaminação pela exposição aos resíduos sólidos urbanos depositados inadequadamente. Uma das principais dificuldades de resolução desta problemática é a quase inexistente base de informações sobre a localização, sobre as condicionantes naturais e sociais, e mais ainda sobre as comunidades que vivenciam e que sobrelevam as tristes realidades, muitas delas sem a devida informação sobre os contextos ambientais e socioeconômicos que resultam em tais riscos.

Na temática mencionada, o município de Açailândia (MA) já é conhecido pelas ocorrências de grandes voçorocas urbanas, de extensas áreas de enchentes e inundações devido às ocupações irregulares nas margens dos córregos urbanos, além da grande quantidade de áreas de deposição inadequada de resíduos domiciliares e de construção. Como destacam Castro (2015), Guerra e Mendonça (2004), Marçal (2000) estes são

problemas conhecidos na cidade, mas que não se observa atividades de efetivo empenho na resolução.

Considerando-se a problemática destacada, tem-se que o objetivo deste artigo é disponibilizar informações e análises sobre as áreas de riscos ambientais (geológicos, hidrológicos e de saúde relacionados com resíduos domésticos e de construção), observáveis na bacia hidrográfica do córrego Esperança, área urbana de Açailândia (MA). Para isto, adota-se:

a) risco é entendido como situação de violação, degradação ou ausência de direitos ambientais, sociais e habitacionais já instalados ou em vias imediatas de ocorrência; b) vulnerabilidade entendida como os processos socioeconômicos, culturais e políticos que podem aprofundar ou colocar grupos sociais e áreas territoriais em risco: exclusão social e pobreza, e, também, possibilidades, ainda que não imediatas, de instalação de empresas, atividades ou ocupação em áreas frágeis ou de impacto ambiental, como exemplos. (KAUCHAKJE; GARCIAS; ARNS, *et al.*, 2005, p. 99).

Em relação ao percurso teórico-metodológico, destaca-se que este foi realizado articulando técnicas de pesquisa qualitativa e quantitativa (SANTOS, 1989), sendo de natureza aplicada, exploratória e explicativa (NEVES, 1996; GODOY, 1995). Os procedimentos gerais de coleta de dados e informações foram: observação sistemática/não participante e participante (CUNHA, 1992); anotações e análises em “Diário de campo” (ROESE, GERHARDT; SOUZA, *et al.*, 2006); registro e documentação fotográfica (JUSTINIANO, 2005); pesquisa bibliográfica e documental (SÁ-SILVA, ALMEIDA, GUINDANI, 2009; LIMA, MIOTO, 2007), e em campo (SUERTEGARAY, 2002); e interpretação visual de imagens de satélite (PANIZZA, FONSECA, 2011; LUCHIARI, KAWAKUBO, MORATO, 2005); e adotando a bacia hidrográfica como unidade básica de análise (BOTELHO; SILVA, 1999).

As análises hidrodinâmicas e hidrológicas foram realizadas de acordo com os procedimentos propostos por Ross e Fierz (2005), Rodrigues e Adami (2005), e Ross (1992), enfatizando: a) levantamento e análise da rede drenagem da bacia; b) mapeamento e análise das declividades, formas das vertentes e do canal principal; e c) as características geomorfológicas dos 4º, 5º e 6º “taxos” que destacam os tipos de

formas de relevo, os tipos de vertentes e a atuação dos processos erosivos atuais (ROSS, 1992, p. 22).

O mapeamento das áreas de risco (geológico, hidrológico e sanitário) foi realizado utilizando-se o QGis (versão 3.16), destacando: as áreas de ocorrência de processos erosivos acelerados (voçorocas); áreas onde há alto risco de desmoronamento de residências, e demais construções, nas proximidades de voçorocas; áreas de ocorrência e de risco a inundações e alagamentos; áreas de lançamento de resíduos sólidos (domésticos e de construção), bem como localidades onde há maior risco de contaminação por vetores relacionados com resíduos urbanos. Todas estas análises considerando a base teórico-metodológica citada a seguir.

Para ampliar as análises dos dados e informações sobre a problemática analisada, foram adotados os procedimentos metodológicos específicos apresentados por: a) Carvalho, Machado e Amaral et al. (2018) e Santos Júnior e Santos (2014), em relação aos alagamentos e às inundações, principalmente em relação às análises em campo, além dos processos e técnicas propostos por Mendonça, Buffon, Castelhana et al. (2016), para identificação de áreas críticas e elaboração de mapas-base; b) Na análise dos riscos da deposição irregular de resíduos domésticos e de construção foram considerados os procedimentos de classificação propostos na Resolução nº 307 (CONAMA, 2002), na Resolução nº 348 (CONAMA, 2004) e na NBR 10004 (ABNT, 2004); além dos procedimentos propostos por Paschoalin Filho e Graudenz (2012) e Schneider (2003) sobre classificação e análises dos locais de deposição, complementando com a proposta de Catapreta e Heller (1999) sobre a condição de exposição populacional aos resíduos.

Para a identificação das áreas de risco geológico foram analisadas, inicialmente imagens de satélite, utilizando-se o Google Earth (2021). Após esta etapa seguiu-se a proposta de Braga, Peloggia e Oliveira (2016) e NOGUEIRA, MORETTI e PAIVA (2013) para caracterização e classificação das áreas de risco, de acordo com a hierarquização proposta. Os processos erosivos identificados, e a correlação com as áreas de risco geológico, foram analisados de acordo com a base teórica e as metodologias de Silva, Bandeira e Ribeiro (2018), Jesus e Carvalho (2017) e Guerra (2010), principalmente em relação às tipologias

dos processos erosivos, às evidências de movimentação de solo, aos níveis e intervenção antrópica resultantes em riscos, e à elaboração dos graus de determinação da possibilidade de ocorrência de desmoronamentos, deslizamentos, solapamentos, dentre outros, e que apoiaram o mapeamento.

Destaca-se que os resultados aqui apresentados se baseiam principalmente em análises geomorfológicas (declividades e formas de vertentes), associadas à identificação de ações antrópicas locais que ampliam os riscos analisados. Sendo resultado de um projeto realizado entre dezembro de 2020 e dezembro de 2021, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (FAPEMA), edital 010/2019 – Geração Ciência.

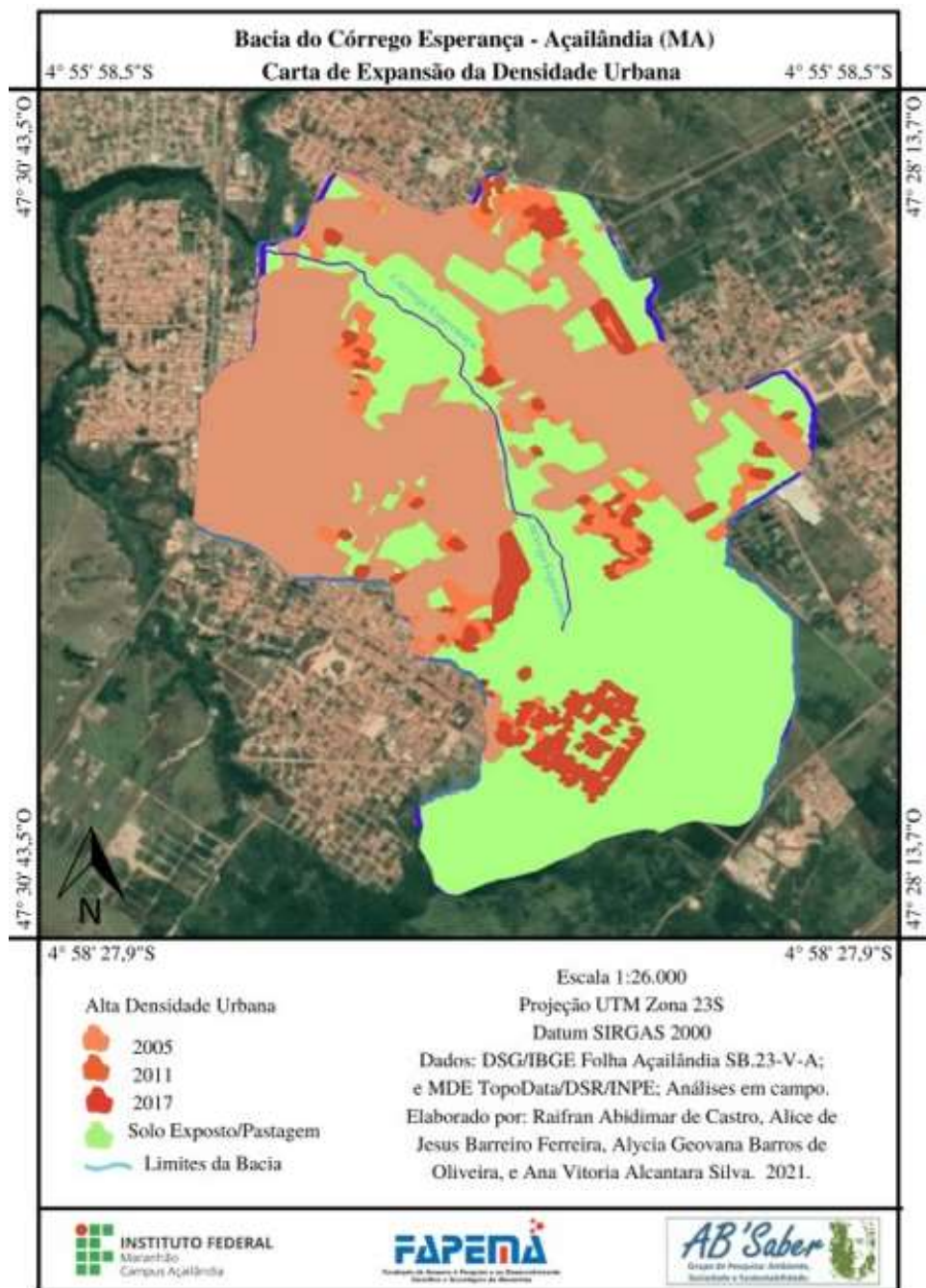
CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS NA BACIA DO CÓRREGO ESPERANÇA

A bacia do córrego Esperança tem aproximadamente 8 km² de área, abrangendo bairros como: Centro, Vila Laranjeiras, Vila Tancredo, Vila Capeloza, Vila Ipiranga, Jardim América, Ouro Verde, Parque da Lagoa, Vila Progresso, Nova Açailândia; bem como parte dos bairros: Vila Bom Jardim, Jardim de Alah, Jardim Glória, Gastão Vieira e Sarney Filho. Seu curso principal tem em torno de 3,1 quilômetros de comprimento, sendo o único da rede de drenagem com fluxo permanente.

Segundo Guerra e Marçal (2004) os solos predominantes na área da bacia são Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo, que resultam de forma geral em áreas críticas para a suscetibilidade à erosão quando associados à ocupação urbana intensa. Fator que se agrava considerando que o regime de pluviosidade é caracterizado por período de seca entre junho e novembro, e chuvoso entre dezembro e maio.

Na “Carta de Expansão e Densidade Urbana” (figura 1), demonstra-se que o processo de ocupação urbana já estava avançado até 2005, mas que entre os anos de 2011 e 2017 houve uma expansão para áreas mais próximas à nascente, em destaque o bairro Ouro Verde. Observando-se também um avanço de ocupação em direção ao curso principal do córrego nas proximidades dos bairros Vila Laranjeiras, Capeloza, Bom Jardim, Vila Tancredo e Vila Ipiranga.

Figura 1 - Carta de Expansão da Densidade Urbana na bacia do córrego Esperança, considerando os anos de 2005, 2011 e 2017.

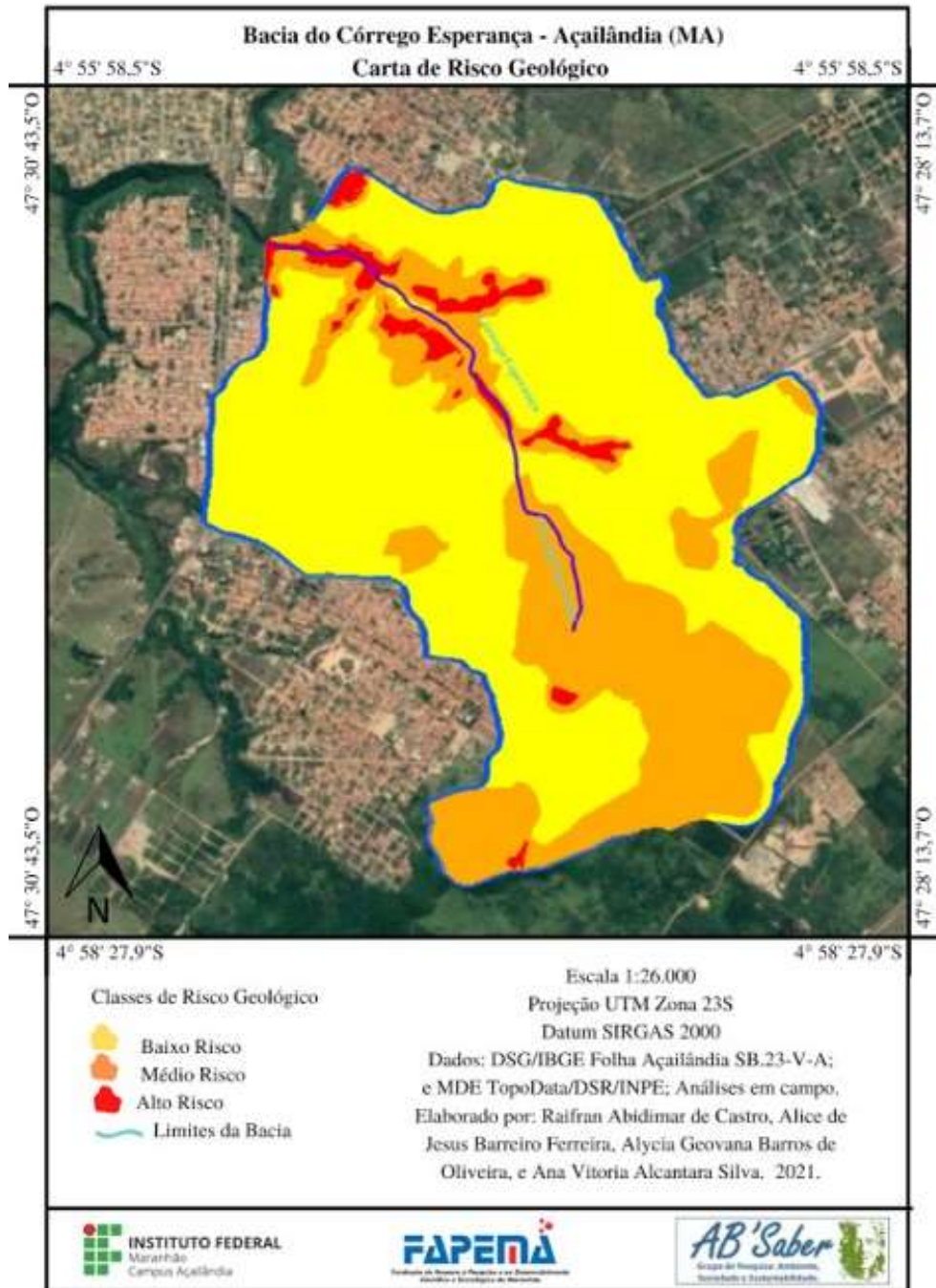


Fonte: autores, 2021.

Com Carta de Risco Geológico (figura 2) é demonstrada a amplitude dos “Médio Risco” e “Alto Risco” em diversas áreas da bacia. Sendo que o “Alto Risco” caracteriza-se por áreas que conjugam relevo “Forte Ondulado”, somadas à ocupação urbana intensa ou baixa, bem como uso e cobertura que favoreçam o surgimento de processos erosivos

acelerados; e no “Médio Risco” tem-se a associação de relevo “Ondulado” ou “Suave Ondulado” associadas às características de ocupação presentes no nível de “Alto Risco”.

Figura 2 - Carta de Risco Geológico da bacia do córrego Esperança.



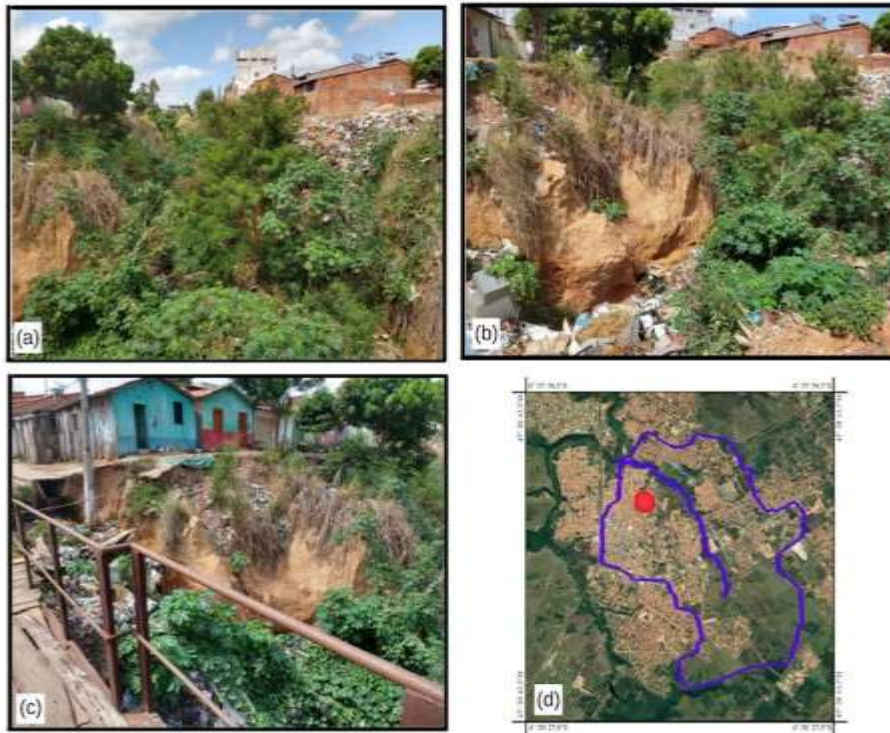
Fonte: autores, 2021.

A maior ocorrência das áreas mais problemáticas no baixo curso do córrego Esperança está relacionada à densa ocupação residencial e comercial em áreas de declividade acima de 20%. Situações analisadas em campo considerando o que Braga, Pelligia e Oliveira (2016) descrevem sobre a correlação entre relevos íngremes e a ocorrência de áreas de risco geológico. Ainda neste sentido, Nogueira, Moretti e Paiva (2003) salientam que são nestas áreas onde há maior possibilidade de ocorrência de acidentes graves.

As áreas com risco geológico mais preocupantes são ilustradas com cor vermelha e estão relacionadas à ocorrência de ravinas e voçorocas que crescem em direção às residências e vias públicas (ruas e avenidas). Como destacam Jesus e Carvalho (2017) e Guerra (2010) são processos erosivos que, ao intensificarem, impulsionam a degradação do solo. Foi identificada uma complexa e preocupante correlação entre as características geomorfológicas (declividade e formas das vertentes) e a drenagem de águas pluviais e servidas, somadas à ocupação antrópica residencial/comercial deficiente de um planejamento adequado. Assim confirmando as análises de Silva, Bandeira e Ribeiro (2018), ao salientar que as áreas de risco geológico geralmente estão associadas a intensa degradação do solo, principalmente em áreas urbanas.

Nas figuras 3 (bairro Vila Laranjeiras), 4 (bairro Vila Bom Jardim), e 5 (bairro Jardim América), são ilustrados alguns exemplos da complexidade socioambiental observada. É notório o risco de ocorrência de graves acidentes, principalmente nos períodos chuvosos, demandando um constante alerta da população local e do poder público. Tem-se: a) as dimensões desta voçoroca (profundidade e largura), podendo chegar a 10 e 50 metros respectivamente, além do intenso lançamento de resíduos sólidos domiciliares; b) o solapamento das bases dos taludes da voçoroca, causado por águas pluviais e servidas; c) a proximidade entre as residências e as ravinas que aceleram o crescimento deste grande processo erosivo urbano; d) círculo vermelho indicando a localização da área.

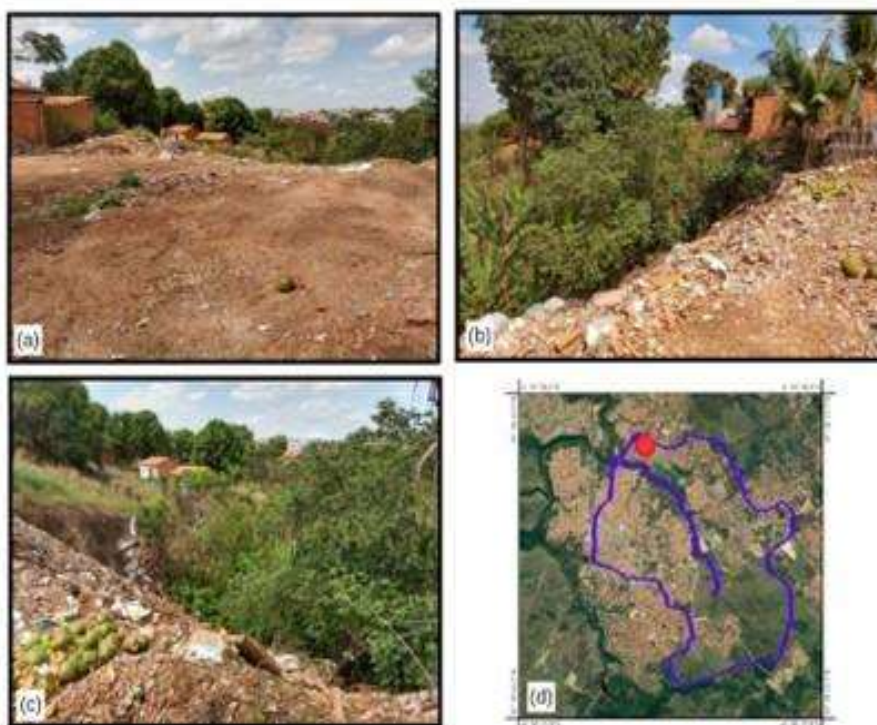
Figura 3 - Área de “Alto Risco Geológico” no bairro Laranjeiras.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; d) Autores, set./2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Na figura 4, tem-se: a) uma área que atualmente se encontra aterrada, mas que existiam residências no local; b) a proximidade entre a cabeceira da voçoroca (vista à direita); c) grande quantidade de resíduos lançados nos taludes em intenso processo erosivo, e proximidade das residências à cabeceira da voçoroca (vista à esquerda); d) círculo vermelho indicando a localização da área. Já na figura 5, observa-se: a) aterro visando contenção de processo erosivo, bem como boca coletora para drenagem de águas pluviais e servidas; b) área à montante da erosão, em destaque a rua Juscelino Kubitschek; c) dimensão do aterro, lançamento de resíduos de construção, e bueiro de dispersão de drenagem; d) círculo vermelho indicando a localização da área.

Figura 4 - Área “Alto Risco Geológico” no bairro Vila Bom Jardim.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; c) e d) Autores, set/2021, adaptado de Google Earth, 2021).

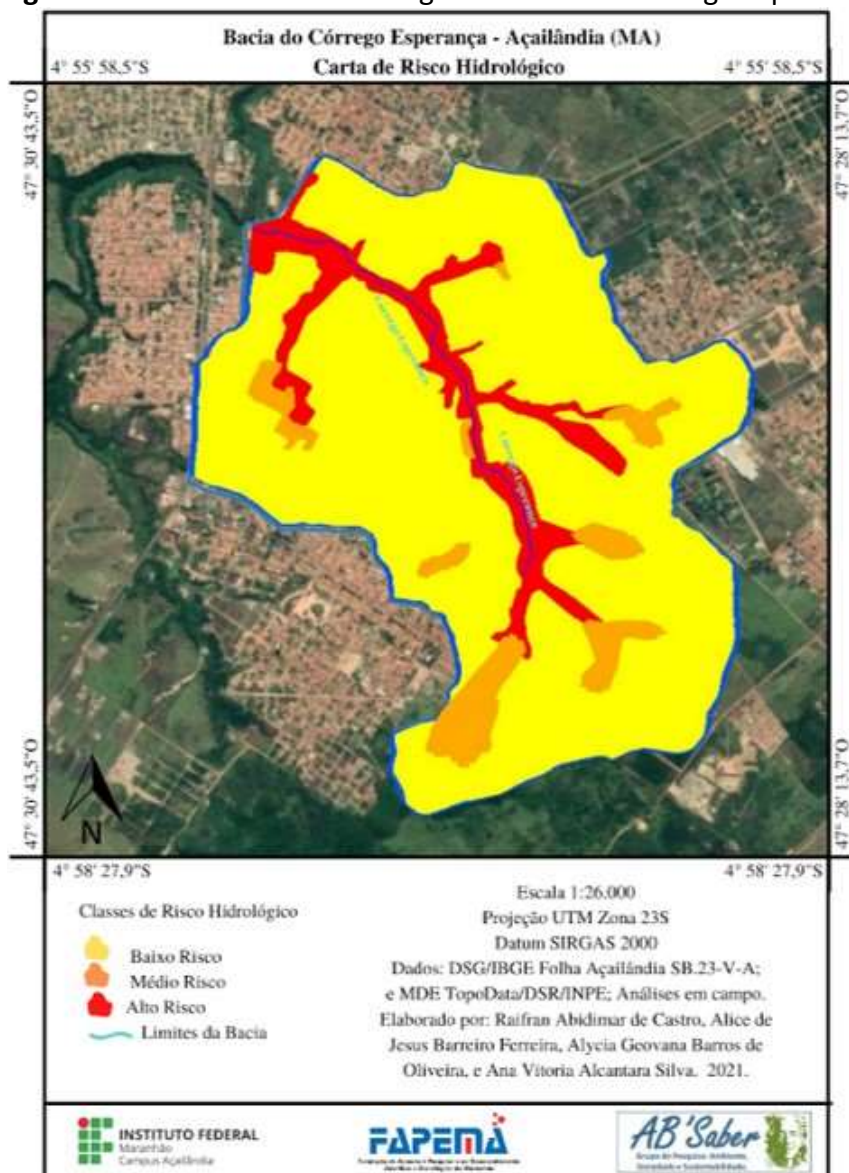
Figura 5 - Área de “Alto Risco Geológico” no bairro Jardim América.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; c) e d) Autores, set/2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Em relação ao risco hidrológico (figura 6), foram selecionadas três áreas que ilustram a complexidade deste problema na bacia do córrego Esperança. Na figura 7, observa-se parte uma área de ocupação urbana recente (bairro Ouro Verde), ainda sem trabalhos de pavimentação. Mas esta enquadra-se como área de “Alto Risco Hidrológico”, pois concentra grande parte da drenagem pluvial/servida do alto curso da bacia, que como destacam Carvalho, Machado e Amaral et al. (2018) são condicionantes geomorfológicas e antrópicas que ampliam a ocorrência de riscos hidrológicos. Além de tornar-se um canal de fluxo hídrico para a área da nascente do córrego.

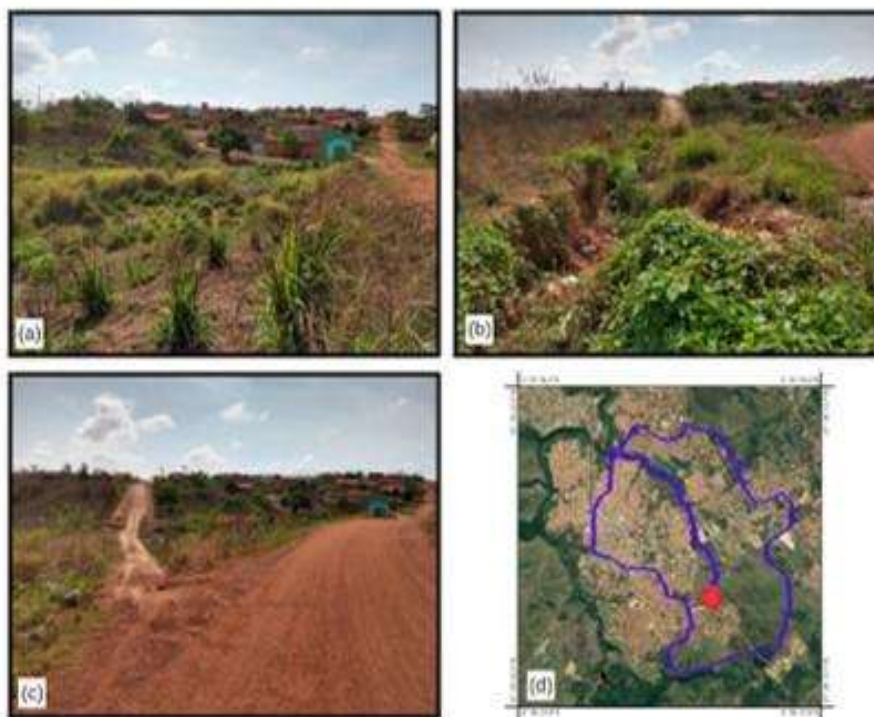
Figura 6 - Carta de Risco Hidrológico da bacia do córrego Esperança



Fonte: autores, 2021.

Na figura 7, Tem-se: a) área de concentração de águas pluviais e servidas; b) intensificação de processo erosivo (voçoroca); c) ravinamento de ruas sem pavimentação, e área de alto risco de alagamento; d) círculo vermelho indicando a localização da área.

Figura 7 - Área de “Alto Risco Hidrológico” no bairro Ouro Verde.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; d) Autores, set/2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Utiliza-se a figura 8 para ilustrar uma preocupante correlação entre a ocupação antrópica das áreas de enchente/inundação do córrego Esperança. Os cidadãos das áreas de menor altitude do bairro Vila Ipiranga e do bairro Vila Tancredo, passam por diversos problemas com inundação do leito do córrego. Estas análises baseiam-se nas considerações de Santos Júnior e Santos (2014), ao indicarem que em bacias hidrográficas as maiores fragilidades para ocorrência de inundações estão em áreas de menor altitude e em fundos de vale. Além disso, é historicamente observado que os resíduos sólidos urbanos lançados na área e adjacências causam o entupimento dos bueiros, resultando na subida do nível da água, que, em consequência atinge diversas residências. Processo

agravado pelo intenso assoreamento do córrego, devido às grandes extensões de solo exposto observáveis em toda a bacia, mas principalmente à montante desta área.

São destaque na figura 8: a) o processo de assoreamento do leito do córrego, e escassez de vegetação ciliar; b) processo de ocupação residencial de áreas com altitude próximas às do leito do córrego; c) na parte superior observa-se o bairro Laranjeiras, e na inferior o bueiro de captação da água do leito fluvial do Esperança; d) círculo vermelho indicando a localização da área.

Figura 8 - Área de “Alto Risco Hidrológico” entre os bairros Vila Tancredo e Vila Ipiranga.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; d) Autores, set./2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Para exemplificar o alto risco hidrológico relacionado com alagamentos, tem-se a figura 9, que demonstra como a deficitária rede de drenagem de águas pluviais resulta em problemas socioambientais e prejuízos financeiros. Trechos de importantes ruas do centro comercial de Açailândia, como Marly Sarney, São Paulo, Rio Grande, Dorgival Pinheiro de Sousa, São Francisco, Maranhão, Castelo Branco, dentre outras, ficam

intrafegáveis nos dias com maior precipitação pluviométrica, e que ocorrem principalmente nos meses de janeiro a março.

Na figura 9 são especificadas as seguintes situações: a) e b) área onde a drenagem subterrânea é despejada em área de intenso processo erosivo, sendo a cabeceira de uma voçoroca mencionada anteriormente na Figura 05; c) ilustração das ruas com Alto Risco Hidrológico, relacionadas às águas pluviais e subdimensionamento da drenagem; d) círculo vermelho indicando a localização da área.

Figura 9 - Área de “Alto Risco Hidrológico” entre os bairros Centro e Vila Laranjeiras.



Fonte: a) e b): Autores, set./2021; c) e d) Autores, set./2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Ainda que exista a canalização subterrânea para drenagem de águas pluviais e servidas, nos dias com maior concentração de pluviosidade há alagamentos na área destacada. Como destacam Carvalho, Machado, Amaral et al. (2018) e Santos Júnior e Santos (2014), a complexidade de casos como estes envolvem dois fatores contribuem para a persistência destes riscos hidrológicos: subdimensionamento da vazão em períodos chuvosos intensos, e entupimento ou redução da capacidade ocasionada pelos resíduos urbanos, domésticos e/ou de construção. Complexidade também observável

entre os bairros Jardim América, Vila Progresso II e Parque da Lagoa, principalmente próximo à BR 222 (figura 10).

Tem-se na figura 10 as seguintes especificações: a) área da praça “Boa Esperança”, com destaque para as dimensões da canalização superficial para drenagem de águas pluviais e servidas; b) área da rua Juscelino Kubitschek situada a jusante da praça “Boa Esperança”, com destaque para as caixas de captação de drenagem (“bocas de lobo” sinalizadas na figura com as setas) também citadas na Figura 07; c) ilustração das ruas com Alto Risco Hidrológico, com destaque para a BR 222, e adjacências; d) círculo vermelho indicando a localização da área.

Figura 10 - Área de “Alto Risco Hidrológico” entre os bairros Jardim América, Vila Progresso II e Parque da Lagoa.

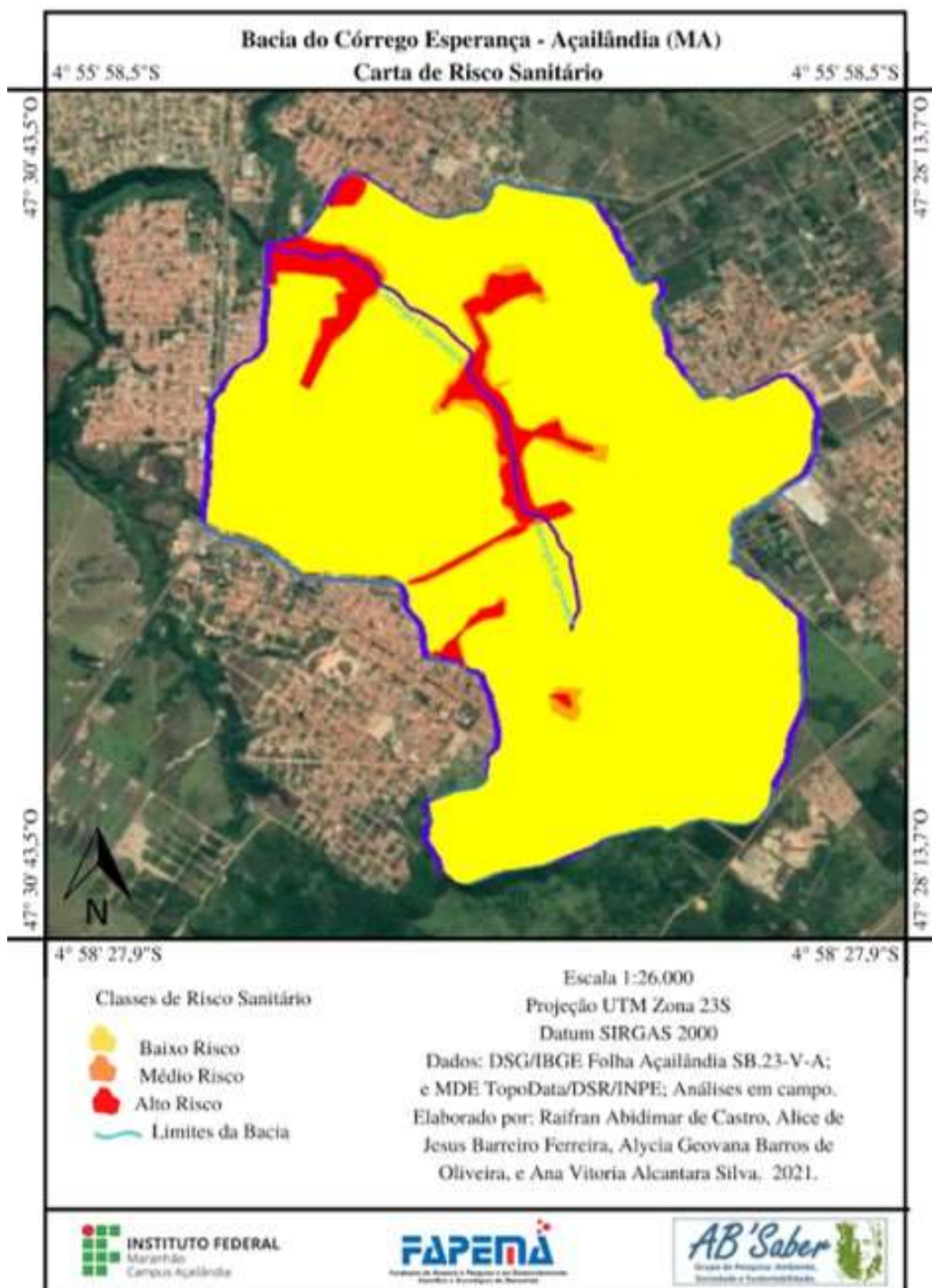


Fonte: a) e b): Autores, set./2021; c) e d) Autores, set/2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Em relação ao Risco Sanitário (figura 11), observa-se um maior risco nos bairros conhecidamente com predominância de moradores sem grande acesso aos recursos financeiros e políticas públicas de saneamento adequado. Como exemplo os bairros

Laranjeiras, Ipiranga, Tancredo Capeloza, principalmente nas imediações do curso principal do córrego Esperança.

Figura 11- Carta de Risco Sanitário da bacia do córrego Esperança.



Fonte: autores, 2021.

Como destacam Paschoalin Filho e Graudenz (2012) e Schnerder (2003) é comum o baixo investimento público no tratamento e na destinação adequada de águas servidas, e essa problemática é preocupantemente notada na quase totalidade dos municípios brasileiros. Isto demonstra o baixo investimento, bem como a alta exposição da população a este tipo de risco. Entretanto, na bacia do córrego Esperança há situações de alto risco que potencializam os processos de contaminação, como demonstra CONAMA (2004;2002).

Dentre as áreas de alto risco sanitário tem-se a ilustrada com a figura 12, onde se observa uma grande canaleta com mais de 500 metros, construída para concentrar as águas servidas da área, direcionando-as para a lagoa do córrego Esperança. Esta obra ilustra bem, e demonstra como esta temática é tratada no município, pois o esgoto e as águas pluviais são todas direcionadas para os cursos d'água urbanos. Na figura 13 são destacados os riscos sanitários próximo aos bairros Vila Tancredo e Vila Ipiranga, associados ao intenso lançamento de resíduos sólidos nas áreas de Área de Preservação Permanente (APP), neste caso as margens e leito do córrego.

Na figura 12, tem-se: a) canaleta superficial aberta captando águas servidas e pluviais, destinando-as à lagoa do córrego Esperança; b) área à montante demonstrando parte da dimensão da canaleta, o acúmulo de resíduos em suas adjacências, e proximidade de vias públicas e residências e prédios comerciais; c) exemplificação de canaletas secundárias utilizadas para lançamentos de águas servidas na canaleta "principal"; d) círculo vermelho indicando a localização da área. Já na figura 13, observa-se especificamente: a) canaleta superficial aberta captando águas servidas e pluviais lançadas diretamente no leito do córrego Esperança; b) área de APP com intenso lançamento de resíduos domésticos e de construção; c) bueiro de passagens das águas do fluxo principal do córrego sob a rua Topázio (Jardim América) ou Paraná (Vila Tancredo); d) círculo vermelho indicando a localização da área.

Figura 12 - Área de “Alto Risco Sanitário” nas proximidades do bairro Jardim de Alah.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; d) Autores, set/2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Figura 13 - Área “Alto Risco Sanitário” em APP entre os bairros Vila Tancredo e Vila Ipiranga.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; d) Autores, set/2021, adaptado de Google Earth, 2021).

Utilizou-se a figura 14 para ilustrar uma preocupante realidade local: a proximidade de áreas destinada à prática esportiva e de lazer como a praça com quadra poliesportiva, próximas a áreas de intenso acúmulo de resíduos sólidos e líquidos (esgotos residenciais). Exemplifica-se também o quanto as políticas públicas reduzem certas problemáticas socioambientais, mas são ineficazes em relação a problemas de pungente resolução, como os riscos sanitários em destaque. Como mencionado por CONAMA (2004;2002) e Santos Júnior e Santos (2014), ampliam tanto os problemas de degradação do solo e de cursos d'água, quanto representam sérios riscos à saúde da população local.

Na figura 14, destacam-se: a) bueiro de passagens das águas do fluxo principal do córrego sob a rua Teresa Raposo (Vila Capeloza) ou Flamengo (Vila Tancredo), visão à montante da área; b) área de APP com intenso lançamento de resíduos domésticos e de construção; c) demonstração de parte da praça da Vila Capeloza e a proximidade com a área de APP soterrada com resíduos; d) círculo vermelho indicando a localização da área.

Figura 14 - Área de “Alto Risco Sanitário” em APP entre os bairros Vila Tancredo e Vila Capeloza.



Fonte: a), b) e c): Autores, set./2021; d) Autores, set/2021, adaptado de Google Earth, 2021.

Considerando as situações específicas anteriormente analisadas, tem-se a apresentação das principais características de cada classe e risco no Quadro 01. Destaca-se que este também foram definidos considerando-se a base teórico-metodológica utilizada.

Quadro 1. Definição de riscos considerando análises de situações específicas.

Grau de risco	Geológico	Hidrológico	Sanitário
Alto	Áreas com declividade acima de 20%, com presença de erosões, ocupação urbana ou uso e cobertura que acelere processos erosivos.	Áreas com histórico de alagamento ou inundação, nas proximidades do leito principal do córrego.	Áreas das imediações de intenso lançamento de resíduos domésticos, bem como águas servidas sem tratamento.
Médio	Áreas com declividade acima de 20% com uso e cobertura predominante em pastagem ou terrenos baldios.	Proximidades das áreas de Alto Risco, cabeceiras da rede de drenagem.	Proximidade das áreas de Alto Risco, considerando-se a abrangência das áreas com resíduos e esgotos.
Baixo	Restante da área da bacia.	Restante da área da bacia.	Restante da área da bacia.

Fonte: autores, 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as principais conclusões deve-se destacar duas situações complexas e que têm correlação com os riscos analisados na bacia do córrego Esperança: a persistência de graves problemas resultantes de um histórico processo de urbanização sem planejamento adequado; e a gravidade da exposição a que as populações socialmente mais vulneráveis estão submetidas. Além disso, é importante destacar que mais pesquisas que destaquem áreas específicas devem ser realizadas, considerando principalmente uma visão interdisciplinar, multisetorial e pluriorganizacional, para que os levantamentos de riscos e as análises resultantes, somadas às apresentadas neste artigo, representem maior segurança à população açailandense.

Percebe-se que em diversas áreas da bacia são implantadas ações paliativas na tentativa de reduzir os efeitos de uma expansão urbana marcada por ocupação de vertentes íngremes, ou colinas que precisaram de intensa modificação da estrutura para propiciar a instalação residencial e/ou comercial. Mas as ações pontuais não resultaram

na adequada contenção do crescimento da maioria dos processos erosivos acelerados observáveis na bacia, o que ainda representa grave risco à população. Como demonstrado nos exemplos ilustrados, percebe-se uma correlação entre as áreas de intensa ocorrência de alagamentos/enchentes, de voçorocas e de lançamento de resíduos residenciais e de construção. Sendo que estas ocorrem principalmente em áreas onde a população já é intensamente carente de serviços públicos adequados.

É importante que sejam realizados trabalhos de educação ambiental com a população, pois há uma extrema e urgente necessidade de reduzir o intenso lançamento de resíduos domésticos e de construção em diversas áreas da bacia. Mas, o foco imediato deve ser nas comunidades localizadas nas imediações das Áreas de Preservação Permanente do curso principal do córrego Esperança. Isso se justifica com base nas análises em campo que demonstram a grave degradação destas áreas.

É importante que os representantes governamentais se empenhem no planejamento de ações pontuais para reduzir urgentemente a exposição de famílias vulneráveis aos graves riscos geológicos, hidrológicos e sanitários identificados na bacia do córrego Esperança. Mas, além disso é necessário que um planejamento urbano seja realizado para viabilizar a aplicação de uma política de destinação adequada de resíduos, diminuindo a possibilidade de lançamento destes em voçorocas e vias públicas. Esta ação, além de reduzir os riscos sanitários, potencializam o ineficaz uso de resíduos para contenção de erosões. Além de diminuir a ocorrência de alagamentos e enchentes relacionados ao acúmulo de resíduos urbanos em bueiros e leitos de córregos. Neste sentido, espera-se que as informações e análises aqui apresentadas contribuam para o planejamento de ações que ampliam a qualidade de vida das famílias que já vivem em vulnerabilidade social, e expostas aos riscos foco deste estudo.

É importante mencionar que duas áreas na bacia passaram por intervenções da Prefeitura Municipal de Açailândia, sendo: a erosão no bairro Vila Laranjeiras, nas proximidades da rua São Francisco; e a construção do Centro de Reabilitação no bairro Jardim de Alah. Nestes dois casos houve mudança nos resultados dos riscos geológicos e

sanitários no espaço de tempo entre a realização da pesquisa/análises em campo, e a publicação destes resultados.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRAGA, E.; PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.M.S. Análise de risco geológico em encostas tecnogênicas urbanas: o caso do Jardim Fortaleza (Guarulhos, SP, Brasil). **Revista UNG Geociências**, Guarulhos, v.15, n.1, 2016, p.27-42.
www.revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/2380. Acesso em: 21 abr. 2019.

CARVALHO, L. S.; MACHADO, R. S.; AMARAL, L. C.; OLIVEIRA, E. P.; CARVALHO JUNIOR, W. C. Índice de fragilidade em drenagem para mapeamento de áreas de risco de inundação. **Connection Online**, Várzea Grande, n. 19, p. 63 – 78, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18312/2F1980-7341.n19.2018.1196>. Acesso em: 22 maio. 2019.

CASTRO, R. A. As “geotecnologias populares” a serviço dos cidadãos dos pequenos municípios: o caso de Açailândia – Maranhão. **Espaço Acadêmico**, Maringá, n. 173, p. 75 – 87, out. 2015. Disponível em: <http://twixar.me/W7Nn>. Acesso em: 22 abr. 2019.

CATAPRETA, C. A. A.; HELLER, L. Associação entre coleta de resíduos sólidos domiciliares e saúde, Belo Horizonte. **Revista Panamericana de Saúde Pública**, Washington, v. 5, n. 2, jan. 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49891999000200003>. Acesso em: 16 abr. 2019.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução n. 348**, de 16 de agosto de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 ago. 2004.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução nº 307**, de 5 de Julho de 2002, Publicada no DOU nº136, de 17/07/2002, p. 95-96. 2002.

CUNHA, M. B. Metodologias para estudo dos usuários de informação científica e tecnológica. **Revista de Biblioteconomia**, Brasília, v. 10, n. 2, p. 5 – 20, jul./dez. 1992. Disponível em: <http://twixar.me/ys7n>. Acesso em: 12 abr. 2019.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GUERRA, A. J. T. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Eds.). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 15 – 55.

GUERRA, A. J. T. MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; VITTE, A. C. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 225 – 252.

JESUS, A. S.; CARVALHO, J. C. Processos erosivos em área urbana e as implicações na qualidade de vida. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 1 – 17, jan./abr., 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v37i1.46239>. Acesso em: 22 abr. 2019.

JUSTINIANO, E. F. Registro fotográfico. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Texto, 2005. p. 187 – 196.

KAUCHAKJE, S.; GARCIAS, C. M.; ARNS, J. F.; NIGRO, C. D.; BRITO, M. C. C. Gestão de riscos em áreas urbanas degradadas: tecnologia social e política urbana. **Revista Interações**, Belo Horizonte, v. 7, n. 11, set. 2005, p. 95 – 102. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20435/intera%C3%A7%C3%B5es.v7i11.501>. Acesso em: 10 maio. 2019.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálisis**, Florianópolis, v. 10, n. 1, 37-45, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-49802007000300004>. Acesso em: 27 abr. 2019.

LUCHIARI, A.; KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G. Aplicações do Sensoriamento Remoto na Geografia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Texto, 2005. p. 33 – 54.

MARÇAL, M. dos S.; GUERRA, A. J. T. Indicadores Ambientais Relevantes para a Análise da Suscetibilidade à Erosão dos Solos em Açailândia (MA). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 4, n. 2, 2003. DOI: 10.20502/rbg.v4i2.20. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/20>. Acesso em: 12 dez. 2023.

MARÇAL, M. S. Suscetibilidade à erosão dos solos no alto curso do Rio Açailândia – MA. 2000. 208f. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M.; CASTELHANO, F. J.; SITO, G. Resiliência socioambiental-espacial urbana à inundações: possibilidades e limites no bairro Cajuru

em Curitiba (PR). **Revista da ANPEGE**, São Paulo, v. 12, n. 19, p. 279 – 298, jul./dez., 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5418/RA2016.1219.0012>. Acesso em: 14 abr. 2019.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NOGUEIRA, F. R.; MORETTI, R. S.; PAIVA, C. F.E. Estudos sobre riscos geológicos e sua incorporação no planejamento territorial - relato da experiência de formação de quadros técnicos no ABC paulista. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, São Paulo, v. 3, n.1, p. 45-56, 2013. Disponível em: http://www.abge.org.br/uploads/imgfck/file/Artigo_EstudosobreRiscosGeo.pdf. Acesso em: 12 maio 2019.

PANIZZA, A. C.; FONSECA, F. P. Técnicas de interpretação de imagens. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 30, p. 30 – 43, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74230>. Acesso em: 22 abr. 2019.

PASCHOALIN FILHO, J, A; GRAUDENZ, G, S. Destinação irregular de resíduos de construção e demolição (RCD) e seus impactos na saúde coletiva. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v.6, n.1, p 127-142, jan./abr., 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v6i1.421>. Acesso em: 22 maio 2019.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Texto, 2005. p. 147 – 166.

ROESE, A.; GERHARDT, T. E.; SOUZA, A. C.; LOPES, M. J. M. Diário de campo: construção e utilização em pesquisas científicas. **Online Brazilian Journal of Journal**, Niterói, v. 5, n. 3, 2006. Disponível em: <http://www.objnursing.uff.br/index.php/nursing/article/view/598/141>. Acesso em: 08 abr., 2019.

ROSS; J. L. S; FIERZ, M. S. M. Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Texto, 2005. p. 69 – 85.

ROSS; J. L. S; FIERZ, M. S. M. O registro dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia da FFLCH/USP**, São Paulo, n.8, p.63-74, 1992. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>. Acesso em: 14 maio. 2019.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, Santa Vitória do Palmar, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009. Disponível em: <https://www.rbhcs.com/rbhcs/article/view/6/pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

SANTOS, M. **A gênese da Geografia moderna**. São Paulo: Hucitec, 1989.

SANTOS JÚNIOR, V. J.; SANTOS, C. O. Aplicação de indicadores de fragilidade do sistema de natureza ambiental na bacia hidrográfica do rio Cintra-MG. **REMOA**, Santa Maria, v. 14, n. 11, p. 3872 – 3880, dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/2236130814863>. Acesso em: 15 abr. 2019.

SCHNEIDER, D.M. Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo. 2003. 131p. **Dissertação**. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://twixar.me/WpVn>. Acesso em 28 abr. 2019.

SILVA, F. M. A.; BANDEIRA, A. P. N.; RIBEIRO, S. C. Mapeamento de áreas de risco geomorfológicos no distrito do Caldas – Barbalha - CE: caso do núcleo urbano do Sítio Riacho do Meio. **Revista Geoaraguaia**, Barra das Garças, v. 8, n. 2, p. 1 – 18, set./dez, 2018. Disponível em: <http://twixar.me/rtVn>. Acesso em: 12 abr. 2019.

SUERTEGARAY, D. M. A. Pesquisa de campo em Geografia. **GEOgraphia**, Niterói, v. 4, n. 7, p. 36 – 46, jan./jul., 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2002.v4i7.a13423>. Acesso em: 10 abr. 2019.

Raifran Abidimar de Castro – Doutor em Ciências do Desenvolvimento Socioambiental, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA/UFPA/Campus Belém). Mestre em Geografia pelo PPGEU/UFPA/Campus Belém. Tem diversos artigos publicados na área de Geografia e ciências afins. É professor de Geografia no IFMA/Campus de Açailândia, onde coordena o grupo de pesquisa Ab'Saber (Ambiente, Sociedade e Sustentabilidade), e orienta dezenas de estudantes em projetos de pesquisa, ensino e extensão.

Alice de Jesus Barreiro Ferreira - Técnica ambiental formada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (Campus Açailândia). Atualmente, é acadêmica de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura na Universidade Federal Rural da Amazônia (Campus sede - Belém). Sua área de estudo foca na produção e gerenciamento de informações territoriais por meio da definição, coleta, processamento e interpretação dos dados; também a representação e reprodução cartográfica que permitem análises de informação.

Alycia Geovana Barros de Oliveira - Técnica ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Maranhão/Campus Açailândia. Graduanda de Medicina pela Faculdade de Medicina de Açailândia - IDOMED/ Campus Açailândia.

Ana Vitória Alcantara Silva - Técnica em Meio Ambiente pelo IFMA-Campus Açailândia. Atualmente, graduanda do BICT(Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia) na Universidade Federal do

Maranhão, almejando se formar em Engenharia Ambiental e Sanitária, consolidada área da sustentabilidade e impactos ambientais.

Recebido para publicação em 12 de abril de 2023.

Aceito para publicação em 11 de dezembro de 2023.

Publicado em 22 de dezembro de 2023.