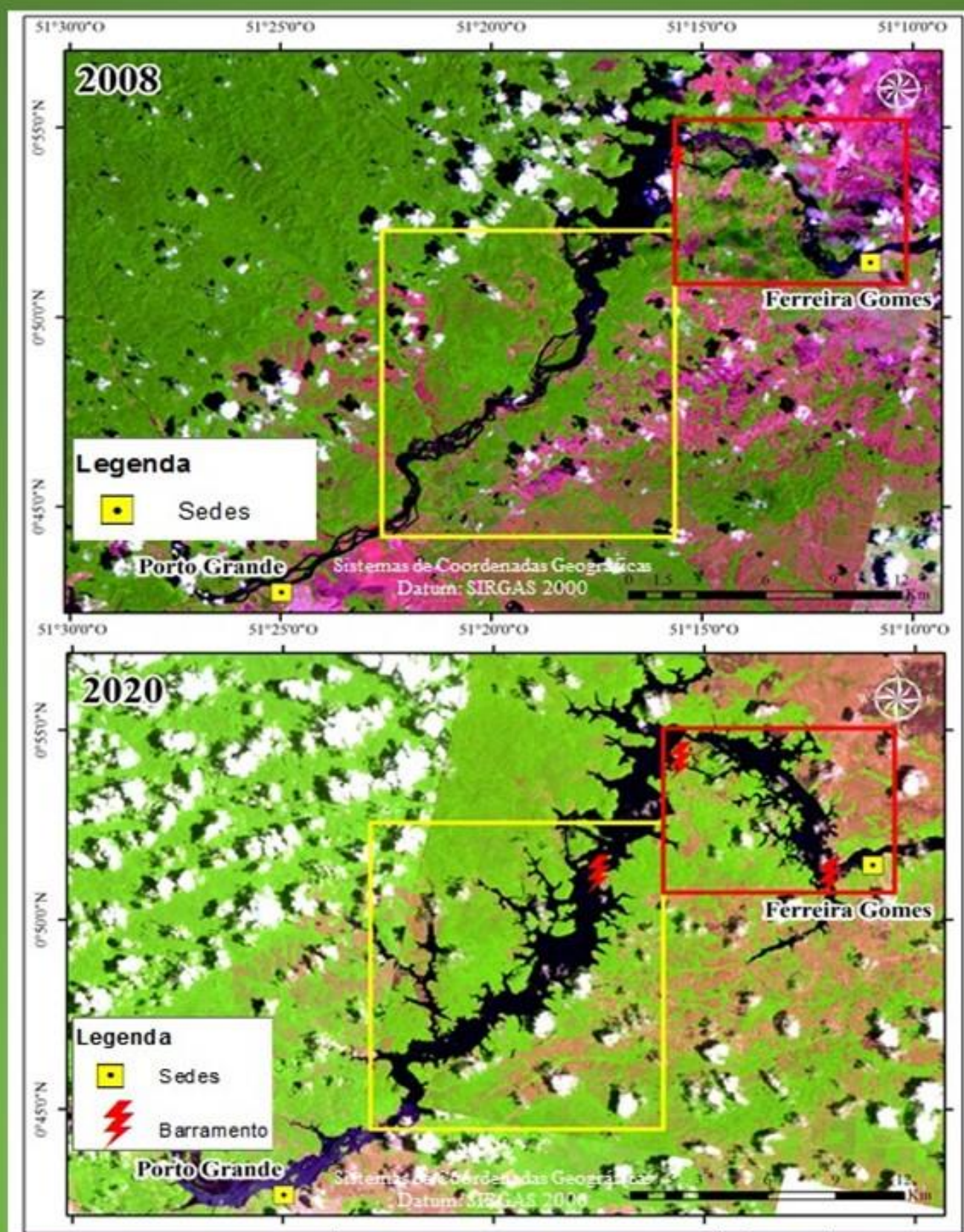






UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO CIBERESPACIAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E ENERGIAS RENOVÁVEIS

Journal of Applied Hydro-Environment and Climate

Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima

v.3, n.1

Janeiro/Junho

2021



Journal of Applied Hydro-Environment and Climate Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima

O Journal of Applied Hydro-Environment and Climate (Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima) foi criado em 2018 pelo curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis com a missão de divulgar pesquisas ambientais de caráter interdisciplinar em ênfase preferencialmente em temas hídricos, ambientais e climáticos

Imagem da Capa: Reservatórios do Amapá

Autores: Baia et al., (2021)

Editora-Chefe

Milena Marília Nogueira de Andrade

Editora Adjunta

Suzana Romeiro Araújo

Corpo Editorial

Ana Cláudia Moreira Teodoro

Caroline Arantes

Claudio Szlafsztein

Leonardo Ramirez-Lopez

Maria Nazaré Maciel,

Marcelo Eduardo Dantas

Ofelia Pérez Montero

Osvaldo Guedes Filho

Editores de Seção

Adriano Marlison

Aline Maria Meiguins de Lima

Celene Milanes

Diego Maia Zacardi

Edson José Paulino da Rocha

João de Athaydes Silva Junior

Orleno Marques da Silva Junior

Pedro Silvestre da Silva Campos

Vania Neu

CARTA DAS EDITORAS

O volume 3, número 1, do Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima - Journal of Applied Hydro-Environment and Climate apresenta ao público dois artigos desenvolvidos na região amazônica produzidos por pesquisadores que atuam na região e colaboram com o desenvolvimento do conhecimento nas suas áreas de atuação.

Na área de riscos e desastres Mendonça & Borges trouxeram o tema de deslizamento de massa no município de Barcarena (Pará). Baia e colaboradores desenvolveram pesquisa no tema de energias e impactos ambientais com a identificação das modificações no rio Araguari (Amapá) após a construção de hidroelétricas.

Para finalizar esperamos que os leitores disfrutem dos artigos e deixamos expresso nossos agradecimentos aos pesquisadores que colaboraram na avaliação ad hoc dos textos selecionados.

Milena Marília Nogueira de Andrade
Editora-Chefe

Suzana Romeiro Araújo
Editora Adjunta

Artigos
Articles

Desastres ambientais na Amazônia: estudo de caso dos riscos de deslizamento de massa em Barcarena

Environmental disasters in the Amazon: risks of landslides in Barcarena.

Arianne Kelly dos Santos Mendonça, Maurício da Silva Borges

Hidroelétricas e Modificações na paisagem no médio rio Araguari, estado do Amapá

Hydroelectric dams and landscape modifications in the middle Araguari river, state of Amapá

Maxwell Moreira Baia, Orleno Marques da Silva Júnior, Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva

Desastres ambientais na Amazônia: estudo de caso dos riscos de deslizamento de massa em Barcarena.

Environmental disasters in the Amazon: risks of landslides in Barcarena.

Arianne Kelly dos Santos Mendonça¹ | Maurício da Silva Borges²

Resumo

Muitas regiões do Brasil e do mundo vem experimentando deslizamentos de massas nas suas regiões costeiras, caracterizados por desmoronamento de falésias, cujo evento vem ocorrendo próximo às residências populares, com perdas materiais e de vidas humanas. O objetivo desse artigo foi avaliar a suscetibilidade de deslizamento de massa em um estudo de caso na região costeira. A área de estudo foi à região de Vila do Conde, no município de Barcarena, Pará, Amazônia. A metodologia foi constituída pela: (a) pesquisa bibliográfica e na análise de documentos; e (b) aplicação do questionário aos sujeitos representantes dos Bombeiros, Defesa Civil e da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano de Barcarena, em que os dados coletados serviram para construir os Mapas Temáticos das encostas das falésias estudadas, com indicação das áreas, pontos e as categorias de riscos em que as famílias estão acometidas pelo problema de deslizamento de massa. Os resultados mostraram que o ambiente pesquisado está inserido na categoria de classe alto risco (**Risco C**), pois foi constatado significativo indício de instabilidade na encosta estudada, manifestada em: trincas no solo, terrenos e moradias; árvores, postes e muros inclinados; solapamento de margens; até elevada frequência de erosões. Conclui-se que as famílias vivenciam Alto Risco de suscetibilidade de deslizamento de massa, cuja população deve estar em constante alerta para a possibilidade de ocorrência deste sinistro na Vila do Conde, cujo contexto pode ser elevado para Muito Alto Risco, se levar em conta que as construções e ocupações desordenadas estão instaladas na base e/ou no próprio topo das encostas das falésias.

Palavras-chave: Deslizamentos, Ocupação Irregular, Suscetibilidade, Riscos, Prevenir.

Abstract

Many regions of Brazil and the world have been experiencing mass landslides in their coastal regions, characterized by the collapse of cliffs, whose event has been occurring close to popular homes, with material losses and human lives. The aim of this article was to assess the susceptibility of landslides in the coastal region. The study area was in the region of Vila do Conde, in the municipality of Barcarena, Pará, Amazonia. The methodology consisted of: (a) bibliographic research and document analysis; and (b) application of the questionnaire to the subjects representing the Firefighters, Civil Defense and the Municipal Secretariat of Infrastructure and Urban Development of Barcarena, in which the data collected served to build the Thematic Maps of the slopes of the studied cliffs, with indication of the areas, points and the risk categories in which families are affected by the problem of landslides. The results showed that the researched environment is inserted in the category of high risk class (Risk C), as it was found a significant indication of instability in the studied slope, manifested in: cracks in the soil, land and houses; trees, posts and sloping walls; margin undermining; up to a high frequency of erosion. We conclude that families experience a high risk of susceptibility to landslides, whose population must be constantly alert to the possibility of this accident occurring in Conde Village, whose context can be elevated to Very High Risk, if we take into account that disorderly buildings and occupations are installed at the base and / or at the very top of the cliff sides.

Keywords: Slips, Irregular Occupation, Susceptibility, Risks, Prevent.

¹*Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia pela Universidade Federal do Pará. Email: eng.arianne@gmail.com

² Doutor em Geologia e Geoquímica pela Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e de Desastre na Amazônia. Email: mauricio.silva.borges@gmail.com

1.INTRODUÇÃO

Nos últimos anos muitas regiões do Brasil, e do mundo, vêm experimentando deslizamentos de massas nas suas regiões costeiras, caracterizados pela ocorrência de desmoronamento de falésias, cujo evento vem tendo grande incidência próxima às residências populares, com perdas materiais e de vidas humanas.

Estudos anteriores revelam que o aumento do registro dos casos de deslizamentos de massas é decorrente, em parte, do incremento de ocupações irregulares e de precárias construções de habitações nas encostas das falésias, suscetíveis aos desmoronamentos de terra (Barros e Bulhões, 2006; Carmo, 2011; Cerqueira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2017). O relatório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) reitera que os deslizamentos podem ser derivados da ação do homem que modificam as condições naturais do relevo, por meio de cortes para construção de moradias, de aterros e lançamento de águas (IPT, 2013). Essa situação se tornou mais perceptível a partir dos anos de 1970, quando o país experimentou o crescimento urbano, acompanhado de ocupações sem planejamento (Costa e Fonseca, 2016).

Para se ter noção dessa situação de desastre ambiental, dados estatísticos corroboram que, a nível global, já foram contabilizados mais de 16.300 óbitos e 113 milhões foram afetadas pelos 358 casos de deslizamentos de massa ocorridos nos últimos seis anos (Ribeiro *et al.*, 2017). No Brasil, esse evento se reproduziu em Santa Catarina, em 2008, onde 135 pessoas perderam suas vidas, como também no Rio de Janeiro, em 2011, quando foram registradas mais de 900 mortes (Machado e Zacarias, 2016).

A literatura vigente trata o assunto em pauta como ‘movimento de massa’, no entanto esse estudo delimita a discutir uma das classificações proposta pelo IPT, que associa os movimentos de massa às encostas aos deslizamentos (IPT, 2013). Nesse prisma, deslizamentos significam movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador a infiltração de águas (Machado e Zacarias, 2016). Portanto, o objeto desse artigo é o *deslizamento de massas*, expresso nos *deslizamentos de terra* próximos as encostas das falésias.

Conforme ainda estudos de Machado e Zacarias (2016), os deslizamentos de massas podem ser mais recorrentes em áreas inapropriadas para moradias residenciais que, em combinação com a indevida ação humana, criam as condições propícias para a ocorrência desse tipo de desastre ambiental nas cidades brasileiras. Como também esse evento ambiental pode ser resultado da ausência de infraestrutura, grande incidência de chuvas, algo típico na Amazônia, mais a saturação do solo aumentam a probabilidade de

desastres ambientais, colocando as pessoas em um contexto de risco e com perdas de vidas humanas (Assis, 2017). Afinal, o risco só existe na presença do homem, visto que se refere à exposição a dado perigo (Barros e Bulhões, 2006).

Para agravar ainda mais o contexto de risco, diversos autores são unânimes em dizer que muitas das populações subestimam a possibilidade desse desastre e/ou negam que convivam em áreas suscetíveis aos deslizamentos de massas (Barros e Bulhões, 2006; Cerqueira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2017; Vieira e Furtado, 2005). Esse comportamento de negação para com esse tipo de sinistro é cômodo também para as gestões públicas locais, por deixarem de alocar recursos de seus orçamentos para investir em obras de contenção.

Esse descaso das populações para com os deslizamentos de massas é, sobretudo, decorrente da falta de informação e de conhecimento das próprias famílias, de que elas mesmas podem ser potenciais vítimas desse tipo de desastre ambiental. Defende-se que o foco elementar não seja os deslizamentos de massas, mas que o risco maior seja a falta de informação e de conhecimento das famílias que habitam em torno das encostas, de como se prevenir a esse tipo de sinistro, como estratégia para não se tornar vítimas de deslizamentos.

Portanto, o problema do qual trata esse artigo é a falta de informação e de conhecimento das famílias sobre os riscos de deslizamentos de massas, na perspectiva de poderem se prevenir e antecipar a esse sinistro, daí o grande diferencial desse trabalho. Diante desse olhar, o artigo parte da seguinte linha de investigação: de que maneira a produção de mapas temáticos, com indicação das áreas suscetíveis aos deslizamentos de massas, pode contribuir para solucionar a falta de informação e desconhecimento das comunidades que habitam no em torno das encostas das falésias?

Essa questão de estudo se justifica por se acreditar que, quanto maior for à informação e o conhecimento sobre os deslizamentos de massas, menor é o risco de as famílias serem vítimas deste desastre. Para tanto, propõe-se a elaboração de um mapa temático, com as devidas indicações dos pontos suscetíveis de riscos de deslizamentos de massas, como ferramenta para auxiliar as famílias na prevenção contra este tipo de sinistro.

O objetivo do presente artigo é avaliar a suscetibilidade de deslizamento de massa na região costeira de Vila do Conde, a partir da produção de mapas temáticos, constituídos pelas áreas e os pontos de riscos aos quais as famílias estão acometidas desse tipo de desastre.

2.MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A presente pesquisa foi realizada na Vila do Conde, precisamente na sua região costeira (delimitada na figura 1), localizada no Município de Barcarena, situado na mesorregião Metropolitana de Belém, fazendo limite, ao norte, com o Município de Cachoeira do Arari; ao sul, com os Municípios de Moju e Abaetetuba; a leste faz divisa com Belém e Acará; e oeste com o Município de Ponta de Pedras. Barcarena pode ser acessada por via terrestre, pela BR 316, a altura do Km-11 no Município de Marituba (via Alça Viária), como também se tem a opção por via fluvial, saindo de Belém (Feira do Ver-o-Peso) rumo ao porto de Barcarena, em São Francisco.

Figura 1. Localização da Região de Vila do Conde, em Barcarena, Pará.



O Município de Barcarena é composto por várias unidades (Itupanema, Sirituba, Vila do Conde e outras mais). A região de Vila do Conde foi escolhida como *lócus* de pesquisa, em função deste local ser considerado uma área suscetível aos deslizamentos de massas. Dados extraídos do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Barcarena – PDDB mostram que, no ano de 2008, foi registrada a ocorrência de um desastre ambiental dessa modalidade, onde várias casas foram atingidas, inclusive resultando na morte de uma criança (PDDB, 2016). Segundo essa mesma fonte, no ano de 2012, em função de fortes chuvas, essa região vivenciou novos desmoronamentos de falésias, trazendo prejuízos materiais para muitas moradias e comércios locais.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia da pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: (a) teórica e (b) prática. Os fundamentos teóricos foram obtidos a partir da pesquisa bibliográfica, cuja estratégia foi à revisão de um conjunto de autores que discutem os deslizamentos de massas.

O levantamento bibliográfico teve como fonte a biblioteca do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociência da UFPA. Outra fonte foi à rede mundial de computadores, a *internet*, particularmente o *Google* acadêmico e o portal de periódicos da CAPES. Também fizeram parte desse estudo à análise documental, centrada no relatório do Serviço Geológico do Brasil (CPRM); do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

A parte prática refletiu duas etapas distintas: pré-campo e a fase de campo. No momento pré-campo foi feito contato preliminar com os sujeitos da pesquisa, os agentes públicos, representantes do Corpo de Bombeiros, da Defesa Civil e da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano (SEMDUR), por serem estes agentes os responsáveis pelo levantamento das questões técnicas e físicas das encostas de Vila de Conde.

Na etapa de campo foram utilizados dois instrumentos para gerar dados e informações sobre os riscos de deslizamento de massas: (a) ficha de campo e (b) aplicação de questionário, por meio de entrevista. A aplicação do questionário aos sujeitos da pesquisa gerou respostas diversas sobre o problema trabalhado nesse artigo, cujas informações produzidas foram organizadas em forma de quadro para, em seguida, proceder-se das devidas análises e com o apoio dos autores que fundamentaram o tema aqui defendido. Quando oportuno, foram acrescentadas figuras correspondentes às situações levantadas sobre o objeto de estudo.

A ficha de campo refletiu as observações e seguiram os critérios recomendados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2013), o qual contempla: (a) caracterização do local, com recorte na região costeira, com observância nas condições de construções para moradias, das vias de acesso terrestre, pavimentações; (b) evidências de movimentações de solos e rochas; (c) presença de água, com atenção nas concentrações das águas de chuvas. Este relatório foi estruturado em 10 (dez) eixos temáticos, visando gerar subsídios para compor os mapas temáticos. O questionário, por sua vez, foi estruturado em oito eixos, contendo a caracterização da área de estudo, fatores que contribuem para os deslizamentos e situação das famílias do local, identificação de indícios de deslizamentos, levantamento da contribuição da água para a suscetibilidade ao deslizamento,

caracterização do grau de risco para a área pesquisada e quais tipos de ações preventivas que as empresas instaladas no município promovem para conter os deslizamentos, cujas respostas orientaram também a produção do mapa na região da Vila de Conde.

Para a confecção dos mapas cartográficos temáticos foram usados *Softwares PDF Maps* ou *Google Maps, GoogleEarth Pro*, visando à espacialização de informações e o *QGIS-2.8*. Também foram utilizados *GPS* de navegação, *Drone DJI – modelo phantomAdvanced* e câmera fotográfica para a coleta de imagens, referentes às evidências de riscos de deslizamentos, com recorte na área correspondente à zona costeira da Vila do Conde, precisamente a encosta da falésia, cuja amostra estudada representou 2 km de extensão.

Os mapas representam as áreas propensas aos deslizamentos de massas, os quais foram classificados, conforme critérios do Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM.

Quadro 1. Critérios de mensuração de suscetibilidade ao risco de deslizamento de terras.

Graus	Nível de Risco	Probabilidade de Ocorrência	Cor/alerta
A	Baixo	Quando não for observado indício de processo destrutivo, em encostas ou margens de drenagens.	Verde
B	Médio	Quando se observa indício de instabilidade, em encostas, havendo reduzida possibilidade destrutiva.	Cinza
C	Alto	Quando se observa significativo indício de instabilidade, como trincas no solo e outros, podendo haver eventos destrutivos.	Amarelo
D	Muito alto	Quando se observa expressiva instabilidade, cujas trincas forem visíveis, principalmente em moradias, com fortes possibilidades de eventos destrutivos.	Vermelho

A partir desses indicativos foi mensurado e avaliado o grau de risco em que as famílias instaladas na área pesquisadas, podem ser potenciais vítimas de deslizamentos de massa.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Riscos Geomorfológicos na Região de Pesquisa

Os deslizamentos de massas têm relação direta com os fatores Geomorfológicos e Geológicos, exibidos ao longo da escarpa existente na Vila do Conde que, dependendo da ocupação e degradação da sua zona de ruptura de declive, decorrente da ação ambiental e humana, pode resultar em aceleração do risco de erosões, escorregamentos.

A geomorfologia da área investigada é constituída por dois segmentos bem distintos: por sedimentos do Terciário, presentes na porção continental do Município e sedimentos Quaternários, observados nas margens dos rios, na sua porção insular, onde predominam

a formação barreiras (GUIMARÃES, 2005). Estudos de Santos et al. (2003) constataram que na porção continental predomina o solo argissolo amarelo Distrófico típico (Pad), cuja característica dominante é a textura arenosa. Como, nota-se, este tipo de solo é favorável aos deslizamentos de massas e que é acentuado pelo processo de depredação do próprio solo, efeito de ação antrópica.

Das causas Geológicas que deflagram os deslizamentos de massas, a ficha de campo apurou as fraturas no solo, estrutura do solo descontínuo ou não linear, e contrastes na permeabilidade do solo. Dos fatores geomorfológicos, foram evidenciados que as encostas são constituídas por solos de pouca pavimentação e assentados em Solo arenoso. Ao lado das causas geomorfológicas e geológicas tem igual importância para deflagrar os movimentos de massas os fatores antrópicos. Para este último risco, foi apurado o seguinte resultado, em conformidade com as respectivas respostas dos agentes públicos entrevistados.

Tabela 1. Fatores antrópicos indutores dos deslizamentos de massas.

Impactos	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
Nas Encostas	Presença de Aterros, entulhos e lixos diversos.	Presença de Aterros, entulhos e lixos diversos.	Presença de Aterros, entulhos e lixos diversos.

É notória a influência que desempenham os depósitos naturais, ou fatores antrópicos, na dinâmica dos escorregamentos. Estes depósitos encobrem e por vezes alteram as geometria e declividades da encosta, o que no geral afeta a instalação dos deslizamentos de terra.

Os fatores antrópicos estão relacionados com os impactos de atividades humanas e, no geral, inicia-se com a remoção da vegetação natural, seguida pela construção de moradias nas encostas, onde, muitas das vezes, a área é carente de esgotamento sanitário e de um sistema adequado de drenagem (NASCIMENTO, 2006). Nesse ambiente precário para moradia, foi constatado que as populações lançam águas servidas que, somadas com as águas pluviais, entre outros fatores, desencadeia na erosão, tornando o solo suscetível aos deslizamentos de massas.

Na ficha de campo foram contabilizados os seguintes fatores antrópicos para os deslizamentos de massas em Vila de Conde: lançamento de águas servidas; lançamentos concentrados de águas das chuvas e sem canais para escoamento; vazamento nas redes de abastecimento d'água; infiltrações de águas de fossas sanitárias; recortes com declividade no topo da falésia; execução inadequada de aterros; e disposição de resíduos sólidos.

Além da elevada incidência de chuvas, algo típico da área pesquisada, o processo de deslizamento de massas pode ser incrementado pelas altas marés e, rebentação violenta de ondas. Assim, estas ações, em determinadas épocas do ano, e, sobremaneira, nas marés de sizígia, erodem o solo e as encostas, não raramente deflagrando processos gravitacionais, que em função de fatores Geomorfológicos da área pesquisada, tornam a mesma suscetível à incidência de fluxos densos, colocando em risco as famílias que ali residem.

Dentre os fatores Geomorfológicos, derivados da ação aquática, a ficha de campo acusou a presença de encharcamento dos solos que, associado aos solos arenosos, propicia os deslizamentos de massas, colocando em risco as falias que ali residem.

Digno de nota é a verificação de aterros com entulhos, como componentes de substrato de construções desordenadas, usadas para residências, para as famílias sem opção de moradias. Estes elementos se inter-relacionam para contribuir com a erosão das encostas. Para Nascimento (2006), este processo tem direta relação com as características do material que a compõe as vertentes, influenciada também pelo clima, regimes e ciclos de marés, além das ondas atuantes e à existência ou não de faixas arenosas dispostas defronte à porção viva das falésias. Nogueira (2006) considera que o adensamento destas áreas, por deposição de materiais e/ou por assentamentos sem qualquer planejamento, pode resultar em desastres associados aos escorregamentos, com perdas materiais e humanas.

Figura 2. Suscetibilidade de deslizamentos de massa envolvendo residências



Mapeamento das Áreas de Risco de Deslizamento na Região de Vila do Conde

A infraestrutura urbana do sistema construído, constituída por sistemas de esgotos, drenagem e pavimentação, é de suma importância para evitar os deslizamentos, na medida em que as águas produzidas têm correto destino. As opiniões dos técnicos dos entes municipais, acerca das condições da infraestrutura.

Tabela 2. Condições da infraestrutura na área pesquisada.

Estrutura	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
Nível	Pouco estruturada	Não existe infraestrutura	Infraestrutura precária

Este resultado mostra que, na opinião dos profissionais responsáveis pelas ações públicas, a infraestrutura superficial do ambiente pesquisado é precária, o que pode ser facilmente comprovado pelas investigações de campo e que, em combinação com a inclinação da escarpa, geralmente próxima de 90°, torna-se favorável à deflagração dos deslizamentos de massa, aumentando o risco das famílias, que ali residem, serem vítimas de um possível evento. No geral, as fontes de pesquisa relataram que Vila do Conde, carece de pavimentação, de rede de esgoto, saneamento e de um sistema de drenagem pluvial eficiente.

Não obstante a este resultado, as investigações de campo constataram que as condições das vias de tráfego terrestre, no topo do relevo, apresentam trechos consideráveis com boa pavimentação. O problema crucial é que, por vezes, encontram-se próximas a ruptura de declive da falésia, em segmentos cujas inclinações variam entre 60° a 90°. Também foram constados tipos de materiais na base da falésia pesquisada.

Tabela 3. Materiais mais encontrados nas encostas.

Materiais	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
Tipos	Aterro, seguido de entulho e lixo doméstico	Aterro, seguido pelo lixo doméstico e entulho	Entulho, seguido pelo Aterro e lixo doméstico

As fontes pesquisadas foram unânimes em dizer, que os materiais que se acumulam nas encostas são de três categorias: aterros, entulhos e lixos domésticos que, em combinação, produzem um antropossolo, altamente instável, e altera as condições de estabilidade geomorfológica na área pesquisada. Desta forma, a constituição do solo é alterada e torna a área suscetível aos deslizamentos e representativa de risco para as famílias que ali habitam.

Os depósitos de entulhos, detritos e resíduos sólidos em gerais contribuem para aumentar os riscos de movimento de massa nas encostas. Aqui se torna oportuno salientar, conforme Cerqueira (2010), que o termo risco tem relação direta com o planejamento da gestão pública, tendo como agenda de trabalho os perigos de desastres naturais, principalmente os deslizamentos de terra. Isto indica que na área pesquisada há uma carência no planejamento da gestão para dar correta destinação aos materiais residuais produzidos. Um efeito nocivo que se verifica durante a execução dos trabalhos de campo

é o abandono, pelas famílias, de suas residências, ainda que em muitos casos houvesse o remanejamento.

Os deslizamentos de massa podem ser caracterizados por vários aspectos e situações, de acordo com os entrevistados.

Tabela 4. Evidências mais frequentes de deslizamento na área pesquisada.

Tipos	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
Evidências	Deslizamentos de terra e/ou destruição da cobertura vegetal.	Grande incidência de chuvas, maré alta e as indevidas ações humanas.	Erosões e as fissuras nas paredes dos barrancos.

Segundo estas fontes oficiais municipais, as principais evidências de deslizamentos de terra na área estudada, são: deslocamento/destruição da cobertura vegetal; elevada incidência de chuvas, maré alta e as ações humanas, além da ativação natural das fissuras/fraturas nas paredes das encostas, impondo desequilíbrio na estrutura da paisagem. Estas evidências se organizam para produzir o solapamento das encostas da falésia e que, em última análise, podem acomodar erosões, seguidas ou não de escorregamentos/deslizamentos de massas.

Oportuno reafirmar que as atividades de investigação “*in loco*”, por conta dos trabalhos de campo, no decurso desta pesquisa, corroboraram estes e outros indícios de deslizamentos na área de estudo, conforme indicados pelos agentes públicos, além de outros, tais como: trincas em moradias; trincas no terreno; degraus de abatimento; árvores, postes e muros inclinados; solapamento de margens; e registros de escorregamento. Constatou-se fraturas no maciço da encosta, as quais sofrem ativação durante os eventos danosos.

Estudos do IPT confirmam que a instabilidade das encostas gera feições, que permitem analisar a suscetibilidade da possível ruptura, indicando a iminência de deslizamentos de massas, a partir da presença de fendas preexistentes pelo “embarrigamento” de estruturas de contenção, como também pela inclinação de estruturas rígidas, como postes, árvores, etc., que se manifestam nas trincas no terreno e residências (IPT, 2013).

É relevante ressaltar que, ainda que sejam apenas indícios, o maciço ao longo das encostas é profundamente alterado do ponto de vista intempérico, o que o torna muito susceptível a uma evolução degradacional ao longo do escarpamento da falésia.

Tabela 5. Contribuições da água para os deslizamentos de terra na área pesquisada.

Fatores	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
As águas da chuva têm destinação correta.	Não	Não	Não

As águas residuárias domésticas e industriais são canalizadas para locais apropriados.	Não	Não	Não
O vazamento de tubulação é algo constante neste local.	Sim	Sim	Sim
São constatadas frequente exposição de fossas.	Sim	Sim	Sim

Pelas respostas dos informantes pode-se inferir que, a água desempenha um importante fator de condicionamento dos deslizamentos de massa, pois foi verificado que na área de estudo há a ausência da destinação e tratamento adequados. Isto significa dizer, que a água dos esgotamentos e mesmo as das chuvas, por si sós, não sejam a causa do problema de deslizamento de massas.

Desta forma, há uma ausência de um projeto satisfatório de engenharia hidráulica, para a infraestrutura local, cuja falta se faz sentir, na possibilidade de vir a produzir um incremento dos deslizamentos, durante o fluxo hídrico não devidamente canalizado.

A ficha de campo confirmou estas evidências, pois foi constatado um ambiente com potenciais pontos críticos, indo desde vazamentos de tubulação, com desperdícios de água até a exposição de fossas. Esta situação reflete a precária condição da rede de drenagem superficial do ambiente pesquisado, o que se torna um importante agente para promover os deslizamentos, conforme descrito no parágrafo anterior. Nesse caso, reflete-se a conclusão de Almeida Filho (2005, p. 39), para quem “a água da chuva é reconhecidamente o principal elemento climático de importância direta no desenvolvimento dos processos erosivos”.

Outro aspecto importante no controle do escoamento superficial nas partes planas do relevo, e mesmo nas posições de vertentes, diz respeito à vegetação. Assim, a preservação da cobertura vegetal é essencial, para um controle significativo da erosão. Quanto à caracterização da tipologia da vegetação, tem-se de acordo com Costa e Fonseca (2016) que:

“Barcarena apresenta vegetação tipo Hiléia, caracterizada por árvores de grande porte. Por outro lado, tendo em conta o processo de ocupação do solo amazônico, observa-se que a cobertura vegetal primitiva de Floresta Densa dos Baixos Platôs do Pará/Maranhão foi quase totalmente substituída, pela ação dos desmatamentos para o plantio de espécies agrícolas de subsistência, dando ensejo nas áreas, em pousio, à regeneração florestal com diferentes estágios de desenvolvimento da Floresta Secundária”.

De fato, a cobertura vegetal assume papel fundamental na proteção do solo contra o impacto das chuvas, diminuindo assim a desagregação das partículas do próprio solo, de

modo a inibir a infiltração, isto é, a vegetação funciona como proteção física natural do solo. Ao contrário, os desmatamentos torna o solo desprotegido e encharcado, cujo processo se acentua com a falta de drenagem e de um sistema de esgoto para escoar as águas das chuvas e domésticas que são lançadas, tornando-se elemento que, adicionadas aos demais, gera os deslizamentos de massas. Neste contexto, os programas para evitar o desmatamento são de grande relevância.

Tabela 6. Programas para evitar o desmatamento na região pesquisada.

Programa	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
Tipos	Não se conhece um programa voltado para esta finalidade.	O Município conta com algumas iniciativas para esta finalidade.	Este assunto compete a SEMADE.

As informações obtidas a partir das entrevistas, com os técnicos responsáveis junto aos órgãos municipais, sugerem que a área pesquisada, experimenta a degradação da cobertura vegetal e consequente desmatamento. Neste contexto, a degradação vegetal é um importante fator, que incrementa a possibilidade de deslizamentos de massa e, impõe risco à segurança das famílias, que habitam nas encostas de Vila do Conde.

No relatório de campo foi registrada a presença de poucas árvores, vegetação rasteira e muitas áreas desmatadas. Este desequilíbrio ambiental, na área pesquisada, se traduz em situações de deslizamentos nas encostas naturais; em solapamentos das encostas; fluxo denso por corrida e por rastejamento, colocando em risco as residências.

Em um contexto mais holístico, pode-se postular que o próprio homem também contribui para a deflagração dos deslizamentos de terra, na medida em que ao desmatar, construir nestas áreas sem qualquer estrutura, despejar resíduos diversos, e alterar as condições físicas do solo e/ou desviar os cursos naturais, atua como uma espécie de mecanismo, por vezes retardado, para a instalação do evento ambiental danoso. Assim, opina-se que as ações antrópicas ao longo da trajetória da escarpa da falésia de Vila do Conde depreciam a encosta da mesma e, por conseguinte, pode ajudar a promover a movimentação de terra. Nos resultados deste trabalho os fatores de deslizamentos de massas podem ser induzidos pelas atividades do homem, que modificam as condições naturais do relevo e instabilizando-o por meio de cortes para construção de moradias, aterros, lançamentos concentrados de águas sobre as vertentes, estradas e outras obras (IPT, 2013).

Tabela 7. Circunstâncias dos deslizamentos de terra na área pesquisada

Tipos	Bombeiros	Defesa	SEMDUR
-------	-----------	--------	--------

	Civil		
Escorregamentos de encosta natural	Sim	Sim	Sim
Escorregamentos em taludes de corte	Não	Não	Não
Solapamento de margem	Não	Sim	Não
Erosão	Sim	Sim	Sim
Depósitos na encosta	Sim	Sim	Sim
Desplacamento	Não	Não	Não

Investigando os dados apurados pela inquirição dos técnicos, dos três órgãos municipais, responsáveis por interagir com a população durante os sinistros ambientais, se concluiu que os fluxos densos ao longo das encostas se devem aos escorregamentos de encostas naturais; a erosão das rochas alteradas da base das falésias, pela ação das marés, bem como a instabilização dos vários tipos de depósitos naturais e antropogênicos das encostas.

Os resultados se traduzem como elementos condicionantes, parciais ou integrais dos deslizamentos de massas: as intervenções antrópicas, com substituição da vegetação para a construção de residências (e com depósito na encosta de aterro, entulhos e lixo domésticos); passando por aspectos naturais, da constituição do solo por materiais residuais, saprólitos e rochas alteradas (com inclinação próxima a 90°), até a drenagem pluvial deficitária e de precária infraestrutura.

O pessoal técnico, dos órgãos municipais pesquisados, elencou uma correlação interessante de maior ou menor quantidade de processos (Tabela 8), os quais se verificavam quando do atendimento as situações de deslizamento de massas, em Vila do Conde.

Tabela 8. Frequências e tipo de deslizamento na área pesquisada.

Frequências	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
Maior	Erosões	Erosões	Erosões
Menor	Escorregamentos de encostas	Escorregamentos de encostas	Escorregamentos de encostas

Conforme estas fontes, os deslizamentos decorrentes da deflagração por erosões, ao longo de certos segmentos da trajetória da falésia, são os mais frequentes na área estudada, sendo que os escorregamentos naturais das encostas ocorrem com menos frequência. Então, as erosões, como fator de deslizamento, colocam as famílias em uma situação de alerta, pois vivenciam a possibilidade de serem vítimas de desastres, por erosão decorrente da evolução estuarina.

É fundamental tomar por norte a definição de Almeida Filho (2005), para ter noção dos prejuízos que a erosão pode provocar na área pesquisada, pois a mesma significa desagregação e remoção do solo ou fragmentos e partículas de rochas, sendo, por conseguinte, importantes para a Vila do Conde, a ação combinada da gravidade com a água. A erosão se manifesta como fenômeno resultante da ruptura de equilíbrio do meio ambiente, decorrente da transformação drástica da paisagem por eliminação da cobertura vegetal natural.

O relatório de campo também apurou erosões e fissuras/fraturas nas paredes das encostas naturais. Este contexto de risco abrange a estrutura das construções de seis (6) residências, sendo que a média de pessoas por habitação é de cinco moradores, indicando que estas famílias que ali residem podem ser vítimas de deslizamentos de massas.

Por isso que as construções desordenadas nas áreas inapropriadas para moradias refletem as estatísticas, apresentadas por Machado e Zacarias (2016, p. 32), que apuraram tragédias de deslizamento de terra em muitas das cidades brasileiras, como em Santa Catarina, em 2008 (com 135 mortes) e no Rio de Janeiro, em 2011 (com mais de 900 mortes).

A segurança das famílias fica ainda mais em risco, quando se nota que a estrutura geológica de Barcarena é constituída por solo, nas margens dos rios, representada por sedimentos fluviais recentes constituídos de cascalhos, areias, *silt*es e argilas, do período Quaternário (Santos *et al.*, 2003). Portanto, a depreciação das encostas, por ações antrópicas e naturais, mais o tipo de solo, contribuem aumentar o risco de deslizamento de massa.

Medidas Estruturais e não Estruturais de Contenção aos Deslizamentos de massa

As obras estruturais e não estruturais são de fundamental importância para prevenir os deslizamentos de terras. Elas devem fazer parte do processo de urbanização das cidades, sob este tipo de risco natural, o que exige investimentos no sistema de infraestrutura.

Tabela 9. Medidas de contenções estruturais e não estruturais.

Medidas	Bombeiros	Defesa Civil	SEMDUR
Estruturais	Construção da orla	Construção da orla	Construção da orla
Não Estruturais	Limpeza	Limpeza	Limpeza

Segundo as respostas das fontes pesquisadas, o poder público local investe, prioritariamente, na construção da orla, notadamente em muros rebaixados de contenção, como principal medida estrutural para conter os desmoronamentos, propiciados pelo

avanço dos mares, em Vila do Conde. No geral, a região pesquisada carece de infraestrutura e de um sistema de drenagem superficial, pois não se observou indício deste tipo de obra, na parte central de Conde. Por outro lado, as medidas não estruturais se traduzem na limpeza, visando para a qualidade do lazer dos visitantes, como a coleta de lixo doméstico.

A ausência de infraestrutura na área estudada foi, também, indicada na pesquisa de Barros e Bulhões (2006), para quem os riscos de deslizamentos de terra têm íntima relação com a ausência de infraestrutura que, acentuados por chuvas, deflagrados pela saturação do solo, aumenta a probabilidade de desastres naturais, colocando as pessoas em risco de deslizamentos de massas e, sobretudo, de perdas sociais, econômicas, culturais e ambientais.

De acordo com as fontes supras duas delas assinalaram ações, de um interessante embrião, de Parcerias Público-Privadas (PPP), onde as empresas atuam em forma de colaboração com a Prefeitura para construir obras de contenção.

Tabela 10. Ações das empresas para conter os deslizamentos de massa em Vila do Conde.

Tipos de Ações	Bombeiros	Defesa Civil*	SEMDUR
Parceria com a Prefeitura	Construção da orla	Não há preocupação por parte das Empresas	Construção da orla

* Esta fonte relatou que são lentas as respostas das empresas, para o problema dos deslizamentos, onde, muitas das vezes, é a Prefeitura quem arca com os danos ambientais causados pelos empreendimentos.

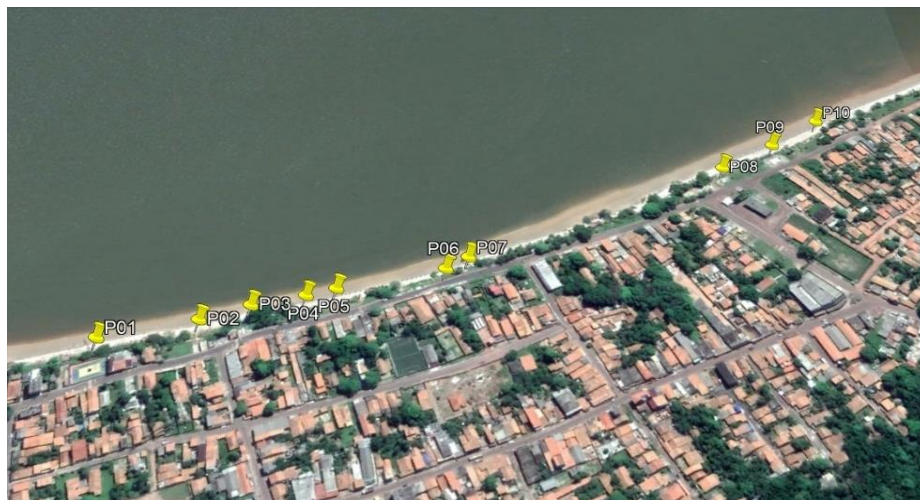
Os interlocutores dessa pesquisa foram unânimes em relatar que, quando os assuntos são as obras estruturais para conter os deslizamentos de massas, não há intensa preocupação por parte das empresas instaladas em Barcarena para com este problema na região estudada.

Os problemas ambientais têm recorrência em Barcarena, sendo que os mais comuns têm relação direta com a atividade mineradora, com sérios danos socioambientais, por serem os mais visíveis em curto prazo. Uma amostra dos reveses dos desastres ambientais é as famílias, as quais, compulsoriamente, têm que ser remanejadas pela Defesa Civil para espaços públicos, como escolas e ginásios (NASCIMENTO; FREITAS, 2010). É despidiendo também relatar que a contaminação do meio ambiente aquático afeta diretamente as famílias que residem em Vila do Conde, visto que estes sinistros se

traduzem em dificuldades de obter água potável, gerar renda, dado a contaminação dos peixes, afetando o turismo local.

Com base nesses resultados, e corroborado pelas imagens de satélite obtidas pelo *Google Earth*, apresenta-se as áreas propensas aos deslizamentos de massas na área pesquisada, em forma de mapa.

Figura 3. Evidências de suscetibilidade de deslizamentos de massa em Vila de Conde.



No geral, as inferências na região estudada mostram, a partir desse mapeamento, que a suscetibilidades de deslizamento de massa se concentram precisamente nos Pontos (P): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 (**Pontos amarelos**).

Portanto, a análise permite dizer que a região da Vila do Conde, com notoriedade as margens da Baía do Marajó, está inserida na **Classe Alta Risco (Risco C)**, por ocorrer significativo indício de instabilidade nas encostas, manifestada em: trincas no solo, terrenos e moradias; árvores, postes e muros inclinados; solapamento de margens; erosões destrutivas. Este resultado reverbera os achados do Serviço Geológico do Brasil que, ao mapear os riscos de deslizamentos de massa em Barcarena, classificou a Vila do Conde como “alto risco para esse tipo de desastre ambiental, evidenciando a área estudada” (Costa e Fonseca, 2016, p. 20).

4.CONCLUSÃO

O presente artigo avaliou a suscetibilidade de deslizamento de massa na Região da Vila do Conde, no Município de Barcarena, Estado do Pará.

Para fomentar esta proposta, aplicou-se o instrumento do questionário aos agentes dos Bombeiros, da Defesa Civil e da SEMDUR, acompanhado das observações e registros na ficha de campo sobre os casos de riscos de deslizamentos de massas na Vila do Conde. E, com base nos resultados alcançados, apurou as seguintes sínteses conclusivas para esse tema.

O estudo revelou que a cobertura de paisagem (“*land cover*”), que se manifesta através dos depósitos antropogênicos (aterros, entulhos e lixos domésticos), encobre e modifica partes significativas dos níveis de topo e das encostas e, também, afetam a dinâmica do escorregamento, uma vez que associada aos latossolos e rochas terciárias alteradas, do grupo barreiras, encontram-se dispostos sobre uma paisagem, com amplitude propícia. A ação gravitacional instabiliza esse conjunto Geológico/Geomorfológico e o sistema construído, cujo processo é acentuado pela elevada incidência de chuvas, violentas marés, ventos fortes e ondas, os quais depreciam as encostas, tornando a área suscetível aos deslizamentos.

A pesquisa indicou que a infraestrutura superficial do ambiente pesquisado é precária, pois carece de pavimentação, de rede de esgoto, saneamento básico e de um sistema de drenagem pluvial eficiente que, em combinação com a inclinação do solo (próxima de 90°), tudo isso tornando a área suscetível aos deslizamentos de massa. Essa evidência se manifestou na presença de trincas/fissuras (rupturas superficiais); fraturas (descontinuidade ao longo das encostas) em terrenos e moradias; muros inclinados; solapamento de margens; etc. Outros fatores contribuem para esse processo, como: despejo de água, vazamentos de tubulações, etc.

Quanto às medidas estruturais e não estruturais, o estudo constatou que são realizadas programas em forma de parceria público-privada, entre a prefeitura do município e as empresas instaladas em Barcarena. Todavia, constatou-se que essa integração dá enfoque apenas na construção de muro baixo de contenção, acompanhado por pavimentação de calçada, precisamente ao longo da orla da praia de Caripi, como estratégia para conter o avanço da erosão costeira, a depreciação das encostas e os deslizamentos de massa. Todavia, o Relatório da Ficha de Campo registrou que esse empreendimento parece ser desenvolvido em ritmo lento, com visibilidade na praia de Caripi, não atendendo as reais demandas de segurança das famílias, a não serem os serviços de limpeza de resíduos sólidos.

Diante destes evidências alcançadas, conclui-se que: as famílias vivenciam **Alto Risco** de suscetibilidade de deslizamento de massa, indicando que a população deve estar em

constante alerta para a possibilidade de ocorrência deste sinistro na Vila do Conde, podendo esse risco se tornar **Muito Alto**, decorrente de ocupações desordenadas na base e/ou no próprio topo das encostas, com inclinação acima de 60° e amplitude de relevo de 10 metros.

Essa conclusão reflete os achados dos estudos de Highland e Bobrowsky (2008), de que as medidas mitigadoras apropriadas para conter os movimentos de massa não são adotadas também na área investigada.

Ainda que os resultados dessa pesquisa tenham acenado positivamente para os riscos de deslizamentos de massa, expressos nos pontos inclusos no mapa temático, acentuados pela falta de informação e conhecimento desse sinistro, esse grave problema não é inerente apenas a Vila do Conde, mas, apoiando-se no método indutivo, pode estar se reproduzindo em outras regiões do Estado do Pará, Amazônia e outras partes do Brasil. A abrangência desse risco, e que coloca as famílias em perigo de vida, exige estudos futuros para investigar os canais de informação e comunicação, como ferramentas para enfrentar e antecipar os deslizamentos de massa.

5.REFERÊNCIAS

- Ab'saber A (2005). Litoral do Brasil. Tradução: Charles Holmoquist. São Paulo: Ed. Metalivros, 281 p.
- Almeida Filho GS (2005). Em foco: controles de erosão. Fundações & Obras Geotécnicas 6(3):72-83.
- Assis LE (2017). Avaliação geológico-geotécnica em áreas de susceptibilidade a movimentos de massa em rio piracicaba. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG.
- Barcarena (2016). Barcarena e a dinâmica social do território. Rio de Janeiro: PUC/RIO. https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/17822/17822_4.PDF. Acesso 20 setembro 2019.
- Barros FML, Bulhões EMR (2006). Geomorfologia costeira e riscos: diferentes abordagens, contribuições e aplicabilidades. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Geomorfologia Tropical e Subtropical: Processos, Métodos e Técnicas, realizados de 6 a 10 de setembro, em Goiânia/GO.
- Brasil (2017). Leis 12.608/2012, 12.340/2010, 10.257/2001. Ações de prevenção e mitigação de riscos de desastres apoiadas pelo Mrcidades. Brasília, DF, Ministério das Cidades.
- Brasil. Ministério da Integração Nacional (2017). Módulo de formação: noções básicas em proteção e defesas civil e em gestão de riscos. Brasília, DF, Departamento de Minimização de Desastres.

Brasil. Ministério da Integração Nacional (2015). Construindo Cidades Resilientes. Brasília, DF, Departamento de Minimização de Desastres.

Carmo MBS, Costa SMF (2016). Os paradoxos entre os urbanos no município de Barcarena, Pará. URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana 8(3):291-305.

Carmo ED (2011). Ordenamento Territorial e Deslocamentos de Comunidades Locais em Barcarena – Amazônia Oriental: usos, abusos e saberes. II Conferência do Desenvolvimento – CODE, IPEA.

Chaves MS (2005). Dinâmica costeira dos campos petrolíferos de Macau/Serra, litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte. 135 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) – Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN, Rio Grande do Norte.

Cerqueira DC (2010). Vulnerabilidade das famílias residentes em áreas de risco de deslizamentos em Cubatão (SP). 100 f. Dissertação (Mestrado em demografia) – Programa de Pós-Graduação do instituto de filosofia e ciências humanas da Universidade estadual de campinas, São Paulo.

Crepani E, Medeiros JS, Hernandez Filho P, Florenzano TG, Duarte V, Barbosa CCF (2001). Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos/SP: Instituto Nacional de Pesquisa Espacial.

Costa A, Fonseca, D (2016). Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa. In: Serviço Geológico do Brasil: Pará, Barcarena, Ministério da energia, p. 26-34.

Costa JBS, Bemerguy RL, Hasui Y, Borges MS, Ferreira Júnior CAP, Bezerra PEL, Fernandes JMG, Costa ML (1996). Neotectônica da Região Amazônica: Aspectos Estruturais, Tectônicos, Geocronológicos e Estratigráficos. Geonomos, Belo Horizonte 4(2):23-54.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2008). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro (Serviço Geológico do Brasil).

Ferreira M. Aspectos históricos e cultura do município de Barcarena. <https://sites.google.com/site/portaldebarcarena/home/conhecendobarcarena/historia>. Acesso 8 junho 2020.

Fontes AL (2019). Geomorfologia costeira (Aula 3). <https://silo.tips/download/aula-3-geomorfologia-costeira-aracy-losano-fontes>. Acesso 20 junho 2020.

Freire LCS (2005). Determinação dos impactos ambientais na construção de um sistema hoteleiro nas falésias em Tibau do Sul/RN. J. Aquat. Sci. Technol 9(1):39-43.

Furtado JR (2014). Metodologia de avaliação de vulnerabilidade para mapeamento de áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações: proposta piloto em Santa Catarina. Florianópolis: CEPED/UFSC.

Furlan AA (2014). Falésias na Formação Barreiras: análise regional e proposta tipológica. 278 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, SP.

Fapespa. Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Pará (2015). População Total e Estimativa Populacionais, Pará e municípios, de 2009 a 2014. http://www.fapespa.pa.gov.br/anuario_estatistico/relatorios/demografia/Tabela1_De.htm. Acesso 20 setembro 2020.

Guimarães LAV (2005). Barcarena além de sua emancipação. <https://www.barcarena.pa.gov.br/portal/pagina?id=8&url=hist%C3%B3ria>. Acesso 2 março 2018.

Guzi D, Machado MA, Martins MM (2012). Boas práticas para conviver com os riscos de deslizamentos e inundações. Florianópolis/UFSC, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres.

Highland LM, Bobrowsky P (2008). O Manual de Deslizamento: Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos. Tradução: Paulo R. Rogério e Juarês José Aumond. Virginia: U.S. Geological Survey, Reston.

Igreja HLS, Borges MS, Alves RJ, Costa Júnior PS, Costa JBS (1990). Estudos Neotectônicos nas Ilhas de Outeiro e Mosqueiro, Nordeste do Estado do Pará. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Natal.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2013). Relatório técnico n. 131.384-205: Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Vinhedo, São Paulo.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. População em áreas de risco no Brasil. Rio de Janeiro.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Glossário geológico. Rio de Janeiro.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). Cidades: Barcarena. Rio de Janeiro.

Jabur M (2012). A importância da adoção de planos preventivos de defesa civil nos municípios: O caso de Ribeirão Preto/SP. 129 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro/São Paulo.

Machado BRL, Silva HAC, Lira JRO (2019). Migração e desenvolvimento: uma análise do município de Barcarena-PA. *Novos Cadernos NAEA* 22(3):177-198.

Machado RR, Zacarias GM (2016). Giovanni Matiuzzi. Análise de Risco de deslizamento. *Revista ordem pública* 9(1):45-61.

Miranda LB, Castro BM, Kjerfve B, Kelvi CD. Princípios de Oceanografia Física em Estuários. São Paulo, Editora Edusp. 69 p.

Nascimento KA (2006). Caracterização dos processos erosivos nas falésias da Ponta Do Retiro, Litoral Norte do RJ. Dissertação (Mestrado em geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 106 f.

Nascimento M, Freitas TC (2010). Gestão urbanística no Município de Barcarena Pará. TCC (Especialização em Planejamento Desenvolvimento e Integração Regional) –

Programa de Pós-Graduação do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA/UFPA, Belém, 67 f.

Nogueira FR (2006). Gestão dos Riscos nos Municípios. In: Carvalho CS, Galvão T. (Org.). Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades.

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Barcarena (2016). Dinâmica urbana de Barcarena. , PDDU.

Ribeiro J, Vieira R, Tômio D, Daniel PA (2017). Análise da percepção do risco de desastres naturais por meio da expressão gráfica de estudantes do Projeto Defesa Civil na Escola. Rev. Desenvolvimento e Meio Ambiente 42(42):202-223.

Rosário RP (2016). Análise de processos oceanográficos no estuário do rio Pará. Tese (Doutorado em Geofísica) – Programa de Pós-Graduação em Geofísica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, Belém, 139 f.

Rossetti DF (2008). Ambientes costeiros. In: Florezano TG. (Org). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo, Oficina de Textos. 49 p.

Santos PL, Rodrigues TE, Silva JML, Valente MA. Documentos n. 154: Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Barcarena, Estado do Pará. Belém: EMBRPA, 2003.

Santos PL, Rodrigues TE, Silva JML, Valente MA (2003). Documentos n. 154: Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Barcarena, Estado do Pará. Belém: EMBRPA.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63736/1/Oriental-Doc154.PDF>. Acesso 17 abril 2020.

Santos RF (2007). Vulnerabilidade Ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília, DF, MMA.

Steinbrenner RA, Guerreiro Neto G, Bragança PL, Castro EMR (2020). Desastre da mineração em Barcarena, Pará e cobertura midiática: diferenças de duração e direcionamentos de escuta. Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde 14(2):307-28.

Vital H (2006). Erosão e progradação no litoral do Rio Grande do Norte. In: Muehe D (org.). Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília, MMA.

Vieira R, Furtado SMA (2005). Percepções frente ao risco de deslizamento. Rev. Geosul, Florianópolis 20(40):55-75.

Hidroelétricas e Modificações na paisagem no médio rio Araguari, estado do Amapá

Hydroelectric dams and landscape modifications in the middle Araguari river, state of Amapá

Maxwell Moreira Baia¹ | Orleno Marques da Silva Júnior² | Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva³

Resumo

A Amazônia brasileira concentra o maior potencial hidroelétrico do país cujo uso para produção de energia elétrica se intensificou a partir da década de 1970. Nesse período, o rio Araguari no estado do Amapá abrigou a primeira hidroelétrica da região. Outras duas hidroelétricas foram instaladas e entraram em operação no médio curso do rio Araguari na segunda década dos anos 2000. Por serem empreendimentos que causam grandes modificações na paisagem e no uso do solo, o objetivo do artigo foi analisar essas modificações no trecho entre as cidades de Porto Grande e Ferreira Gomes. A metodologia se baseou no uso de documentos já publicados sobre a temática e análise de imagens de satélite entre os anos de 2008 e 2020. De acordo com os resultados verifica-se que as maiores mudanças ocorreram na inundação das matas ciliares, de trechos rodoviários já existentes, erosão, desapropriação de terrenos ribeirinhos e mudança na organização dessas duas cidades. Assim, foi possível perceber que as principais mudanças ocorridas foram típicas das que ocorrem com a implantação de hidroelétricas na Amazônia dada as devidas proporções em função do porte reduzido das usinas.

Palavras-chave: Usinas Hidroelétricas, Rio Araguari, Alterações Ambientais, Amapá, Sensoriamento Remoto

Abstract

The Brazilian Amazon concentrates the greatest hydroelectric potential in the country, whose use for the production of electric power intensified as from the 1970s. During this period, the Araguari River in the state of Amapá housed the first hydroelectric plant in the region. Two other hydroelectric dams were installed and started operating in the medium course of the Araguari river between the second decade of the 2000s. As they are projects that cause major changes in the landscape and in land use, the objective of the article was to analyze these changes in the stretch between the cities of Porto Grande and Ferreira Gomes. The methodology was based on the use of documents already published on the subject and analysis of satellite images between the years 2008 and 2020. According to the results it appears that the biggest changes occurred in the flooding of riparian forests, of road stretches already exist, erosion, expropriation of riverside land and change in the organization of these two cities. Thus, it was possible to perceive that the main changes that occurred were typical of those that occur with the installation of hydroelectric plants in the Amazon given the due proportions due to the reduced size of the plants.

Keywords: Hydroelectric plants; Araguari River; Environmental Changes; Amapá

^{1*} Instituto de Estudos e Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Gerenciamento Costeiro do Amapá - Campus Fazendinha; maxwmoreirabaia.mmb@gmail.com

² Instituto de Estudos e Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Gerenciamento Costeiro do Amapá - Campus Fazendinha; orlenomarques@yahoo.com.br.

³ Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA – Campus Belém; engpaulapinheiropaiva@gmail.com

1.INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da infraestrutura na Amazônia instaurou-se na concepção de eixos de integração e desenvolvimento, sendo estes, planos e programas voltados para a logística de transporte, energia e telecomunicações (CASTRO, 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2020 REDON et al., 2020; SANTOS et al., 2020).

A logística de transporte se intensificou a partir da década de 1950 com a construção de rodovias na tentativa de integrar a região amazônica com o restante do País. O setor de energia e telecomunicações se intensificou em meados da década de 1970 com destaque para o advento das usinas hidroelétricas e linhas de transmissão visando atender as demandas dos grandes centros urbanos e preparar a região para receber grandes projetos de exploração e beneficiamento de recursos naturais.

Nesse cenário, a geração de energia por hidroeletricidade destacou-se na matriz energética nacional, em relação a outras fontes de energia elétrica (BERMANN, 2007). Isto deve-se em parte, a existência de grandes reservatórios de água doce na bacia Amazônica (MORETTO et al., 2012) e as quedas topográficas nos afluentes do rio Amazonas, a partir do Escudo brasileiro e do Escudo das Guianas (VAL et al., 2010). O que justificou a implantação de dezenas de grandes barragens e centenas de pequenas na região (FEARNSIDE, 2015).

Todavia, a construção e operação desses empreendimentos, provoca uma série de impactos, como por exemplo, modificações na hidrologia, alteração do fluxo de corrente, da vazão, alargamento do leito, aumento da profundidade, elevação do nível do lençol freático, mudança do fluxo hídrico de lótico para lântico e geração de pântanos; comprometimento de locais de desova de peixes; e modificações no solo através da erosão marginal com perda do solo e árvores, assoreamento provocando a diminuição da vida útil do reservatório (INATOMI et al., 2005; SILVA JUNIOR et al., 2018).

No Amapá, o rio Araguari recebeu a primeira hidroelétrica da Amazônia Brasileira, UHE Coaracy Nunes (1970-1975), com o objetivo de abastecer a capital Macapá e as empresas de Manganês que exploravam o minério no Estado, na região da Serra do Navio, em especial a Indústria e Comércio de Minérios S.A. (ICOMI). A partir de 2010 teve início a construção da segunda hidroelétrica na bacia, a UHE Ferreira Gomes e em 2014, a construção da UHE Cachoeira Caldeirão.

Assim, o objetivo do presente artigo é mostrar alterações na paisagem do médio Araguari em função da presença da construção de usinas hidroelétricas. Os anos analisados foram entre 2008 e 2020.

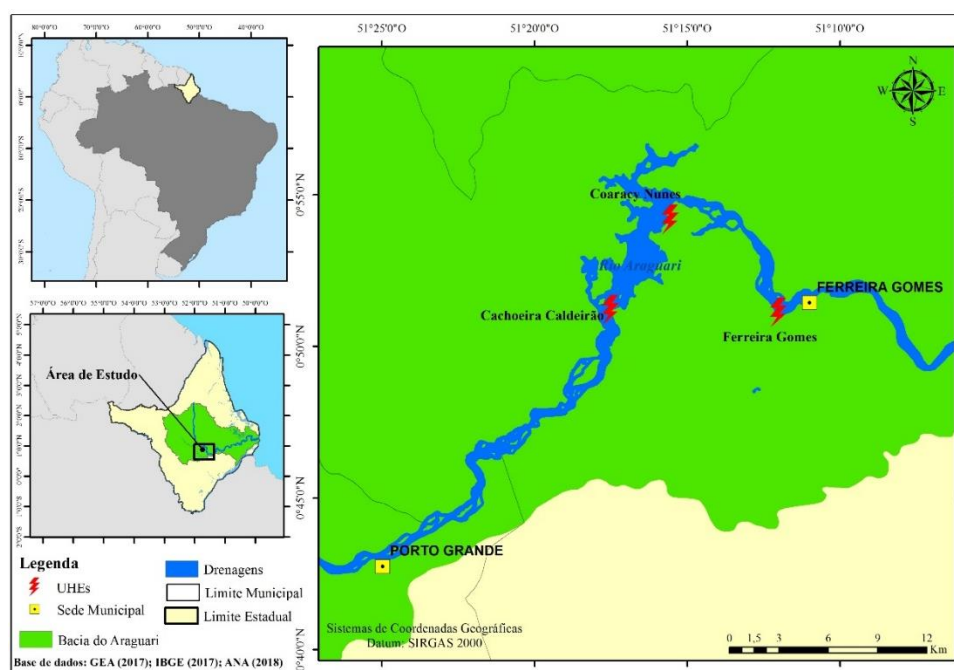
2.MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Araguari abrange cerca de 45.262 km² de área de drenagem, 32% da área do Amapá. Com extensão de aproximadamente 618 km, o rio principal (Araguari) nasce na Serra Lombarda, divisa dos municípios de Serra do Navio, Calçoene e Oiapoque e tem sua Foz original na divisa entre Tartarugalzinho Cutias do Araguari (SEMA 2018). O rio Araguari segundo a classificação de Junk et al., (2011) é um rio de águas claras que tem sua nascente em terrenos antigos do planalto das guianas (período pré-cambriano), e deságua no oceano atlântico já em terrenos recentes do quaternário.

A área de estudo abrange um trecho de 42 km do médio rio Araguari, entre as cidades de Porto Grande e Ferreira Gomes. Nesse trecho as usinas hidroelétricas são os empreendimentos que mais se destacam devido ao uso intensivo dos recursos hídricos e pelos impactos no meio físico e socioeconômico. Atualmente na bacia existem três hidroelétricas, localizadas muito próximo entre si, cerca de 10 km (Figura 1 e Tabela 1).

Segundo o Censo de 2010, Porto Grande possuía 16.809 pessoas e Ferreira Gomes 5.802. Já pela estimativa populacional de 2020 do IBGE, Porto Grande contava com 22,452 habitantes e Ferreira Gomes já possuía 7.967 pessoas.

Figura 1. Mapa de localização da Área de Estudo



Fonte: Autores (2021) com dados de GEA (2014), IBGE (2017) e ANA (2018)

Tabela 1. Características dos empreendimentos

UHE	Potência instalada	Ano que entrou em operação
Coaracy Nunes	78 MW	1975
Ferreira Gomes	252 MW	2014
Cachoeira Caldeirão	219 MW	2016

Fonte: Elaborado pelo Autores com dados de ANEEL (2021)

Para realização deste trabalho foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5 – Sensor TM (*Thematic Mapper*), Landsat 8 – Sensor OLI (*Operational Land Imager*) e Sentinel-2 disponibilizadas respectivamente nas plataformas digitais do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey* – USGS) e da Agência Espacial Europeia (ESA, 2020) e), datadas entre 2008 e 2020 (Tabela 2). Também foi utilizada uma orfototo de 2014, fornecida pelo Governo do Estado do Amapá (GEA, 2014) com resolução de 50 cm.

Tabela 2. Características dos dados utilizados para o estudo

Satélite/Sensor	Órbita Ponto	Data	Resolução Espacial (m)	Composição Colorida (RGB)
Landsat-5 TM	226/59	07/11/2008	30	5,4,3
	225/59	29/09/2008		
	225/60	29/09/2008		
Landsat-8 OLI	225/059	16/10/2020	30	6,5,4
	226/059	21/09/2020		
Sentinel-2	T22NDG	26/09/2020	10	4,3,2
	T22NDF	10/10/2020		

Fonte: USGS (2020) e ESA (2020)

Estas cenas foram utilizadas para representar a morfologia do trecho do rio Araguari (área do reservatório) antes e após e o enchimento.

As cenas dos sensores (TM e OLI) foram baixadas já ortorretificadas, posteriormente no Software QGIS 3.10, estas foram mosaicadas usando a ferramenta “mesclar”. O limite da bacia hidrográfica, utilizado neste estudo, foi proveniente da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA, 2017). Para a área de estudo, foram considerados apenas os cursos d’água que desembocam no reservatório

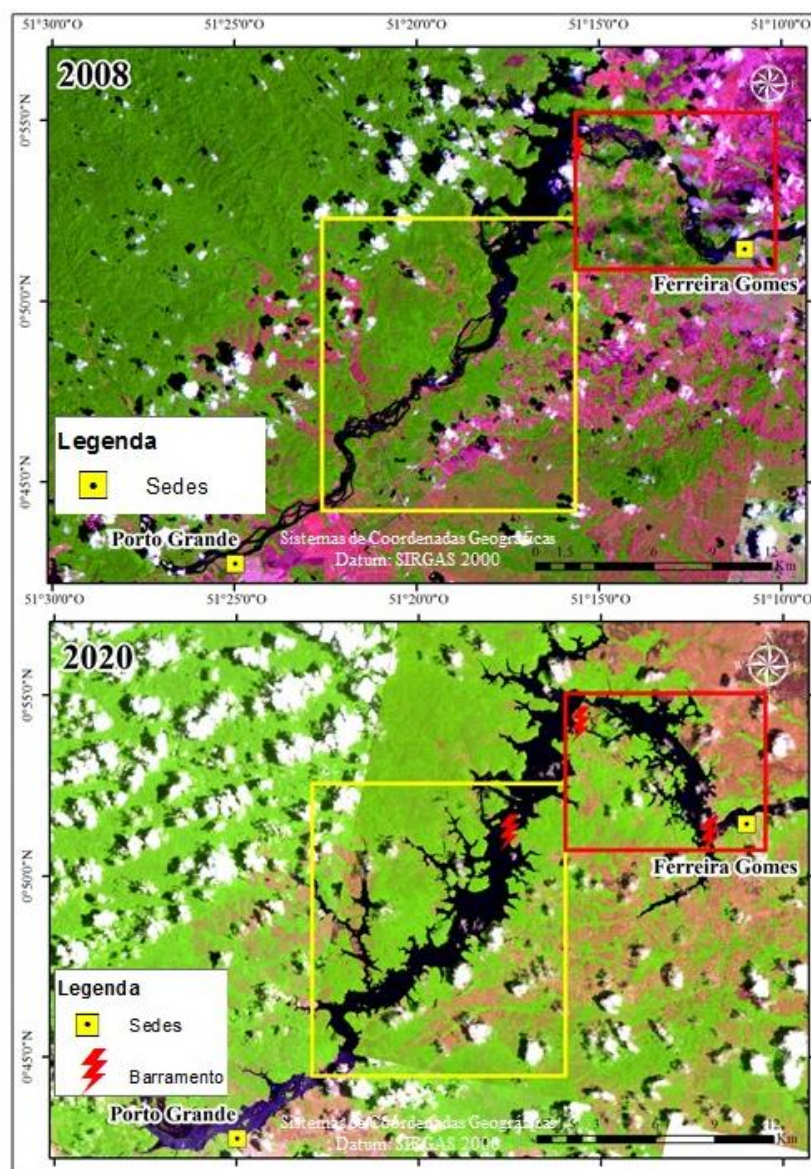
3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o caso de impactos ambientais em UHE, estes, são previsíveis na maioria das vezes, tais como: problemas de segurança; impactos no uso e na qualidade da água, nas espécies migratórias e na biodiversidade; sedimentação dos detritos dos reservatórios; emissões de gases de efeito estufa; perda de solo, monumentos naturais, históricos e de recursos madeireiros); modificações da geometria hidráulica do rio e na hidrologia; aumento da sismicidade; crescimento

de macrófitas aquáticas; estratificação térmica; desalojamento e imigração de população; estímulo ao desmatamento e etc (AB'SÁBER, 1989; BAXTER, 1997; GRAF, 1999; ROSENBERG et al., 2000; SANTOS et al., 2008; HARTMANN et al., 2013; DAMAZIO et al., 2017).

A partir das análises feitas entre os anos 2008 e 2020 foi possível identificar que as principais modificações no médio Araguari estão relacionadas com impacto na hidrologia (alargamento do reservatório) e na perda parcial da vegetação (primária e secundária) (Figura 2).

Figura 2. Mudanças no reservatório entre 2008 e 2020.



Fonte: Autores, (2021) com dados de USGS (2020) e ESA (2020)

As modificações na hidrologia em rios com barramentos são decorrentes da redução drástica da velocidade do fluxo que adentra o reservatório, devido ao aumento da seção transversal corrente, consequentemente provoca uma diminuição acentuada da turbulência do rio, e

posteriormente, perda da capacidade de transporte de sedimentos do rio, levando a sua sedimentação e assoreamento (KONDOLF et al., 2014; YANG et al., 2017; REN et al., 2020).

À medida que a deposição de sedimentos aumenta, a capacidade de armazenamento do reservatório diminui (redução da vida útil), e a influência do remanso aumenta para montante, as velocidades no lago aumentam e maiores quantidades de sedimentos passam a escoar para jusante diminuindo a eficiência de retenção das partículas (CABRAL, 2005).

Esse complexo de hidroelétricas possui forte influência na hidrodinâmica da bacia, tanto a montante quanto a jusante. Santos e Da cunha (2015), elaboraram 3 cenários hidrossedimentométricos para estimar as taxas de assoreamento e vida útil do reservatório da usina Hidroelétrica de Cachoeira Caldeirão.

Os cenários foram analisados para o trecho médio do rio Araguari. No melhor cenário manutenção das condições ambientais das florestas e áreas de conservação favoreceriam a manutenção dos baixos níveis de sólidos ou da carga sedimentar no rio, com poucos impactos na vida útil da barragem.

Já no pior cenário, seriam previstas intensas modificações no potencial de erosão da bacia, ocasionadas, principalmente, por mudanças drásticas do uso e ocupação do solo, como aumento dos níveis de atividade mineradora, urbanização ao longo do canal principal do rio Araguari, desflorestamento, de matas ciliares, alguns já existentes e intensos, normalmente consideradas como os mais influentes.

O que mais uma vez demonstra a importância do uso adequado do solo e sua não exposição, bem como a manutenção da cobertura vegetal, que promovem benefício, tanto ambiental como o aproveitamento do potencial hidrelétrico.

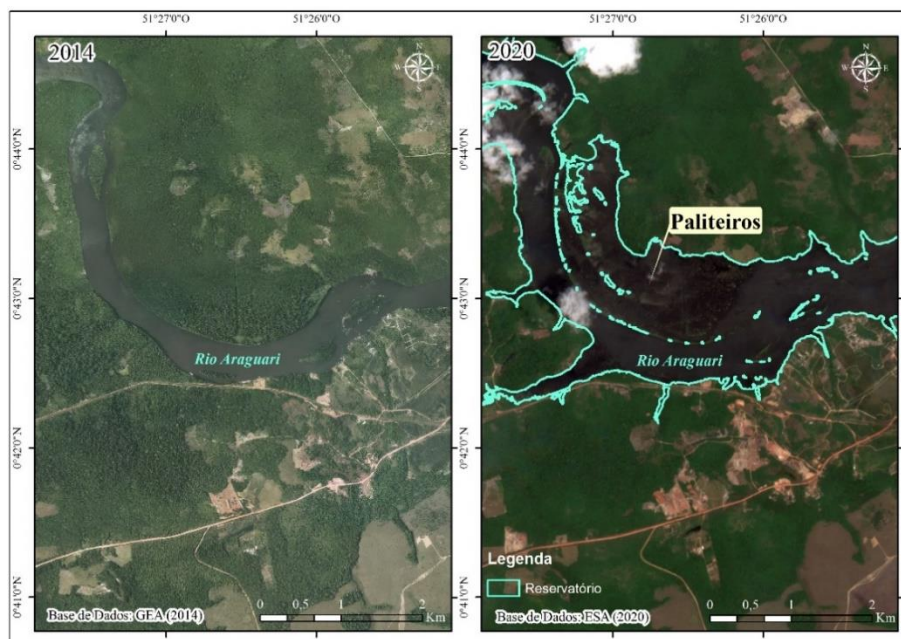
Segundo Bárbara et al. (2010), o rio Araguari, durante as estações de estiagem, apresenta sinais de depleção hídrica principalmente em virtude do descarte de efluentes urbanos sem tratamento prévio em suas águas e da existência de uma Hidroelétrica em seu canal principal (UHE Coaracy Nunes).

O rio Araguari demonstra possuir algumas características que, mesmo estando em desacordo com os padrões estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA, são provenientes de especificidades naturais da região, por exemplo o pH ácido da água, ocasionado pelo acúmulo de matéria orgânica e micro-organismos devido ao aumento do volume hídrico de um manancial.

Entretanto, para alguns parâmetros, como por exemplo, os níveis de cloreto na água, cujos maiores valores foram identificados no montante da usina Hidroelétrica de Coaracy Nunes,

demonstram que ocorrem interferências significativas dessa obra no que diz respeito à presença de cloretos na água, a partir do limite estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA (BÁRBARA et al., 2010). O lago formado pelas três UHEs ocupou uma área com cerca de 90 km². Como consequência os lagos possuem margens dendríticas e grande quantidade de “paliteiros” (árvores afogadas) assim como inundações de uma área próximo ao perímetro urbano de Porto Grande (Figura 3).

Figura 3. Vegetação no interior/entorno do reservatório e avanço na área urbana



Fonte: Autores, 2021 com dados de GEA (2014) e ESA (2020)

Como pode ser observado na Figura 4 (A e B), a floresta morta e a perda de patrimônio da geodiversidade (ESPIRITO SANTO et al., 2018) é uma triste realidade quando o assunto é construção de hidroelétricas. A perda da florestal é considerada um dos principais impulsionadores do declínio da biodiversidade e das populações de espécies que vivem na floresta a nível global (FAHRIG, 2003; NEWBOLD et al., 2016; BETTS et al., 2017; GREEN et al., 2019).

Figura 4. (A)- Paisagens com importância arqueológica na área, (B) vegetação morta no reservatório



Fonte: Autores, 2019

A presença de paliteiros no reservatório ocorreu devido à falta de supressão vegetal em algumas áreas antes do enchimento do reservatório. A supressão da vegetação nativa em APP e Reserva Legal é obrigatória segundo o Código Florestal brasileiro (Lei federal nº 12.651/12), é realizada mediante a autorização prévia.

No que se refere a perda de vegetação marginal, esse processo influencia na diminuição das abundâncias e distribuição das espécies, por servirem anteriormente, como área de abrigo e forrageamento em riachos tropicais (COSTA, 1987; TEIXEIRA, 1989).

Nos casos das perdas de solo, os processos erosivos em bacias hidrográficas, são considerados um dos grandes problemas da atualidade que refletem negativamente na produção agrícola com o empobrecimento do solo, no abastecimento de água acarretando a diminuição de sua disponibilidade nos reservatórios devido ao assoreamento dentre outros (OLIVEIRA et al. 2015).

Além disso, as usinas hidroelétricas são responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa (dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), como produto da decomposição de material orgânico. Gases de origem biogênica interagem com a radiação infravermelha na atmosfera (SANTOS et al., 2008).

O dióxido de carbono é emitido pela decomposição de árvores mortas por inundação e óxido nitroso, e, especialmente, o metano são emitidos pelas águas em reservatórios, que passam através da água pelas turbinas e vertedouros (FEARNSIDE, 2019).

Acerca da área de estudo, o efeito do remanso e cheia maiores do que as previstas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), as áreas adjacentes habitadas por ribeirinhos ao longo do rio Araguari ainda hoje são afetadas por alagamentos sazonais.

Os impactos causados pela abertura das comportas da usina hidroelétrica Cachoeira Caldeirão impactam diretamente na elevação do rio Araguari e já puderam ser sentidos no ano de 2015, onde a cheia do rio atingiu 5,5 metros. Isto corresponde a 2,3 metros acima do considerado normal para a região e atingiu cerca de 1,4 mil pessoas, e ocorreu após abertura da barragem (DA SILVA et al. 2017). Além disso, foram observadas possíveis consequências a biodiversidade da região, sobretudo com diminuição da fauna de primatas da região da Floresta Nacional do Amapá (FLONA), que é margeada pelos rios Araguari e Falsino (MICHALSKI e RODRIGUES, 2018).

A ausência de estudos de impactos ambientais desde a década de 1960 na usina Hidroelétrica Coaracy Nunes, se refletem até o presente momento. Até então, não haviam dados que pudessem refletir a atividade pesqueira nesta represa, por exemplo. Portanto a investigação da estrutura organizacional da pesca processada neste ambiente torna-se muito importante para o melhor ordenamento desta atividade na área em questão (SÁ-OLIVEIRA et al., 2013).

Por conta deste fator, os resultados de estudos mais recentes sobre a avaliação da atividade pesqueira na represa de Coaracy Nunes, levam a crer que, o barramento do rio Araguari para construção da usina Hidroelétrica Coaracy Nunes foi a principal causa da eliminação e redução de espécies comerciais de grande porte e diminuição da produção pesqueira na área em questão (SÁ-OLIVEIRA et al., 2013).

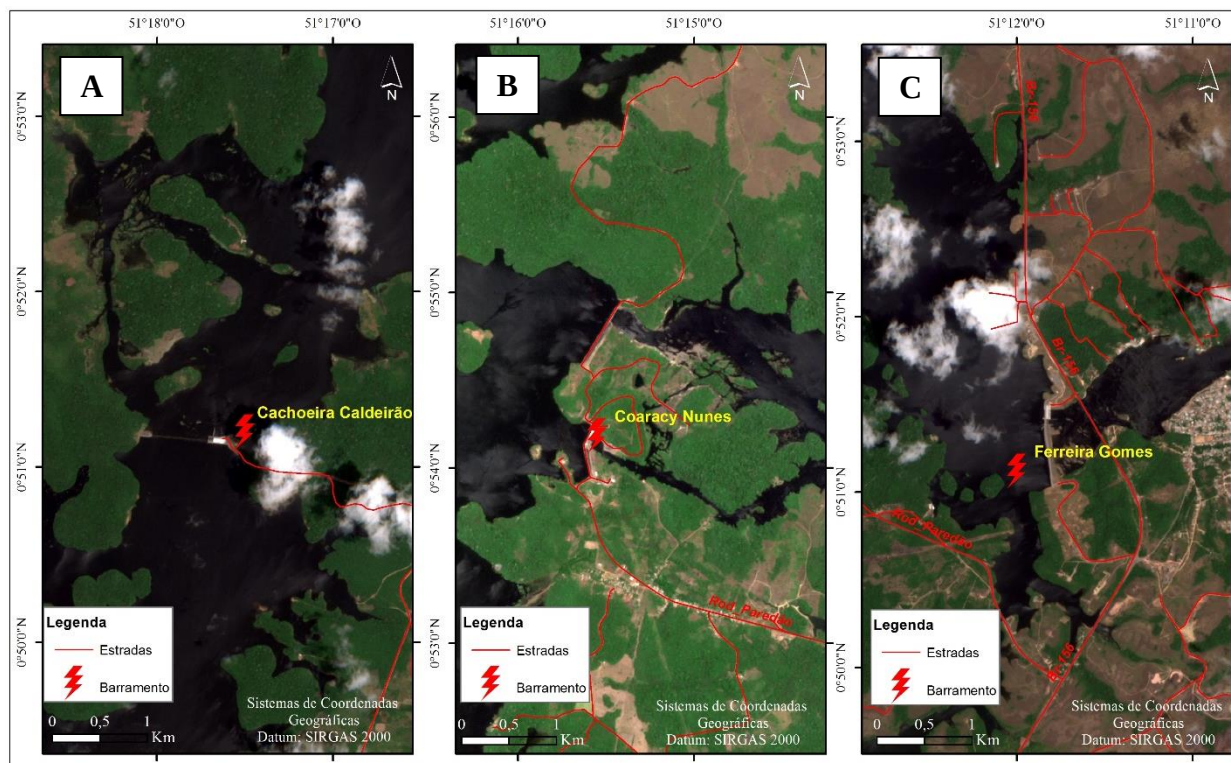
A Figura 5 mostra, respectivamente, os barramentos das UHEs de Cachoeira Caldeirão (A), Coaracy Nunes (B) e Ferreira Gomes (C). Com o barramento de Ferreira Gomes (C) parte da BR-156 foi afetada com o avanço das águas.

Da mesma forma, outra Hidroelétrica (São Antônio do Jari) do estado do Amapá, também possui um histórico de parâmetros organizacionais não estudados por falta de exigências de estudos sobre os impactos promovidos por usinas Hidroelétricas. Neste caso, um estudo realizado entre 2006 a 2011, identificou-se que a qualidade da água no baixo trecho da bacia do rio Jari se mostra sensíveis e que implicam na qualidade da água proveniente do reservatório (DE ABREU e DA CUNHA, 2015).

Do ponto de vista socioambiental, as consequências incluem a perda da subsistência baseada na pesca e na agricultura nas áreas de várzea; perda de vegetação (inundação direta, desmatamento para a construção do empreendimento, abertura de estradas); impactos sobre a saúde da população residentes nas adjacências destes empreendimentos, com a proliferação de insetos e a metilação de Mercúrio (FEARNSIDE, 2015). Devido a construção da barragem da usina Hidroelétrica Cachoeira Caldeirão, os ribeirinhos que possuíam residências próximos às

margens dos rios tiveram de ser indenizados e remanejados para áreas livres de risco aos moradores.

Figura 5. Barramentos das localizadas no médio Araguari



Fonte: elaborado pelos autores com dados de IBGE (2017) e ESA (2020)

4.CONCLUSÕES

Os impactos ambientais causados pelas usinas Hidroelétricas construídas no Amapá nas últimas décadas são diversos, e geralmente refletem consequências socioambientais. Por este motivo, faz-se necessário a elaboração de estudos mais detalhados sobre estes impactos sob a perspectiva de se manter uma produtividade energética na região amazônica e de modo a minimizar os seus efeitos sobre os ecossistemas e as comunidades que dependem dos sistemas hidrodinâmicos para atividades de subsistência.

A construção desse tipo de empreendimento representa um impacto fundamental para a geometria hidráulica de um rio, resultando em fortes modificações hidrológicas, hidroquímicas e hidrobiológicas, afetando não somente a área do próprio reservatório, mas também a montante e a Jusante (biota) (JUNK e MELLO, 1990).

Quanto a aprovação de empreendimentos hidrelétricos no Brasil, na Amazônia e no Amapá, o Estado apesar da intenção de organizar os meios necessários para o bem-estar

socioambiental, na maioria das vezes ocorre que os interesses econômicos acabam por controlar as ações públicas. Assim verifica-se a existência de numerosos problemas técnicos, administrativos e jurídicos no processo de Licenciamento Ambiental sobretudo em estados da federação que não possuem experiência nesse tipo de licenciamento como era o caso do órgão licenciador do Amapá na primeira década do século XXI.

Quanto aos resultados observados no trecho analisado, é importante que os impactos mostrados sejam considerados para políticas de minimização destes, assim como experiência para futuros empreendimento desse tipo e porte no Amapá e na Amazônia Brasileira.

5.AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Ordenamento Territorial da Amazônia (GeoAm) pelo apoio na elaboração desse artigo, ao Instituto de Pesquisa Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) e a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

6.REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. 1989. Zoneamento Ecológico e Econômico da Amazônia: Questões de Escala e Método. In: Estudos Avançados, 3 (5): 4-20.
- ANEEL. 2021. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico*. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>>. Acesso em maio de 2021.
- BÁRBARA, V. F.; DA CUNHA, A.C.; RODRIGUES, A.S.L.; SIQUEIRA, E.Q. 2010. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. Revista Biociências, v. 16, n. 1.
- BAXTER, R. M. 1997. Environmental effects of dams and impoundments, Ann. Ver. Ecol. Syst., Nº8, p. 255-283.
- BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. Estudos Avançados, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 139-153, jan./abr. 2007.
- BETTS, M.G., WOLF, C., RIPPLE, W.J., PHALAN, B., MILLERS, K.A., DUARTE, A. et al. (2017). Global forest loss disproportionately erodes biodiversity in intact landscapes. Nature, 547, 441–444.
- CABRAL, J. B. P. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. Caminhos de Geografia, v. 6, n. 14, 2005.
- CASTRO, E. Expansão da fronteira, megaprojetos de infraestrutura e integração sul-americana. Caderno CRH, v. 25, n. 64, p. 45-62, 2012.
- COSTA WJEM. 1987. Feeding habits of a community in a tropical coastal stream, Rio Mato Grosso, Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment 22: 145-153.

DA SILVA, C. N.; DE LIMA, R. A. P.; DA SILVA, J. M. P. Uso do território e impactos das construções de hidroelétricas na bacia do rio Araguari (Amapá-Brasil). PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP, v. 9, n. 2, p. 123-140, 2017.

DAMAZIO, J.; MEDEIROS, A.; ABREU, J.; MACEIRA, M.; MELO, A.; CIMBLERIS, A.; OLIVEIRA, A.; MILAZZO, M.; SANTOS, M. 2017. Análise de Dados de Campanhas de medição de emissões e remoções de gases de efeito estufa em aproveitamentos hidrelétrico no Brasil. Revista pesquisa e desenvolvimento da ANEEL, 98-101.

DE ABREU, C. H. M.; DA CUNHA, A. C. Qualidade da água em ecossistemas aquáticos tropicais sob impactos ambientais no baixo Rio Jari-AP: Revisão descritiva. Biota Amazônia (Biota Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v. 5, n. 2, p. 119-131, 2015.

ESA. Agência Espacial Europeia. 2020. Baixar imagens Sentinel: <<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>> Acesso em: Janeiro de 2021.

ESPIRITO SANTO, C.; GUERRA, A.; SZLAFSZTEIN, C.; COSTA, J. 2019. A quantificação da geodiversidade e o potencial para o geoturismo em geomorfossítios no médio curso do rio araguari, estado do amapá. <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/5/5-94-28.html>

FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 34, 487–515.

FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. 2015.

FEARNSIDE, Philip M. Hidrelétricas em florestas tropicais como fontes de gases de efeito estufa. HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA, p. 69, 2019.

GRAF, W. 1999. Dam nation: a geographic census of American dams and their large-scale hydrologic impacts. Water resources research, 35 (4): 1305-1311.

GREEN, E.J., MCRAE, L., FREEMAN, R., HARFOOT, M.B.J., HILL, S.L.L., BALDWIN-CANTELLO, W. et al. (2019). Below the canopy: global trends in forest vertebrate populations and their drivers. PeerJ Prepr., 7, e27882v1.

HARTMANN, J., HARRISON, D., OPPERMAN, J., GILL, R. The Next Frontier of Hydropower Sustainability: Planning at the System Scale. Report prepared For the InterAmerican Development Bank (IDB) by The Nature Conservancy. November 18, 2013.

IBGE. Censo 2010 e estimativa populacional 2020, Amapá. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/panorama>. Acesso em Janeiro de 2021.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos. Brasil Japão. Trabalhos, p. 189-205, 2005.

JUNK, W. J., M. T. F. PIEDADE, J. SCHONGART, M. COHN-HAFT, J. M. ADENEY, AND F. WITTMANN. 2011. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, 31, 623-640.

JUNK, W. J., & MELLO, J. A. S. N. DE. 1990. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira: Estudos avançados, 4(8), 126-143. Recuperado de <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/8548>.

KONDOLF, G.M., GAO, Y., ANNANDALE, G.W., MORRIS, G.L., JIANG, E. ZHANG, J., CAO, Y., CARLING, P., FU, K., GUO, Q., HOTCKISS, G., PETEUIL, C., SUMI, T. WANG, H., WANG, Z., WEI, Z., WU, B., WU, CAIPING & YANG, C. 2014. Sustainable sediment management in reservoirs and regulated rivers: Experiences from five continents. *Earth's Future*, v. 2, n. 5, p. 256-280, 2014.

MICHALSKI, F.; RODRIGUES, M.R.C. Impactos das usinas hidrelétricas sobre a fauna de vertebrados na Amazônia Brasileira. Projeto de Iniciação Científica. Universidade Federal do Amapá. Vigência 2017/2018.

MORETTO, E. M et al. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica. *Ambiente & Sociedade*, v. 15, n. 3, p. 141-164, 2012.

NEWBOLD, T., HUDSON, L.N., ARNELL, A.P., CONTU, S., DE PALMA, A., FERRIER, S. et al. 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, 353, 288–291.

OLIVEIRA, F. G.; SERAPHIM, O. J.; BORJA, M. E. L. Estimativa de perdas de solo e do potencial natural de erosão da bacia de contribuição da Microcentral Hidrelétrica do Lageado, Botucatu-SP. *Energia na Agricultura*, v. 30, n. 3, p. 302-309, 2015.

REDON, S.M., FERREIRA, S., OLIVEIRA L.A. Dinâmica do processo de integração da Amazônia ao restante do país. *Mundo e Desenvolvimento: Revista do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais*, v. 1, n. 4, p. 6-32, 2020.

REN, S., ZHANG, B., WANG, W., YUAN, Y & GUO, C. 2020. Sedimentation and its response to management strategies of the Three Gorges Reservoir, Yangtze River, China, *CATENA*, Volume 199, 2021, 105096, ISSN 0341-8162, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.10509>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816220306469>)

ROSENBERG, D.; MCCULLY, P.; PRINGLE, C. 2000. Global-scale environmental effects of hydrological alterations: Introduction. *BioScience*. 50 (9), 746-751.

SANTOS, E. S.; DA CUNHA, A. C. Análise de cenários hidrossedimentométricos para estimar taxas de assoreamento e vida útil do reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão no Rio Araguari/AP-Brasil. *Biota Amazônia (Biota Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, v. 5, n. 3, p. 88-97, 2015.

SANTOS, M.A., ROSA, L.P., MATVIENKO, B., SANTOS, E.O., ROCHA, C.H.E.A., SIKAR, E., SILVA, M.B & JÚNIOR, A.M.P.B. 2008. Emissões de gases de efeito estufa por reservatórios de hidrelétricas. *Oecol. Bras.*, 12 (1): 141-154, 2008.

SANTOS, N.K.F., MELLO, A.H., SILVA, J.S., ARAÚJO, É.V.N., AMORIM, I.A., MATOS, T.E.S., SANTOS, J.S & OLIVEIRA, A.P. A ocupação territorial da Amazônia e do sudeste Paraense: Políticas e projetos de desenvolvimento, reforma agrária e impactos socioambientais. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 18424-18439, 2020.

SÁ-OLIVEIRA, J. C.; VASCONCELOS, H.C.G.; PEREIRA, S.W.M.; ISAAC-NAHUM, V.J.; Junior, A.P.T. 2013. Caracterização da pesca no Reservatório e áreas adjacentes da UHE Coaracy

Nunes, Ferreira Gomes, Amapá–Brasil. Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v. 3, n. 3, p. 83-96.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. 2017. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. COEMA. Resolução nº 7 do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERH). Institui o novo limite da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. Macapá, 2017.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2018. Pesquisa, ordenamento e desenvolvimento da Bacia do Araguari. 4p Macapá – AP.

SILVA JUNIOR, O., SANTOS, M., SZLAFSZTEIN, C., GOMEZ, J., PEREIRA, J. (2018). Protected areas as strategies for preserving vegetation cover in the vicinity of hydroelectric projects in the Brazilian Amazon. *Energy Sustainability and Society* 8: 33. <https://doi.org/10.1186/s13705-018-0172-1>

SILVA JUNIOR, O.M., BAIA, M. M & FRANCA, M. J. B. 2020. Expansão das obras de infraestrutura e as áreas protegidas na Amazônia brasileira In: *Áreas Protegidas: Diferentes Abordagens na Amazônia Legal*. 1 ed. Belém: GAPTA/UFGA, v.1, p. 267-287.

TEIXEIRA R.L. 1989. Aspectos da ecologia de alguns peixes do arroio Bom Jardim, Triunfo, RS. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 183-192.

USGS. Serviço Geológico Americano. 2020. Imagens Landsat 5 e 8. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: janeiro de 2021.

VAL, A. L. et al. Amazônia: recursos hídricos e sustentabilidade. *Águas do Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 95-109, 2010.

YANG, Y., ZHANG, M., ZHU, L., LIU, W., HAN, J., YANG, Y. 2017. Influence of Large Reservoir Operation on Water-Levels and Flows in Reaches below Dam: Case Study of the Three Gorges Reservoir. *Sci Rep* 7, 15640. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15677-y>.