



DANOS SOCIOAMBIENTAIS E URBANOS DECORRENTES DE INUNDAÇÕES EM UM MUNICÍPIO DA AMAZÔNIA ORIENTAL

Aline Souza Sardinha¹
Kátia Sakihama Ventura²
Edmir dos Santos Jesus³
Rayssa Magalhães da Silva⁴
Antônio Pereira Júnior⁵

Mudanças Climáticas

Resumo

A expansão urbana gera alterações na paisagem e nos corpos hídricos, mas sobretudo, pode desencadear danos à população, ao ambiente, ao patrimônio, ao ecossistema, devido à ocorrência de inundações. Assim, este artigo tem por objetivo analisar os danos socioambientais e urbanos decorrentes da passagem de sistema convectivo precipitante sobre a área urbana do município de Paragominas, estado do Pará, entre os dias 11/04 e 12/04/2018. Na ocasião, a forte precipitação acumulou 144.6 mm, rompeu três barragens de terra localizadas a montante do Rio Uraim, ocasionando significativas inundações no local. Nesse contexto, o método empregado foi a abordagem qualiquantitativa com análise exploratória. Entre os principais impactos observados pelas inundações estão: a) perda de duas vidas humanas, b) prejuízos e perdas materiais; remoção de centenas de pessoas dos locais atingidos; c) interrupção do fornecimento dos serviços básicos nas áreas inundadas. Considerando o sistema socioambiental urbano do município e a exposição da população à futuros riscos de inundação, faz-se necessária a regulamentação do uso e da ocupação do solo local sob a ótica da mitigação da degradação ambiental dos rios urbanos. A partir do planejamento prévio, identificação dos riscos, implantação de instrumentos de monitoramento e prevenção, a união de ações integradas entre estado e sociedade civil pode contribuir para a segurança da população, evitando futuros desastres hidrológicos, custos econômicos adicionais e comprometimento do ecossistema como um todo.

Palavras-chave: chuvas convectivas, inundações, impacto socioambiental.

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Docente da Universidade do Estado do Pará (UEPA), alinesardinha@uepa.br

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), katiasv@ufscar.br

³Pesquisador Bolsista, Meteorologista, Instituto Tecnológico Vale, edmir.jesus@pq.itv.org

⁴Gerente de Qualidade da Agência de Saneamento de Paragominas (SANEPAR), Engenheira Ambiental, rayssa.magalhaes@hotmail.com

⁵ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UEPA (PPGCA/UEPA), Docente da Universidade do Estado do Pará (UEPA), antonio.junior@uepa.br



INTRODUÇÃO

Valores discrepantes de um estado climático médio (doravante chamado de “eventos extremos”) ocorrem em escalas temporais que variam de dias a milênios, embora os mais importantes para as atividades humanas sejam os eventos extremos de curta duração (no máximo alguns minutos ou poucas horas), os quais cobrem uma área horizontal de centenas a poucos metros. Nessa escala, incluem-se as tempestades convectivas, um tipo de precipitação ocasionada pela diferença de temperatura na superfície terrestre e o ar circundante, que eleva uma massa de ar para os altos níveis da atmosfera: 500 a 1000 m (MARIN, 2021), e desce com correntes de ar frio descendentes, além de rajadas de ventos, tornados, chuvas torrenciais, granizo e ocorrência de descargas atmosféricas (MALONE, 1951; MARENGO, 2009) citado por (CAMPOS, MOTA e SANTOS, 2014).

A precipitação a depender de sua intensidade pode contribuir para a ocorrência de enchentes, inundações e alagamentos. Tucci (2007) classifica as enchentes como ribeirinhas e devido à urbanização, sendo a primeira um processo natural, em que o rio ocupa seu leito maior e a segunda em função da ocupação do solo com superfícies impermeáveis. Em relação às inundações, Kellner (2020) afirma que estas são decorrentes de modificações no uso do solo e podem provocar danos de grandes proporções.

No que refere a alagamento, Grilo (1992) descreve que, em geral, ocorrem em áreas planas ou e fundos de vales, com o escoamento superficial comprometido pela topografia e falta ou insuficiência de um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais.

No Estado do Pará, a normalidade das regiões hidrográficas tem sido constantemente afetada por episódios extremos durante o período de fortes chuvas, ocasionando danos sociais, econômicos locais apus (SANTOS; SILVA JÚNIOR; ROCHA; 2020).

De acordo com Santos, Silva Júnior e Rocha (2020), os eventos do grupo hidrológicos provenientes de fortes chuvas são os mais recorrentes no Estado do Pará, correspondendo a 77,1% das Situações de Emergências Recorrentes (SER) na Região Norte, em especial na Amazônia Paraense. As inundações são o segundo evento extremo

Realização



(EE) que mais ocorre no Pará (22,4%). As SER dos grupos geológicos e meteorológicos corresponde a 15% das emergências extremas no Pará, representando a terceira maior ameaça recorrente neste território Amazônico.

É importante que seja avaliado se há relação entre esses EE e as mudanças climáticas. ANA (2016) aponta que um dos papéis da ciência na adaptação às mudanças do clima está na geração de conhecimento, pois os possíveis impactos no setor de recursos hídricos e setores afins é ação complexa, mas fundamental para entender as vulnerabilidades das comunidades afetadas, assim como elaborar, avaliar e definir estratégias de adaptação que dependem continuamente do entendimento existente dos sistemas ambientais, incluindo os físicos, químicos, biológicos e humano.

O local de estudo compreende o município de Paragominas, localizado a Sudeste do Estado do Pará e o objetivo principal é analisar os danos socioambientais, econômicos e urbanos decorrentes da passagem de sistema convectivo precipitante sobre a área urbana desse município, entre os dias 11/04 e 12/04/2018.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O município de Paragominas (Figura 1) localiza-se na mesorregião sudeste do Pará entre as coordenadas geográficas de 2°14'24" a 3°49'12" Sul e de 48°52'48" a 46°21'00" Oeste. A área territorial é de 19.342,565 km², a população estimada segundo o censo de 2022 é de 105.538 habitantes (IBGE, 2023).

O clima é do tipo quente e úmido com temperatura média anual de 26,3 °C e umidade relativa do ar, média igual a 81%. A pluviosidade média anual é de 1.800 milímetros, com período mais chuvoso, entre os meses de dezembro a maio, e outro mais seco entre junho e novembro (PINTO *et al.*, 2009).

De acordo com Monteiro *et al.* (2019), Paragominas possui grande variabilidade espacial e temporal, da brisa fluvial e pelo comportamento dos fenômenos meteorológicos de macroescala que estão associados a: 1) fatores de ordem geográfica; 2) a circulação atmosférica) e mesoescala, condicionada pela topografia (MARIN, 2021), e que regulam

Realização





a circulação geral sobre a região amazônica.

Figura 1. Mapa de localização do município de Paragominas, estado do Pará.



Fonte: Sardinha; Ventura (2022).

Método da Pesquisa

A pesquisa é de natureza observativa, com abordagem quali-quantitativa e objetivo exploratório (SAKAMOTO E SILVEIRA, 2014). A técnica aplicada para a obtenção de dados foi o levantamento de dados documentais em sites de livre acesso: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (IBGE), e de buscadores como Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Os dados de precipitação foram obtidos da Estação Meteorológica Automática de Superfície pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada nas dependências da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) referente aos dias 11 e 12 de abril de 2018.

Acrescentados a essa análise, foram inseridas imagens de satélite no canal infravermelho entre os horários de 23h do dia 11 e 03 Horas Local do dia 12, disponibilizadas no site <http://satelite.cptec.inpe.br/repositoriogoes/goes16/>. Além de notícias veiculadas nas mídias visual, falada e escrita local.

Realização



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados pluviométricos associados aos danos

A partir de estudo da análise quantitativa e qualitativa da distribuição temporal das chuvas em Paragominas-PA, abrangendo os anos de 1989 a 2018, Giuliatti et al. (2019) identificaram a ocorrência de El Niño sete vezes e de La Niña cinco vezes nesse período, o que influenciou os índices pluviométricos em toda a região amazônica, bem como em Paragominas. Pocard-Chapuis (2018), calculou o coeficiente de escoamento superficial que alcançou valores de 65mm/h.

Ademais, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, Reboita e Santos (2018) identificaram que o fenômeno La Niña intensifica a atividade convectiva na Amazônia, o que favorece o aumento da precipitação pluvial, enquanto o El Niño reduz a atividade convectiva e, conseqüentemente, os índices pluviométricos sofrem redução. Para anos em que não ocorreu qualquer fenômeno desta proporção, estes autores consideram que trataram-se de períodos neutros ou de condições comuns.

Os grandes volumes de precipitação pluviométrica fazem parte da Climatologia da região amazônica (SANTOS; SILVA JÚNIOR; ROCHA; 2020). EE como o ocorrido nos dias 11 e 12 de abril podem ser associados aos efeitos das mudanças climáticas.

Diante do exposto, identificam-se fragilidades no conhecimento disponível que impedem o desenvolvimento de ações concretas diante das vulnerabilidades e potenciais impactos do setor de recursos hídricos no contexto da mudança climática, conforme apontado pela ANA (2016).

As fragilidades identificadas dizem respeito a: (i) pesquisa e desenvolvimento em clima e recursos hídricos; (ii) séries hidrológicas históricas; (iii) disponibilização de dados hidrológicos; (iv) análise das séries e projeção por biomas; (v) baixo monitoramento em pequenas bacias e (vi) monitoramento sistemático e sistemas observacionais (ANA, 2016).

Danos decorrentes das inundações

Em 2018, a CPRM realizou estudo sobre setorização de áreas com risco de

Realização





movimento de massa, enchentes e inundações no município de Paragominas. Com isso, foram individualizados 10 setores de risco às inundações, sendo que todos possuem características à ocupação das margens do Rio Uraim ou dos seus tributários.

Outro padrão observado foi a utilização de aterros de terra para manter o solo firme para construção de novas moradias e, assim, desaguar as águas retidas. Esta forma de ocupação vem modificando consideravelmente a vazão dos córregos da cidade, assim como o escoamento superficial das águas para o rio principal, resultando em recorrentes inundações e aumento progressivo dos polígonos das áreas inundadas (CPRM, 2018).

Correa (2017) obteve em sua pesquisa, que a bacia hidrográfica do Uraim apresenta áreas correspondentes a 82%, 10% e 8%, cujas classificações são, respectivamente, baixa ou nenhuma, média e alta susceptibilidade a inundações.

O autor aponta ainda que as áreas com maior susceptibilidade são mais amplas nas áreas com desníveis acentuados. A classe de susceptibilidade muito alta tem predomínio de altitude variando de 0 a 50 metros (99%), sendo que as áreas com densidade populacional em altitudes baixas e com solos impermeabilizados por estradas, calçadas e alteração da vegetação ciliar tem mais susceptibilidade a inundações (CORREA, 2017).

A Figura 2 ilustra a evolução nos horários seguintes do sistema convectivo formado por aglomerados de nuvens *cumulonimbus* que passaram sobre a mesorregião paraense com intensa precipitação as 00h do dia 12.

As imagens de satélite mostram pelo canal infravermelho a temperatura do topo das nuvens mais frias (inferior a -60°C), indicando tamanha dispersão de chuva localizada sobre o município de Paragominas. Isto causou alagamentos e graves consequência na área urbana, tais como inundações, rompimento de três barragens de terra localizadas a montante do Rio Uraim, abertura de crateras nas vias públicas, famílias desabrigadas, alagamento de cerca de 40% da cidade, entre outras (CPRM, 2018; G1 Pará, 2018; MAGALHÃES E CAL, 2018; VALÊNCIO, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2020).

Entre as últimas horas do dia 11 às 03h do dia 12 (Figura 3), a precipitação acumulada foi de 144,6 mm, correspondente a 36 mm por hora e a 59,4% referente ao mês de abril (356,4 mm), em termos climatológicos (GIULIATTI *et al.*, 2019).

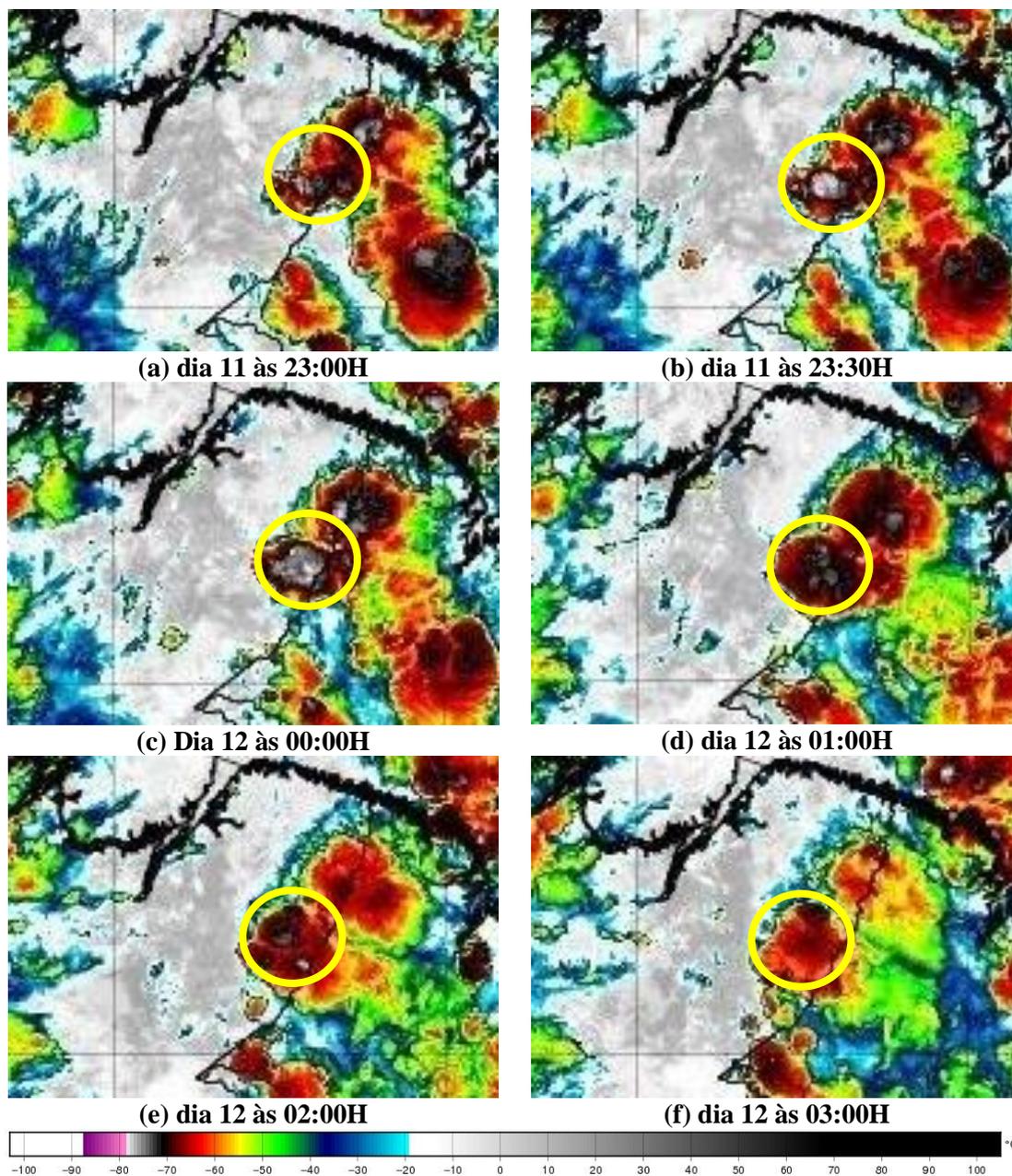


Figura 2. Evolução do sistema convectivo que passou sobre a mesorregião nordeste paraense atingindo a área urbana nos horários das 23h do dia 11 as 03h do dia 12 de abril de 2018.

Dentre as consequências (Figura 4), foram danificadas 105 moradias e destruídas 35 casas na zona urbana, além de comprometer e inutilizar 14 pontes na área urbana e RURAL (SANTOS; SILVA JÚNIOR; ROCHA; 2020). As inundações provocaram a

Realização

morte de duas crianças que foram arrastadas pelas águas do rio Paragominas no bairro no Laércio Cabeline.

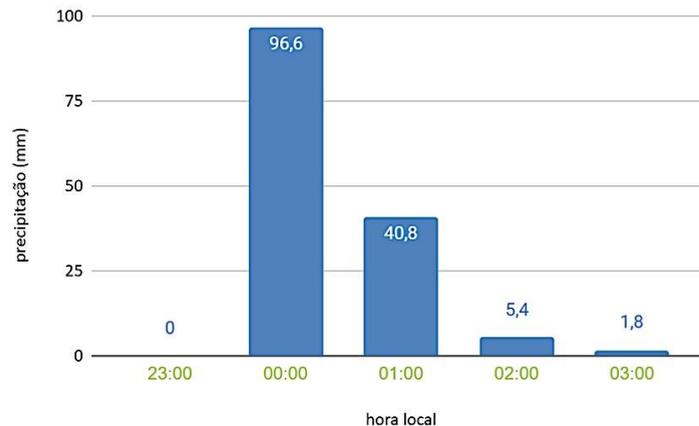


Figura 3. Quantitativo da precipitação horária registrada pela Estação Meteorológica Automática do INMET nos horários das 23h às 03h dos dias 11 e 12/04/2018.

Rodrigues *et al.* (2020) evidenciaram uma expansão das atividades agrícolas em Paragominas implicando em alterações da superfície e ocasionando desequilíbrio na fase terrestre do ciclo hidrológico. O aumento da precipitação efetiva e a diminuição do potencial de infiltração no solo provoca a diminuição das áreas de recarga e aumenta do escoamento superficial e, conseqüentemente, o valor do coeficiente de escoamento, resultando assim, em impactos as comunidades locais.

Neste contexto, os danos socioambientais e urbanos têm sido mais frequentes e severos, cabendo aos interlocutores (poder público, sociedade civil) discutir o uso dos recursos hídricos de forma preventiva e, por exemplo, com abordagem integradora entre Água-Energia-Alimento-Ecosistema (Nexus), como recomenda a UNECE (2019). É uma estratégia para prevenção da demandas de água por múltiplos usuários e estabelecer medidas para adaptação do uso e ocupação do solo por meio da interrelação Nexus.

No entanto, isso requer novo olhar aos Objetivos do Desenvolvimento da Sustentabilidade (ODS) para a sustentabilidade e resiliência climática (ONU, 2023).



Figura 4 – Registro das consequências após a inundação sobre a área urbana do município em 12/04/2018 (a: vista aérea da proporção da inundação; b: interdição das vias urbanas; c: população vulnerável com apoio do corpo de bombeiros; d: observação do nível de inundação em uma das moradias afetadas).

Fonte: G1 Pará (a); autoria própria (b, c, d).

CONCLUSÕES

Os danos observados foram sociais pela perda das vidas humanas, ambientais pelo comprometimento do espaço urbano e moradias, e econômicos pela necessidade de reparo emergencial no local. Isto implica em recurso imediato para recuperação da infraestrutura do comércio, residências e equipamentos urbanos, e instituições públicas (postos de saúde, escolas, outros), medidas corretivas para retirada das pessoas em situação de risco e limpeza do local, após retirada de lodo e sedimentos decorrentes de intensa precipitação. Além disso, os riscos à saúde pública também estão latentes em vista do contato das

Realização



peçoas com a água com características dessa natureza, podendo aumentar os casos de leptospirose e outras doenças virais.

Ademais, a falta de planejamento e integração com o sistema de monitoramento das precipitações no período chuvoso por imagens de satélite. Isto necessita de previsão de perigos e quantificação de riscos de eventos perigosos às mudanças climáticas para mobilizar a sociedade antecipadamente com medidas de segurança. A fiscalização de áreas de risco e o controle preventivo de alagamentos, inundações e enchentes subsidiam a saúde ambiental e da sociedade como um todo.

Diante do exposto, a necessidade de recuperar e consistir séries históricas de variáveis hidrológicas e o aprimoramento do monitoramento hidrometeorológico, são ferramentas fundamentais no auxílio da identificação e acompanhamento do processo de mudança na bacia. Pois, com o atual cenário das mudanças climáticas, garantir a segurança hídrica e monitoramento via satélite dos fenômenos meteorológicos extremos tornou-se prioritário.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de qualificação de docentes da Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESP) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação** / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, GGES, 2016. 93 p. : il. ISBN: 978-85-8210 033-2

CAMPOS, MOTA e SANTOS, 2014. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. **In: Rev. Ambient. Água vol. 10 n. 1.** Taubaté – Jan. / Mar. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/n7zrxcJnshLJHyRqV5LZQLP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso 23 jun. 2023.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL. **Relatório de Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações.** Paragominas, 2018.

Realização





CORREA, Denison Lima. **Análise da susceptibilidade a inundações na bacia hidrográfica do Rio Uraim, Paragominas - PA.** Orientador: Milton Antônio da Silva Matta. 2017. 57 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

DUARTE, J. M.; BLANCO, C. J. C.; SANTANA, L. R. Estimativa de vazão máxima para projetos de barragem na bacia hidrográfica do rio Uraim em Paragominas/PA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n.º 1, p. 262-281, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.19199/rgsa/v10e12021262-281>. Acesso: 13 jun. 2023.

GRILO, R. C. **A precipitação pluvial e o escoamento superficial na cidade de Rio Claro/SP. 1992. 103 f. Dissertação.** (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

GULLIATTI, N. M. ; RODRIGUES, A. B. M. ; JESUS, E. S. ; PEREIRA JÚNIOR, A. Variabilidade da precipitação mensal e anual no município de Paragominas-Pa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, p. 1716-1730, 2019. DOI: 10.18677/EnciBio_2019A133.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Cidades e Estados.** 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/paragominas.html>. Acesso em: 05 jul. 2023.

KELLNER, ERICH. **Introdução aos sistemas de saneamento** (livro eletrônico) / Erich Kellner. 1 ed. São Carlos, SP: Ed. do Autor, 2020. (UAB-UFSCar; 1). 1Mb; PDF. ISBN 978-65-00-04821-6.

MAGALHÃES, S.; CAL, D. A Culpa é da Chuva? Análise de Accountability na cobertura da enxurrada de Paragominas-PA na TV Liberal. In: **Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação 41º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Joinville - SC – 2 a 8/09/2018.** <
<https://www.portalintercom.org.br/anais/nacional2018/resumos/R13-1965-1.pdf>> (Acesso 21 jun2023)

MARIN, F. R. **Microclimatologia agrícola: introdução biofísica da relação solo-planta-atmosfera.** São Paulo: ESLAQ/USP, 2021.e-book.

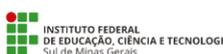
MONTEIRO, Maurílio de Abreu et al. **Atlas Sócio Ambiental: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis.** Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. ISBN 987-85-7143-068-6. Belém – PA, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. (2023). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 17/07/2023.

PINTO, A.; AMARAL, P.; SOUZA JUNIOR, C.; VERÍSSIMO, A.; SALOMAO, R. et al. **Diagnóstico socioeconômico e florestal do município de Paragominas.** Belém: Imazon, 2009. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/diagnostico-socioeconomico-e-florestal-do-municipio-de-paragominas/>. Acesso 21 jun. 2023.

POCCARD-CHAPUIS, R. **Análise e considerações preliminares relativas ao episódio**

Realização





pluviométrico na cidade de Paragominas – PA, noite de 11 a 12 de abril de 2018. CIRAD, 2018.

PORTAL G1 Pará, 2019. **Represas que romperam em Paragominas eram clandestinas.** <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/represas-que-romperam-durante-enxurrada-em-paragominas-eram-clandestinas.shtml>> (Acesso 13 Jun 2023)

REBOITA, M. S.; SANTOS, I. A. Influência de alguns padrões de teleconexão na precipitação no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 10, v. 15, p. 28-48, jul./dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v15i0.37686>. doi: 10.5380/abclima.v15i0.37686.

RODRIGUES, R.S.S., SILVA, M.N. da, FERREIRA FILHO, D.F., BEZERRA, P.E.S.; FIGUEIREDO, N.M. Análise dos efeitos de um evento extremo de chuva sobre o escoamento superficial em uma pequena bacia hidrográfica rural amazônica. **In: Revista Brasileira de Climatologia**. ISSN: 2237-8642 (Eletrônica). Ano 16 – Vol. 26 – JAN/JUN 2020, pg 368-392 <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65246>> (Acesso 29 jun 2023).

SANTOS, L.S.; SILVA JÚNIOR, O.M.; ROCHA, M.A.N. Mapa de múltiplas ameaças: um sobreaviso a população amazônica. **In: Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. 2. ed. – São Paulo: CPS, 2020. 865 p.: il. Pg 626-641. <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Reducao2020/Reducao_2ed-2020-36.pdf> (Acesso 13 jun 2023)

SARDINHA, A. S.; VENTURA, K. S. Análise preliminar dos riscos ambientais da Bacia do Rio Uraim, em um Município da Amazônia Oriental. **International Workshop for Innovation in Safe Drinking Water**, Campinas, SP, n. 1, p. 61–64, 2022. DOI: 10.20396/iwisdw.n1.2022.4790.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas: impactos da urbanização**. Porto Alegre: Ed. ABRH/RHAMA, p87-124, 2007.

VALÂNCIO, L.N.V. Crises entretecidas por colapso de barragens: da reconexão de espaços às narrativas hesitantes. **In: Estudos Avanzados**, ISSN 0718-5022, ISSN-e 0718-5014, Nº. 31, 2019 (Ejemplar dedicado a: Dossier Medioambiente, represas y cultura), págs. 42-65 <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7186322>> (Acesso 21 Jun 2023)

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). (2019). **Water-Food-Energy-Ecosystems Nexus Approach: Opportunities for Cooperation in Transboundary Basins**. Disponível em: <https://grid-arendal.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=7101ef4dfcfb40e98cdc31b2e9d7da10>. Acesso em: 08/07/2023.

Realização