



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

A ÁGUA NOS EVENTOS EXTREMOS: Análises e alternativas de adaptação para a cidade de Marabá (PA).

Andréa Nazaré Barata de Araújo, UNIFESSPA, andrea.barata@unifesspa.edu.br

Ingrid Leal Swerts, Unifenas, ingridlealswerts@gmail.com

Natália Fernandes Ribeiro, PPGAU/UFF, nataliafr@id.uff.br

Paula von Zeska de Toledo, U.P. Mackenzie, paulavonzeska@gmail.com

Resumo

A temperatura da Terra vem aumentando com mudanças climáticas cada vez mais frequentes e eventos extremos como secas, ondas de calor, chuvas intensas e aumento do nível dos oceanos. Estudos indicam que as cidades serão as mais afetadas pelos eventos extremos e mudanças precisam ser realizadas para diminuir prejuízos financeiros e riscos às vidas humanas. Desse modo, o presente estudo focou na cidade de Marabá, localizada no sudeste do Pará, levantando o histórico do comportamento hidrológico e suas alterações ao longo do processo de ocupação e crescimento urbano. Através de mapas, foram feitas análises urbanas considerando os eventos extremos relacionados à água e sugestões como medidas adaptativas e de mitigação às mudanças climáticas. Dentro do mapeamento realizado e do cenário proposto, entendeu-se que a cidade deve respeitar os limites da natureza e avaliar a expansão para áreas não afetadas. Este trabalho não pretendeu assumir uma única alternativa para a ocupação ribeirinha, tendo em vista que se trata de um problema que mesmo diante de tantas possibilidades de realocação da cidade pioneira, sempre houve resistência da população. O trabalho trouxe propostas que podem ser discutidas com a população e gestores públicos na tomada de decisão.

Palavras-chave: Mudança Climática; Eventos Extremos; Marabá; Enchente; Adaptação.

1. Introdução

Estima-se que, desde a revolução industrial, a temperatura da terra já aumentou aproximadamente 1°C e deve ultrapassar 1.5°C antes de 2050 (IPCC, 2021). Com o atual aumento da temperatura já é possível observar impactos ocasionados nos sistemas naturais, porém os riscos aumentam quando são realizadas previsões para um aumento de 2.0 °C na temperatura média global (IPCC, 2018). De acordo com o relatório de 2020 do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2021), o ano de 2020 foi um dos mais quentes já registrados, com efeitos climáticos afetando mais de 50 milhões de pessoas. As mudanças climáticas levaram ao aumento da temperatura global, assim como aumento de eventos extremos como secas, ondas de calor, chuvas intensas e elevação do nível dos oceanos.

Em 2011 foram apresentadas as Vias de Concentração Representativas, ou *Representative Concentration Pathways* (RCP's) em inglês, na “*Special Issue: The Representative Concentration Pathways in Climatic Change*” do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas). As RCP's apresentam quatro cenários do futuro, onde avaliam os níveis de emissão de gases do efeito estufa - GEE, aerossóis, produtos químicos e uso da terra. No cenário RCP 2.6,



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

considerado o mais leve, o aumento de temperatura até o final do século alcançará cerca de 2.4°C. No RCP 8.5 apresenta um quadro mais pessimista, onde a variação da temperatura pode chegar em 5.4°C. (IPCC, 2019; IIASA, 2009).

Segundo o IPCC (2012), um evento extremo pode ser definido como a mudança no padrão, frequência ou intensidade de eventos do tempo e clima, que resultam em situações extremas e sem precedentes. De acordo com Santos *et al* (2017), na Amazônia já é possível identificar a ocorrência destes eventos e segundo Marengo (2014) os relatórios do IPCC, em especial o AR5, mostram o aumento da precipitação e da frequência de chuvas na região sudeste e a ocorrência de secas e enchentes históricas na Amazônia. O último relatório publicado até a data da elaboração desta pesquisa foi o AR6 (IPCC, 2021), que trouxe informações alarmantes sobre as ações humanas, principalmente aquelas voltadas à queima de combustíveis fósseis e relacionadas ao desmatamento, impactam diretamente na mudança do clima e os eventos extremos já acontecem com maiores intensidades e frequências em todas as regiões do planeta.

No início do segundo semestre de 2021¹, eventos extremos como chuvas intensas e enchentes de grandes proporções ocorreram nos países da Europa e Ásia, afetando milhões de pessoas e ocasionando centenas de mortes. Segundo notícia², o ecólogo marinho Paulo Horta comenta que os eventos extremos já são sentidos no Brasil há quase duas décadas, quando em 2004 o ciclone Catarina atingiu os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Contudo, mesmo com a frequência que os eventos estejam acontecendo, eles são vistos como “normais” e pouco se vê na ação dos governos brasileiros no sentido da adaptação. Na mesma notícia, o Físico e Doutor em Meteorologia da Universidade de Duke (EUA), Renato Silva, explica que o aumento da temperatura e as mudanças climáticas fazem com que a atmosfera retenha maior quantidade de vapor d’água e consequentemente, aumenta a quantidade de chuvas intensas.

O processo de urbanização no Brasil tem a característica de expandir sem planejamento e sem levar em consideração as condições ambientais e climáticas locais. Tucci (2008), apresenta os principais problemas relacionados à urbanização nos países em desenvolvimento, que destaca a concentração populacional em ocupações irregulares, a deficiência no sistema de transporte, falta de abastecimento e saneamento, ar e águas poluídas e inundações, reforçando que estas condições de vida são inadequadas e afetam significativamente a saúde pública e a qualidade de vida da população, além dos impactos ambientais. Nas cidades, os eventos naturais são notados com maior intensidade à medida que a ocupação urbana se expande em direção às áreas mais vulneráveis à ocorrência de desastres, e desencadeia profundas transformações ecossistêmicas e geográficas do espaço. Estas transformações, somadas à mudança do clima que,

¹ Notícias referentes às catástrofes que ocorreram na Europa e na China em julho de 2021. Disponível: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/2021/07/17/enchente-na-europa-pode-ser-catastrofe-historica-e-deixa-mortos> e <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2021/07/21/enchente-na-china-passageiros-contam-como-escaparam-de-inundacao-em-metro-que-matou-12.ghtml>. Acesso em: 24 jul. 2021.

² Chuvas no hemisfério Norte podem significar chuvas no Brasil no fim de ano? 2021. Disponível: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2021/07/23/chuvas-no-hemisferio-norte-podem-significar-chuvas-no-brasil-no-fim-de-ano.htm>. Acesso em: 24 jul. 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

segundo o IPCC (2012) e pesquisas³, são influenciadas por fatores antropogênicos e tendem a ocasionar o aumento da frequência, intensidade e duração dos eventos climáticos.

Marengo (2014) alerta que os impactos da mudança do clima requerem medidas de adaptação para as cidades. Alguns dos pontos colocados são: as chuvas intensas e inundações, que poderão causar danos e prejuízos às aglomerações urbanas; a condição de saúde humana que poderá ser muito afetada, e considerar o histórico brasileiro nas doenças de veiculação hídrica, doenças transmitidas por vetores e doenças respiratórias, também apontados pela UNESCO (2020), devido à alta concentração de poluentes nos períodos de seca e contaminação patogênica nas inundações. Marengo (2014) também explica que as mudanças climáticas aumentarão as situações de risco, tendo em vista que há uma tendência a intensificar os desastres, aumentar a pobreza e a ocorrência de epidemias, além de considerar as vulnerabilidades associadas à falta d'água em diversas regiões do país. Dentro deste cenário se encontra a cidade de Marabá, no estado do Pará, que é o estudo de caso da presente pesquisa.

O objetivo geral deste artigo é fazer uma análise urbana, considerando os eventos extremos relacionados à água ocorridos na cidade de Marabá (PA) e propor alternativas e estratégias de adaptação às mudanças climáticas. Os objetivos específicos foram levantar o histórico e fazer uma análise reflexiva sobre a cidade do estudo de caso; Mapear e fazer uma análise urbana e ambiental através da sobreposição de mapas temáticos; Refletir e propor estratégias de adaptação para o estudo de caso.

2. Fundamentação teórica

Os impactos socioeconômicos gerados pela mudança do clima são sentidos nas ocorrências de eventos extremos de chuva no estado do Pará, como mostram estudos⁴. Onde a maioria das cidades localizadas na Amazônia sofrem interferência de eventos extremos relacionados às águas como enchentes e secas, principalmente se levar em conta que muitas dessas localidades estão situadas às margens de rios.

Para Câmara (2012), os impactos e desequilíbrios ambientais se acentuam de acordo com as intervenções humanas, como através da ocupação desordenada de áreas de risco de inundações aliada ao planejamento público ineficiente. Dessa forma, a autora discute sobre a importância acerca de estudos hidrológicos de modo a prevenir desastres e minimizar os problemas sociais que eles podem causar. Uma vez que a região Amazônica é a maior rede mundial de

³ Pesquisas indicam a influência das ações humanas nas mudanças do clima e ocorrência de eventos extremos: "Attribution findings related to extreme temperature events tend to show much stronger evidence of human influence than for other types of events." STOTT, P. How climate change affects extreme weather events. *Science*, [S. l.], v. 352, n. 6293, p. 1517–1518, 2016. DOI: 10.1126/science.aaf7271. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/352/6293/1517/tab-pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

⁴ Os impactos socioeconômicos dos Eventos Extremos de Precipitação Diária em Belém-Pará foram estudados com base em histórias relatadas nas notícias dos jornais da cidade durante o período de 1987 a 2009. CAMPOS, T. L de O B; MOTA, M A S; SANTOS, S R Q. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, [S. l.], v. 10, n. 1, 2015. DOI: 10.4136/ambi-agua.1433.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

drenagem, o estudo hidrológico é imprescindível para lidar com os extremos regionais (CÂMARA, 2012).

Segundo Tucci (2002), estudos de simulação hidrológica são usados para antecipar os eventos críticos visando, dentre outros objetivos, prever e avaliar os impactos que a urbanização pode gerar em uma bacia e assim traçar medidas preventivas. Dessa forma, é importante avaliar na cidade de Marabá, como o comportamento hidrológico se alterou ao longo da sua história de ocupação e processo de crescimento urbano, que aponta para um boom⁵ exponencial de crescimento populacional. De acordo com Tucci (2008), as inundações podem ocorrer por diferentes formas, sendo as inundações de áreas ribeirinhas consideradas naturais e que ocorrem com aumento do leito do rio nas épocas de maior precipitação. O autor explica que os rios possuem dois leitos: um leito menor, onde a água escoar na maior parte do ano e o maior quando em épocas que o escoamento atinge níveis superiores, ocorrendo inundações. Os impactos gerados pela inundação vão acontecer quando o leito maior é ocupado pela população e que, segundo Tucci (2008), são mais comuns em rios de médias a grandes proporções. Aspectos estes que serão vistos no estudo de caso de Marabá.

2.1. Os eventos extremos em Marabá.

Os rios Tocantins e Itacaiúnas, que cercam a cidade de Marabá, são considerados de média e grande proporção, com padrões hidrológicos significativos e considerados inundáveis no Mapa de vulnerabilidade à inundação da Agência Nacional de Água - ANA⁶, que informa os seguintes dados: frequência alta (eventos de inundações em período inferior a cinco anos), impacto alto e vulnerabilidade alta. A ANA registra como padrão hidrológico para a cidade de Marabá os seguintes índices para o rio Tocantins: Abaixo de 2m, sinal de atenção para alerta de estiagem; 2,5m considerado um nível normal para o rio; 8m a cota que registra atenção para riscos de inundação; e 10 metros, sendo a cota máxima para o alerta de inundação. Segundo Rodrigues (2014), a cota de alerta geralmente é atingida no mês de fevereiro, e é definida pela defesa civil do município quando o nível do rio atingir a primeira residência.

Almeida (2011) relata que as primeiras enchentes foram registradas em 1906. Da mesma forma, outros eventos críticos se sucederam nos anos de 1926, 1935, 1947 e 1957. Durante a década de 1970, Marabá conviveu com duas grandes enchentes: uma em 1977 e outra em 1978, sendo que a última atingiu 90% da área urbana da cidade (LIMA, 2016). Raiol (2010) destaca que em 1980 o rio Tocantins atingiu o maior registro até hoje. Importante ressaltar que neste ano as chuvas se mantiveram acima dos padrões pluviométricos considerados normais para a região, o que culminou na maior cheia já registrada na cidade. Conforme Rodrigues (2014), em janeiro de 1980 o rio Tocantins ultrapassou a cota de alerta e com o passar dos dias seguiu aumentando seu nível de forma lenta, até o pico, que foi registrado no mês de março com

⁵ Crescimento das cidades médias: Marabá é a 20ª cidade que mais sofreu boom populacional no Brasil entre 2003 e 2013. Disponível em: <https://exame.com/brasil/25-cidades-que-sofreram-um-boom-populacional-no-brasil/>. Acesso em: 25 jun. 2021.

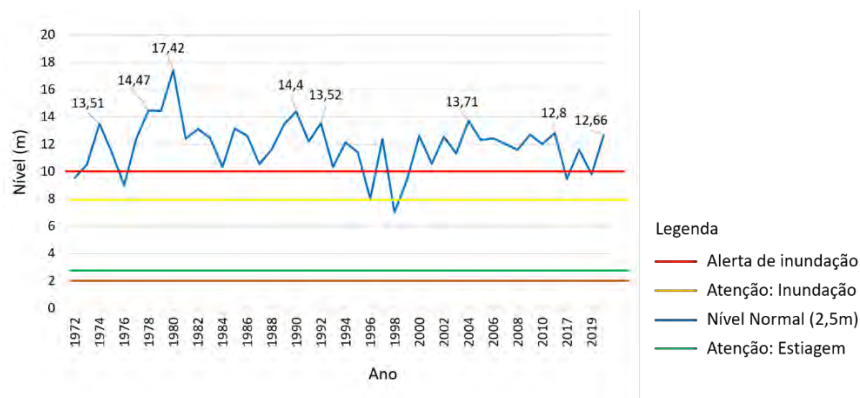
⁶ Dados extraídos do site do Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos (ANA), Mapa interativo de Vulnerabilidade a inundações. Disponível: <https://portall.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=987367629d6a4bb18e876630347cec4a>. Acesso em: 25 jun. 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

17,42m. Câmara (2012) mostra os níveis máximos que o rio Tocantins alcançou em Marabá, dentro da série histórica entre 1972 e 2011. Para uma análise mais atualizada, foram coletados os dados registrados pela ANA⁷ entre os períodos de 2017 e 2021, já em posse da informação sobre os meses mais críticos do ano que, segundo a ANA, é o período entre os meses de fevereiro a abril. Em 2018, o nível máximo do rio foi de 11,68m e em 2020, o nível do rio Tocantins oscilou nos primeiros meses do ano, ficando a maior parte do tempo dentro do intervalo considerado “Alerta de Inundação”. Durante o mês de março houve a maior oscilação do rio, de 7.60 m até 12.66 m (figura 1).

Figura 1. Gráfico dos níveis de inundação em Marabá.



Fonte: Autoras (2021, adaptado de CÂMARA, 2012).

Em contrapartida aos maiores registros, os níveis mínimos registrados ocorrem normalmente entre os meses de agosto a outubro, com valores abaixo de 3,0 m de altura. Segundo Rodrigues (2014), no ano de 1972 o rio atingiu a marca de 0,95cm sendo, até o presente momento, o período de menor registro de cota. Outros anos que ficaram abaixo da cota de estiagem foram os de 1975, atingindo 1,22m em outubro; e 1976, com a cota de 1,24m em setembro. Entretanto, observa-se que entre 2017 e 2019, registraram-se cotas baixas indicando estiagem.

Levando-se em conta os alertas registrados pela ANA, pode-se dizer que anualmente o rio atinge as cotas que são passíveis de prejuízos à comunidade. Atualmente, a Coordenação Municipal de Proteção e Defesa Civil de Marabá (COMDEC) elabora um Plano de Contingência de enchentes dos rios Tocantins e Itacaiúnas anualmente, fazendo monitoramento diário dos rios com régua de medição que quando alcançam cota de 8,2 - 10 metros alertam a comunidade sobre o remanejamento. A prefeitura de Marabá registra as famílias que ocupam as áreas dos rios a fim de distribuí-las em abrigos temporários, quando os 8 metros se associam a chuvas intensas. Porém, essa atitude não se configura em uma boa estratégia por apenas camuflar o problema e não o solucioná-lo. Por exemplo: entre os anos de 2009 até 2011, a Defesa Civil registrou cerca de 4 mil famílias como diretamente prejudicadas devido ao período de cheias do rio Tocantins, o que implica em gastos financeiros elevados (CÂMARA, 2012).

⁷ Boletim Hidrológico 2021 elaborada pela ANA e SEMAS, no site do Governo do estado do Pará. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2021/06/15/boletim-hidrologico-2021/>. Acesso em: 10 jul. 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

A partir destas informações, é possível estabelecer uma série histórica da vivência da comunidade e a estreita relação que a cidade desenvolveu com as enchentes. Segundo Almeida (2008), mesmo com as ocorrências de cheias e perdas materiais existe uma tradição da população que vive na área de inundação, que se acostumou a sair de suas casas e voltar após as épocas de cheia. A população resiste em voltar para a área de inundação, desde o início da ocupação da cidade. Em grande parte das cheias que aconteceram na cidade e que foram descritas neste trabalho, foram propostas iniciativas por parte dos governos locais ou estaduais de mudar a cidade de local. No entanto, as propostas não foram aceitas pela população principalmente por questões estratégicas de comércio.

2.2. Adaptação às Mudanças do Clima e Soluções baseadas na natureza

O Relatório do IPCC de 2012, relata sobre possíveis perdas econômicas e humanas e como medidas adaptativas podem evita-las (IPCC, 2012). A UNESCO (2020) indica como estratégias complementares para a gestão e redução de risco associados às mudanças climáticas em áreas urbanas, a adaptação e a mitigação. Estas estratégias de adaptação podem ser através da combinação de práticas e ações de nível técnico à gestão pública. As mitigações podem ser feitas através de educação e conscientização, na mudança comportamental das pessoas.

Segundo a UNESCO (2020) a água tem um papel extremamente importante na mitigação e na adaptação à mudança climática, pois além de ser ponto chave dos objetivos 6 e 14, dos 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da Agenda 2030, proposta pela ONU, a água faz conexão com todos os demais ODS e está nas metas globais de todos os países envolvidos e como prioridade nas ações de adaptação definidas nas “Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas” (Intended Nationally Determined Contributions – INDCs). É através da temática da água que também estão os maiores desafios ligados à erradicação da pobreza, do déficit mundial de acesso à água e saneamento (UNESCO, 2020).

Neste cenário que se apresentam as populações vulneráveis que, no exemplo de Marabá, ocupam áreas de riscos de inundação e estão sujeitas aos impactos e efeitos nocivos causados por eventos climáticos. É importante ressaltar, neste contexto, que ser vulnerável significa não conseguir adaptar-se à ocorrência de um impacto ou ter essa capacidade reduzida. Sendo assim, a vulnerabilidade e a adaptação tendem a ser inversamente proporcionais, e adaptação acontece quando se conseguem minimizar danos provocados pelos impactos, como perdas materiais, econômicas e sociais que podem acontecer durante a ocorrência de um desastre. Mortes, caos urbanos e interrupções do funcionamento da sociedade são recorrentes durante a ocorrência destes eventos. Marengo (2014, p.29) alerta para as projeções do clima avaliadas pelo IPCC e pelo PBMC, que estima um aumento significativo de tragédias que irá demandar ações e preparo do poder público para enfrentar estes eventos.

Pretende-se, com esta pesquisa, refletir sobre as medidas adaptativas, enfatizando as políticas ou recursos da gestão pública local, quanto à capacidade e habilidade de adaptação aos impactos provocados pelas mudanças climáticas.

A realidade brasileira mostra uma gestão equivocada sobre estes problemas, uma vez que, quando ocorridos os eventos, as ações de reparo e (ou) reforma são apenas pontuais e não tratam a causa. Políticas eficientes para a ocupação do espaço urbano e de valorização ambiental são opções que ainda não são, de fato, adotadas na prática na maior parte das cidades brasileiras.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Isto acaba por gerar problemas também de ordem econômica, uma vez que recuperar um espaço costuma ser mais oneroso do que tentar preservá-lo.

Quanto maior a capacidade de adaptação, menores as vulnerabilidades. Utilizar de tecnologias e metodologias que possam mitigar os problemas e adaptar as cidades com Soluções Baseadas na Natureza (SBN), contribui potencialmente para o aumento da resiliência das cidades, deixando tanto a sua população quanto seu espaço físico menos vulneráveis aos eventos futuros ou à acentuação dos efeitos das mudanças climáticas globais.

O conceito de SBN, de acordo com Fraga e Sayago (2020), vem ganhando destaque em instituições internacionais e também na União Europeia como uma forma de adaptação às mudanças do clima. As SBNs são soluções que se inspiram em processos naturais para promover benefícios sociais, ambientais e econômicos para a população. Dentre os objetivos das SBNs estão a solução dos problemas relacionados ao manejo da água urbana, reconhecendo a natureza e especificamente o ciclo d'água como parte essencial na construção urbana, substituindo desse modo as intervenções humanas poluidoras e destruidoras por práticas ecológicas inspiradas na natureza (DEVECCHI *et al.*, 2020). Para Devecchi *et al.* (2020) é imprescindível pensar a infraestrutura urbana incorporando o ciclo d'água, afim de possibilitar que as águas infiltrem nos terrenos e evaporem no mesmo local. As Soluções baseadas na Natureza contribuem dessa forma com a resiliência urbana e são serviços ecossistêmicos que podem diminuir a vulnerabilidade urbana frente a eventos extremos, utilizando iniciativas como áreas verdes urbanas, jardins de chuva, alagados construídos, telhados verdes dentre outros (FRAGA, SAYAGO, 2020).

Como as SBN estão em debate pelo mundo todo, a Aliança Bioconexão Urbana traz para o Brasil essa questão, com mapeamento das ações implementadas pela iniciativa privada e pública (BARBOSA, 2021). Lançada em 12 de maio de 2021, esta é composta por oito grandes instituições que promovem o incentivo às cidades sustentáveis e resilientes em favor da natureza e não contra. Fazem parte, a Fundação Grupo Boticário de Proteção à natureza, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), a Rede Brasil do Pacto Global da ONU, o ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade), a Plataforma Brasileira e Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES), o WRI Brasil, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) e a The Nature Conservancy Brasil (TNC).

Segundo Caccia (2020), algumas cidades brasileiras já implantaram ações voltadas para programas e políticas públicas baseadas na natureza. É o caso de Anapólis, em Goiás, onde a prefeitura está implantando os jardins de chuva que funcionam como uma drenagem natural que absorve e estoca água e o Parque Barigui, em Curitiba, que inunda cerca de seus 1,4 milhão de metros quadrados em chuvas fortes, amenizando enchentes (BARBOSA, 2021). A UNESCO (2020) cita como exemplo o conceito de “cidade esponja”, criada na China, que propõe a permeabilidade do solo nas áreas urbanas e abertura de espaços livres para a água fluir, reter, estabelecer e infiltrar nas cidades.

As SBNs precisam ganhar mais visibilidade e apoio, pois são ferramentas chaves para a adaptação e a mitigação da mudança climática, por meio da água. A UNESCO (2020) enfatiza a necessidade de pensar nestas estratégias de adaptação, pois são elas que vão contribuir para resolução de problemas na ordem da infraestrutura urbana, do saneamento, do acesso à água e principalmente no enfrentamento aos eventos extremos e aos riscos de desastres.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

3. Metodologia

A metodologia da presente pesquisa consiste, primeiramente, do levantamento bibliográfico sobre as temáticas que relacionam o processo de urbanização e os eventos extremos, sobre a vulnerabilidade de áreas de ocupações sujeitas aos riscos dos eventos extremos através dos documentos do IPCC e UNESCO e autores como Marengo (2014) e Tucci (2008). Dentre estes eventos foram selecionados os ocasionados principalmente pela ação da água, pelas chuvas, por exemplo: enchentes, inundações e secas. A precipitação aparece como um dos indicadores globais do clima, definidos pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2021). Ainda no levantamento e estudo teórico, foram abordados os assuntos que tratam das possíveis soluções para mitigação, prevenção e, principalmente, adaptação das cidades aos problemas e efeitos das mudanças do clima. O caminho conceitual para estas estratégias e alternativas terão como base o conceito de soluções baseadas na natureza.

Como estudo de caso foi escolhida a cidade de Marabá, localizada no estado do Pará, considerando sua vulnerabilidade aos eventos extremos como as enchentes. Sendo assim, foi feito um levantamento de dados desta cidade, como a caracterização histórica, geomorfológica e ocorrências destes eventos, levando em conta a vulnerabilidade da população de Marabá. O estudo e análise urbana foi feita através de mapas que foram elaborados através do software QGis. A análise urbana foi feita através de sobreposição de mapas, com dados de ação antrópica (mapbiomas), áreas protegidas (Seplan) e risco de inundação (Serviço Geológico do Brasil - CPRM), perímetro urbano, ZEIA e área urbana consolidada/ em consolidação (Plano Diretor de Marabá, 2017), relevo (Banco de Dados Geomorfométricos - INPE). Estes dados permitiram a proposição de um estudo possível para contribuir para um plano de adaptação e mitigação à mudança do clima. Como base de reflexão e análise foram utilizados os trabalhos de Costa *et al* (2020) e Bibas e Cardoso (2016).

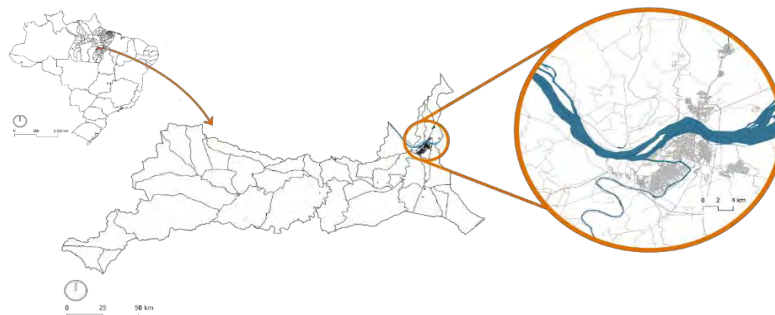
4. Resultados

Situada a sudeste do Estado do Pará, na região Amazônica, às margens do rio Tocantins, como mostra a figura 02, com uma população estimada em 283.542 de acordo com o IBGE (2020), a cidade possui área de 15.157,90 km². De acordo com Raiol (2010), 21,27% correspondem às terras indígenas do Cateté e de Sororó, além das unidades de conservação como a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, a Reserva Biológica do Tapirapé e a Floresta Nacional do Itacaiúnas. O clima é equatorial quente e úmido, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) as temperaturas médias mensais variam entre 22,9°C e 32°C, a umidade relativa do ar entre 73% a 93% e a precipitação anual, em torno 1.976 mm. Pela localização, tem a característica de inverno Amazônico, onde os maiores registros de precipitação ocorrem no período de janeiro a março, e os períodos de seca de julho a setembro.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Figura 02. Mapa de Localização de Marabá e recorte do estudo de caso.



Fonte: Autoras, 2021.

Segundo o Raiol (2010), com uma altitude média de 125 m em relação ao nível do mar, a área urbanizada do município está situada no encontro entre dois rios que cortam a região: Os rios Tocantins e Itacaiúnas, e devido à baixa altitude das áreas ocupadas irregularmente na cidade, as enchentes são recorrentes. Além destes dois rios principais, o município sofre influência dos rios Taurazinho e Sororó, além das bacias dos rios Tapirapé, Cinzento e Preto, que estão inseridas na sua totalidade dentro do território municipal. É importante frisar que a cidade de Marabá surgiu da demanda de expansão da produção agrícola, para atender as necessidades de Belém, capital do Estado, e para auxiliar no escoamento desta produção, a criação da cidade aconteceu na confluência dos rios Itacaiúnas e Tocantins, forçada por estratégia de mercado (LIMA, 2016). Atualmente, o local de ocupação pioneira da cidade é o bairro que mais sofre com as enchentes na região.

Além da agricultura, a região é muito marcada pela exploração mineral, que principalmente entre as décadas de 1930 e 1950 contou com cristais de rocha e diamantes sendo extraídos do fundo dos rios durante os períodos de seca. Mais uma vez, a população se viu na necessidade comercial de enfatizar a importância do rio para a cidade. De acordo com Raiol (2010), a necessidade comercial e de exploração provocou grande atração à Marabá, que com o crescente aumento populacional fez a ocupação urbana expandir para além do Núcleo Pioneiro, em direção às demais áreas alagáveis devido à falta de continuidade de terreno.

Surgiram projetos para expansão dos Núcleos Cidade Nova, Nova Marabá, São Félix e Morada Nova. Os dois últimos núcleos são ligados por terra entre si e os demais são ligados por pontes, devido à presença do rio e áreas alagáveis. Enquanto que a ocupação e o desenho urbano do Núcleo Pioneiro partiram de uma espontaneidade em relação à topografia e à margem dos rios, os outros núcleos mais antigos, Cidade Nova e Nova Marabá, tiveram sua malha urbana desenhada segundo moldes modernistas de ocupação. É nítida a diferenciação entre o padrão de uso e ocupação do solo entre estes três núcleos. A motivação para permanência das habitações à beira do rio é cultural, herança da ocupação pioneira, pois enquanto as cidades amazônicas usam o rio como principal meio de transporte, deslocamento de bens e serviços e como fonte de renda e alimentação, em Marabá isso não acontece. Almeida (2011) relata que as primeiras enchentes foram registradas em 1906, quando a população precisou procurar abrigo em canoas e nas partes mais elevadas do território. Nesta ocasião, após passado o efeito



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

da enchente, a comunidade retornou às suas casas. O que possivelmente é o início de uma tradição comportamental na cidade: abandonar temporariamente as residências, para aguardar o fim das cheias.

Lima (2016) ressalta em pesquisas sobre o histórico de ocupação municipal, inúmeros registros de tentativas do poder Estadual e até Federal de mudar a cidade de local. Contudo, as maiores cheias coincidiram com grandes safras de castanha-do-pará, motivo que fez com que todas as propostas de mudança fossem negadas pela população, devido a utilização do rio Tocantins para escoamento da produção. Na grande cheia de 1926, foi incentivado pela prefeitura a reconstrução da cidade no mesmo local. O autor também relata que, em 1953, um engenheiro chamado Cornélio Pimentel teria proposto um plano para desviar as águas do Rio Itacaiúnas, que desaguam no Rio Tocantins, com a construção de um canal. Este projeto foi entregue à prefeitura, mas o prefeito da época achou inviável o investimento nesta obra. Outras grandes enchentes aconteceram na década de 1970, porém, foi em 1980 que o rio Tocantins atingiu seu maior nível registrado⁸ até hoje, afetando quase toda a cidade, exceto as áreas que ainda estavam em expansão (RAIOL, 2010). Segundo Almeida (2011), o ato corriqueiro de suspender seus bens não funcionou nesta situação, e barcos foram usados na tentativa de salvar móveis e eletrodomésticos. Neste momento, os moradores dos bairros mais pobres precisaram recorrer à Prefeitura e ao Exército, que se encarregaram quanto à distribuição de remédios e alimentação.

Câmara (2012), detalha a proporção da área da cidade que é atingida conforme o nível do rio aumenta. De acordo com a autora (apud PNUAH; PNUMA; MMA, 2006), quando a enchente alcança o nível 8 m, aproximadamente 7% da área total dos três núcleos é atingido; Com o nível 12,12m, o percentual da área total atingida nos três núcleos é de aproximadamente 35%; E nas situações mais extremas, onde o rio atinge cerca de 16m, o percentual total sobe para mais que 50%, sendo 100% da Marabá Pioneira atingida (figuras 03 e 04).

Figura 3. Enchente registrada em 2020.



Fonte: Correio de Carajás⁹

Figura 4. Enchente registrada em 2018.



Fonte: G1¹⁰

⁸ Dados obtidos em JORNAL NOTÍCIAS DE MARABÁ (1978:4) apud Almeida (2008).

⁹ Imagem publicada no site do G1, no artigo “MP quer que prefeitura tome medidas para garantir distância social nos abrigos da enchente”. Disponível em: <https://correiodecarajas.com.br/mp-quer-que-prefeitura-tome-medidas-para-garantir-distancia-social-nos-abrigos-da-enchente/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

¹⁰ Imagem publicada no site do G1, no artigo “Rio Tocantins ultrapassa a marca de 11 metros e aumenta o número de desabrigados em Marabá”. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/rio-tocantins-ultrapassa-a-marca-de-11-metros-e-aumenta-o-numero-de-desabrigados-em-maraba.ghtml> Acesso em: 10 jul. 2021.

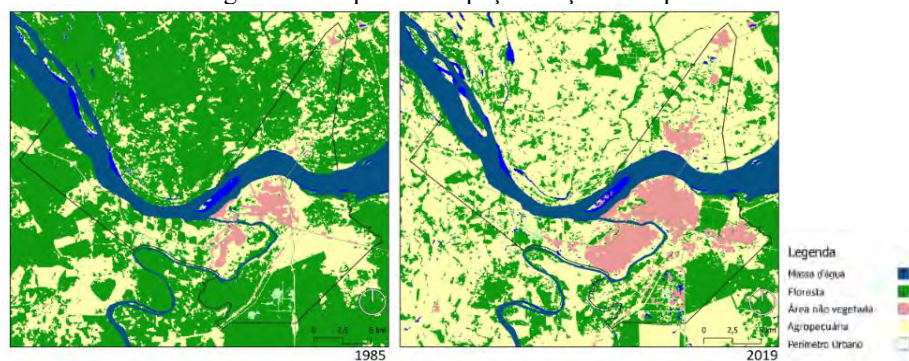


III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Sendo assim, observa-se que as ações imediatistas por parte das instituições públicas reforçam uma atitude que se tornou corriqueira na cidade: a população mais pobre é reconhecida pelo seu comportamento obstinado em se manter firme no local de origem, independentemente de quais circunstâncias custem essa permanência. Os moradores dessas áreas alagáveis, de ocupação informal, fizeram do seu retorno às suas casas após a cheia um hábito repetido anualmente. Como não há registros oficiais de mortes devido às enchentes e com o aumento do leito do rio acontecer de forma gradativa e lenta (durante em média 4 meses), a comunidade sai das suas casas a tempo de retirarem seus principais pertences para diminuir as perdas financeiras.

Através do mapeamento georreferenciado, foram feitas análises para a proposição de uma solução para o problema de inundação, que pode agravar com as mudanças climáticas. Assim, começamos a análise através da observação do processo de ocupação da cidade. Na figura 05 é representado o processo de ocupação e ação antrópica, e foi elaborado com dados do Mapbiomas. É possível observar como o processo de ocupação se desenvolveu e o desmatamento para agropecuária de forma exploratória devastou grande parte da vegetação, considerando o período entre 1985 e 2019.

Figura 05. Mapas de ocupação e ação antrópica



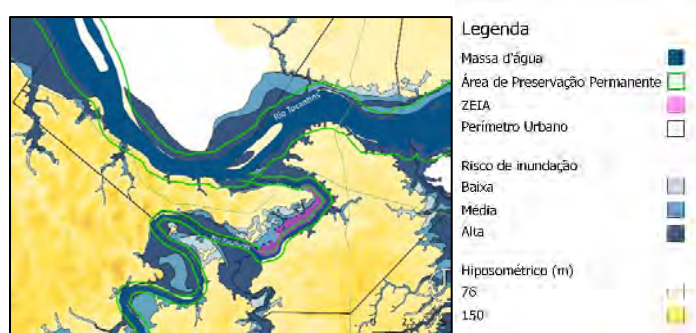
Fonte: Mapbiomas (2021)

Observando que o processo de expansão urbana somado à atividade agrícola contribuiu para a devastação de grande parte da vegetação nativa e dos ecossistemas, partimos do entendimento que é necessário pensar na preservação dos recursos naturais. Desse modo, elaboramos o mapa da figura 06, que apresenta a área de risco de inundação e áreas protegidas definidas pelo Plano Diretor Municipal e também as que não estão incluídas neste Plano, como as Áreas de Preservação Permanente (APP) nas margens dos rios. Este mapa foi criado para definir a área non aedificandi (que significa área que não pode ser construída, edificada). Para isso foi observado os três níveis de risco de inundação apontados pelo CPRM, sendo de alto risco o que acontece com frequência. É possível observar que a Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA), está completamente inserida na área de potencial inundação. Além disso, foi adicionada no mapa a APP nos dois trechos de rio, sendo de 200 metros de largura no Rio Itacaiúnas e 500 metros no Rio Tocantins.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

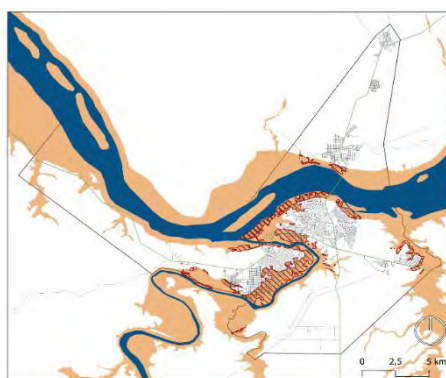
Figura 06. Área de risco de inundação e áreas protegidas, segundo o Plano Diretor Municipal de Marabá.



Fonte: Autoras, 2021.

Diante do analisado no mapa da figura 06, foi proposta uma área non aedificandi, indicando as áreas de ocupação irregular que propomos remover, por considerar sua vulnerabilidade e que estão inseridas em áreas de risco. Portanto, consideramos para o mapa da figura 07 a área definida como non aedificandi, de preservação ambiental considerando que são impactadas ambientalmente pela ação do homem e a remoção da população que ocupa estas áreas, pelo risco causado a ela. Considera-se que a área non aedificandi é a união da área de risco alto e médio de inundação e APP apresentadas no mapa da figura 07. Por fim, o mapa da figura 08 apresenta o cenário de Parque que define a proposta de fazer da área non aedificandi e também área ambientalmente frágil, que deve ser protegida em área de parque, como uma solução baseada na natureza, além de permitir o acesso da população no usufruto da qualidade de vida e oferta de serviços ecossistêmicos. A área do parque foi escolhida por ser a área de maior ocupação urbana inserida dentro da área de risco de inundação, e por sofrer o risco de ser reocupada após a remoção, entendendo o histórico de retorno da população mesmo quando a região inunda.

Figura 07. Mapa de Área Non aedificandi e área de remoção.



Legenda

Massa d'água
 Non - aedificante proposta
 Área de remoção proposta
 Perímetro Urbano

Figura 08. Mapa do cenário proposto: Área de expansão e Áreas Protegidas - Parque.



Legenda

Massa d'água
 Área de Preservação Permanente
 Área de parque proposto
 Área de possível expansão
 Qualificação e recuperação
 Uso consolidado
 Uso em consolidacao
 Perímetro Urbano

Fonte: Autoras, 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Esta parte da cidade, considerada área pioneira de ocupação e com particularidades, deve ser avaliada com cuidado e a sugestão do parque é uma das possíveis alternativas. Pois a situação das enchentes vai ser contínua e a melhor opção seria remover todo o bairro, como deveria ter sido desde a grande primeira enchente registrada há mais de cem anos. Mas, como sempre os moradores resistem em voltar e criaram um laço com o local, com toda a história e tradição, de resistência, memória, identidade e apego, sugerimos algumas alternativas dentro das possibilidades que a população continue onde estão e que não precise sair de suas casas em épocas de cheia. Considerando que manter abrigos durante a cheia é um custo para o governo. E que mesmo a população aceitando esta situação, há prejuízos e riscos em relação à saúde pública.

A intenção na proposta do parque é de trazer alternativas de soluções baseadas na natureza, que se configuram como espaços de lazer e preservação da biodiversidade e que o trabalho de Bibas e Cardoso (2016) já havia sinalizado esta necessidade e aponta diretrizes e mapeamento semelhantes. Porém, no presente estudo, o foco principal foi mostrar especialmente estes limites necessários entre áreas ocupadas e áreas que precisam ser preservadas e protegidas e, por este motivo, não chegou ao nível do desenho urbano. Nas figuras 09 e 10 apresentamos alguns parques que podem inspirar propostas futuras para este novo cenário, considerando a orla, os espaços de inundação e alagáveis, onde o conceito de cidade-esponja e wetlands tem aplicabilidade em Marabá.

Figura 09. Parque alagável de Qunli, na China.



Fonte: G1¹¹

Figura 10. Master Plan orla Lagoa Paranoá, Brasília.



Fonte: Revista Projeto¹²

No caso de alternativas de arquitetura e urbanismo para as regiões de ocupação ribeirinha, tomamos como exemplo o Projeto de habitação ribeirinha que Danielle Gregório desenvolveu em seu Trabalho de Conclusão na Faculdade de Arquitetura da USP (2019), como uma proposta que se adapta ao meio ribeirinho amazônico de forma sustentável. Outro exemplo é das cidades flutuantes¹³. Os trabalhos de Costa *et al* (2020) e Bibas e Cardoso (2016) consideram análises

¹¹ Imagem publicada no site do G1, no artigo sobre Cidades Esponjas. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/02/16/cidades-esponja-conheca-iniciativas-pelo-mundo-para-combater-enchentes-em-centros-urbanos.ghtml>. Acesso em: 10 jul. 2021.

¹² Imagem publicada no site da Revista Projeto sobre o Projeto vencedor da orla do lago Paranoá, em Brasília. Disponível em: <https://revistaprojeto.com.br/noticias/escritorio-curitibano-vence-concurso-para-masterplan-do-paranoa/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

¹³ Cidades Flutuantes, artigo publicado na ONU News. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/05/1674361>. Acesso em: 10 jul. 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

feitas com propostas que direcionam a expansão e a reurbanização de Marabá, porém, de forma crítica, é necessário apontar que Bibas e Cardoso (2016) não trouxeram de fato uma solução para o bairro pioneiro no que se refere à adaptação às enchentes. Entendemos suas contribuições e propomos uma nova abordagem com um caráter diferenciado, pensando nas enchentes como eventos extremos que se tornarão cada vez mais frequentes.

5. Conclusões

Os resultados mostram que, dentro do mapeamento realizado e do cenário proposto, entende-se que a cidade deve respeitar os limites da natureza e avaliar para onde crescer, por esse motivo foi sugerida a expansão para áreas não afetadas.

Este trabalho não pretende assumir uma única alternativa para a ocupação ribeirinha, tendo em vista que se trata de um problema que vem sendo analisado, estudado, discutido e que mesmo diante de tantas possibilidades de realocação da cidade pioneira, sempre houve resistência da população.

Entendendo o olhar que traz Almeida (2008), o risco de inundação e a vulnerabilidade para essas pessoas é menos importante do que o fato de terem que conviver com o problema. Então qual seria a solução? O que o trabalho busca é trazer propostas, ideias que possam ser discutidas com a população e gestores públicos na tomada de decisão que seja de benefício de todos.

Este estudo é importante pois só reforça a necessidade de um planejamento adaptativo, uma vez que, com o aumento da intensidade das mudanças climáticas, eventos extremos que costumavam acontecer ocasionalmente ocorrerão com maior frequência. Assim, uma cidade planejada e adaptada seguindo um modelo sustentável e de acordo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU, sofrerá menos com os impactos futuros de caráter material e de vidas.

7. Referências bibliográficas

ALMEIDA, J. J. **A cidade de Marabá sob o impacto dos projetos governamentais**. 2008. 273p. Dissertação (Mestrado em História Econômica) - Departamento de História da FFLCH da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2008.

ALMEIDA, J. J. Os riscos naturais e a história: O caso das enchentes em Marabá (PA). **Tempos Históricos**, Brasil, v. 15, p. 205-238, 20 dez. 2011. DOI: 10.36449/rth.v15i2.7205. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/temposhistoricos/article/view/7205>. Acesso em: 20 jul. 2021.

BARBOSA, V. Exclusivo: “Renaturalizar” as cidades, por que não? Aliança busca acelerar Soluções Baseadas na Natureza. **Um só Planeta**, 12 mai. 2021. Disponível em: <https://umso-planeta.globo.com/sociedade/noticia/2021/05/12/exclusivo-renaturalizar-as-cidades-por-que-nao-alianca-busca-acelerar-solucoes-baseadas-na-natureza.ghtml>. Acesso em: 10 ago. 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

BIBAS, L., CARDOSO, A. C. Redesenhos para Marabá PA Aspectos socioambientais e desenho urbano. *Vitruvius*. ano 17, dez. 2016. Disponível: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.199/6357>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CACCIA, L. Políticas públicas de soluções baseadas na natureza avançam em cidades brasileiras. *WRI Brasil*, 14 dez. 2020. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/cidades/politicas-publicas-de-solucoes-baseadas-na-natureza-avancam-em-cidades-brasileiras>. Acesso em: 25 jul. 2021.

CÂMARA, R. K. C. **Previsão estocástica de nível fluviométrico para cidade de Marabá-PA: Método de Box & Jenk**. 2012. 120p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA. Belém, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/11022/1/Dissertacao_PrevisaoEstocasticaNivel.pdf Acesso em: 17 jul. 2021.

COSTA, S. T. L.; FARIAS, L. J S.; LOUREIRO, G. E. Aspectos geoambientais como subsídio ao planejamento urbano da cidade de Marabá (PA). **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 257-284, mai./ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/view/9021> Acesso em: 15 jul. 2021

DEVECCHI A. M. et al. Desenhando cidades com soluções baseadas na natureza. **Parc. Estrat**, Brasília-DF, V. 25, N. 50, p. 217-234, jan-jun. 2020. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/article/view> Acesso em: 10 ago. 2021

FRAGA, R. G; SAYAGO, D. A. V. Soluções baseadas na natureza: Uma revisão sobre o conceito. **Parc. Estrat**, Brasília-DF, V. 25, N. 50, p. 67-82, jan-jun. 2020. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/946/854. Acesso em: 10 ago. 2021

IIASA (Laxenburgo Austria). **RCP Database. 2009**. International Institute For Applied Systems Analysis. Disponível em: <http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tnt/RcpDb>. Acesso em: 14 set. 2020.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 2012, 1-19 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/> Acesso em: 03 Set. 2021.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global Warming of 1.5°C**. 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/> Acesso em: 03 Set. 2021.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc/> Acesso em: 03 Set. 2021.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf. Acesso em: 03 Set. 2021.

LIMA, M. M. A produção social do espaço e a relação cidade-rio na ribeira de Marabá-PA: Modernização, conflitos e resistências. **Geousp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 2, p. 267-



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

280, 2016. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2016.122375. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/122375>. Acesso: 10 Set. 2020.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. **Dossiê Clima: REVISTA USP**, São Paulo, n. 103, p. 25-32, 2014.

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Mudanças Climáticas e Cidades**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf. Acesso em: 10 Set. 2020.

Raiol, J. A. (coord.) **Perspectivas para o meio ambiente urbano**: GEO Marabá. Pará, Belém:[sn]. 2010. 140 p. Disponível: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/geo-maraba-perspectivas-para-o-meio-ambiente-urbano.pdf>. Acesso: Acesso em: 09 jun. 2021.

RODRIGUES, M. J. L. **Eventos hidrológicos extremos em Marabá-PA**. 2014. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2014. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/handle/prefix/1953>. Acesso em: 09 jun. 2021.

SANTOS, S. R. et al. Frequências dos eventos extremos de seca e chuva na Amazônia utilizando diferentes bancos de dados de precipitação. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. [S. 1.], v. 10, n. 2, p. 468–478, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170029>. Acesso em: 9 jun. 2021.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. Dossiê água. São Paulo, **Estudos Avançados**. v. 22, n.63. 2008. DOI: 10.1590/S0103-40142008000200007. Disponível: <https://www.scielo.br/j/ea/a/SfqYWrhrvtkxybFsjYQtx7v/?lang=pt> Acesso em: 10 Set. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3 ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS/ABRH, 2002. 944p.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Adaptation Gap Report 2020**. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/adaptation-gap-report-2020> Acesso em: 16 abr. 2021

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Água e Mudança Climática. Resumo Executivo. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. 2020. Disponível: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/unesco_relatorio_mundial_das_nacoes_unidas_sobre_desenvolvimento_dos_recursos_hidricos_2020_agua_e_mudanca_climatica_resumo_executivo_2020.pdf. Acesso em: 10 Jul. 2020.

WMO - World Meteorological Organization. **State of the Global Climate 2020**. WMO-No. 1264, 2021. Disponível: https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=21880#.YaxFg9DMJPY. Acesso em: 10 Jul. 2020.