

**Mapeamento da área de inundação da bacia do Igarapé São Francisco –
AC em março de 2023 no contexto Agenda 2030**

*March 2023 flood mapping of the São Francisco creek basin in the context of the
Agenda 2030.*

*Mapeo del área de inundación de la Cuenca del Igarapé São Francisco - AC en marzo de
2023 en el contexto de la Agenda 2030.*

Alan Pedro Mansano

Mestrando em Geografia, UFAC, Brasil
alanpmansano@gmail.com

Rodrigo Otávio Peréa Serrano

Professor Doutor, UFAC, Brasil.
rodrigo.serrano@ufac.br

RESUMO

O ciclo hidrológico tem enfrentado alta variabilidade espacial e temporal devido às mudanças climáticas, alterando a disponibilidade de recursos hídricos, aumento na frequência e intensidade de tempestades tropicais, inundações, secas e aquecimento. A falta de planejamento urbano e a ocupação desordenada têm contribuído para o agravamento do impacto das inundações, resultando em danos sociais, econômicos e ambientais. Nesse sentido este artigo apresenta um estudo de caso sobre a inundação de março de 2023 na Bacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco (BHISF) em Rio Branco. Foi realizado um mapeamento da área inundada e discutiu-se a influência das mudanças climáticas no risco e no impacto de eventos extremos. A metodologia incluiu levantamento de campo, uso de Modelo Digital de Terreno (MDT) e delimitação da área de inundação. Além disso, o artigo aborda a influência das mudanças climáticas e do processo de urbanização no ciclo hidrológico, alinhando-se aos objetivos da agenda 2030. Estudos indicam um aumento da frequência de grandes inundações ao longo do século XX, que pode estar relacionado à atividade humana. Em suma, o artigo destaca a importância de entender a influência das atividades humanas e das mudanças climáticas no ciclo hidrológico e nas inundações, buscando soluções e políticas adequadas para lidar com esses problemas. A área inundada na BHISF devido ao evento março de 2023 foi de 5,034 km², totalizando 1,10% da área da Bacia. O tempo de retorno associado a precipitação que causou esse desastre encontra-se entre 69 e 100 anos.

PALAVRAS-CHAVE: Geografia dos riscos, Ciclo Hidrológico, Urbanização, Eventos extremos

ABSTRACT

The hydrological cycle has experienced significant spatial and temporal variability due to climate change, affecting the availability of water resources and leading to an increase in the frequency and intensity of tropical storms, floods, droughts, and warming. The lack of urban planning and unregulated development has exacerbated the impact of floods, resulting in social, economic, and environmental damage. In this context, this article presents a case study on the March 2023 flood in the Igarapé São Francisco Basin (BHISF) in Rio Branco. The study involved mapping the flooded area and discussing the influence of climate change on the risk and impact of extreme events. The methodology included field surveys, the use of a Digital Terrain Model (MDT), and the delineation of the flood area. Additionally, the article addresses the influence of climate change and urbanization on the hydrological cycle, aligning with the goals of the 2030 agenda. Studies indicate an increase in the frequency of major floods over the 20th century, which may be related to human activity. In summary, the article underscores the importance of understanding the influence of human activities and climate change on the hydrological cycle and floods, seeking appropriate solutions and policies to address these issues. The flooded area in the BHISF due to the March 2023 event covered 5.034 square kilometers, totaling 1.10% of the basin's area. The return period associated with the precipitation that caused this disaster ranges between 69 and 100 years.

KEYWORDS: Geography of risks, Hydrological Cycle, Urbanization, Extreme events

RESUMEN

El ciclo hidrológico ha enfrentado una alta variabilidad espacial y temporal debido al cambio climático, alterando la disponibilidad de recursos hídricos, mayor frecuencia e intensidad de tormentas tropicales, inundaciones, sequías y calentamiento. La falta de planificación urbana y la ocupación desordenada han contribuido a agravar el impacto de las inundaciones, provocando daños sociales, económicos y ambientales. En este sentido, este artículo presenta un estudio de caso sobre la inundación de marzo de 2023 en la Cuenca Hidrográfica Igarapé São Francisco (BHISF) en Rio Branco. Se realizó un mapeo de la zona inundada y se discutió la influencia del cambio climático en el riesgo e impacto de eventos extremos. La metodología incluyó levantamiento de campo, uso de Modelo Digital del Terreno (MDT) y delimitación del área de inundación. Además, el artículo aborda la influencia del cambio climático y el proceso de urbanización en el ciclo hidrológico, en línea con los objetivos de la agenda 2030. Los estudios indican un aumento en la frecuencia de grandes inundaciones a lo largo del siglo XX, lo que puede estar relacionado con la actividad humana. En definitiva, el artículo destaca la importancia de comprender la influencia de las actividades humanas y el cambio climático en el ciclo hidrológico y las inundaciones, buscando soluciones y políticas adecuadas para afrontar estos problemas. El área inundada en el BHISF debido al evento de marzo de 2023 fue de 5.034 km², totalizando el 1,10% del área de la Cuenca. El tiempo de retorno asociado a las precipitaciones que provocaron este desastre es de entre 69 y 100 años.

PALABRAS CLAVE: Geografía de riesgos, Ciclo Hidrológico, Urbanización, Eventos extremos

1 INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico, um sistema global praticamente fechado, é impulsionado pela radiação solar, força gravitacional e rotação terrestre. No entanto, as atividades humanas têm contribuído para a alteração desse ciclo. Ramanathan (2001) e Alves (2005) destacam que as emissões antropogênicas de aerossóis têm sido um dos principais impulsionadores dessas mudanças, resultando na ampliação da dispersão e absorção da radiação solar, impactando não apenas o aquecimento global, mas também a distribuição de precipitação em níveis regionais.

A influência humana no ciclo hidrológico, em relação à disponibilidade de água e aos riscos de desastres naturais de origem hidrológica, é amplamente discutida. Estudos mostram, por exemplo, que as interações do ciclo hidrológico foram desequilibradas pelas atividades humanas relacionadas ao desenvolvimento socioeconômico (Yang, Yang & Xia, 2021).

Com as recentes mudanças no clima e no uso da terra, o ciclo global da água tem enfrentado alta variabilidade espacial e temporal. O aumento das temperaturas médias globais, como indicado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), tem várias implicações para o ciclo da água e os sistemas hidrológicos (IPCC, 2013). Isso, por sua vez, vem acarretando mudanças na disponibilidade de recursos hídricos, aumento na frequência e intensidade de tempestades tropicais, inundações, secas e aquecimento (HUNTINGTON, 2006; LIMA, et al., 2022; SILVA, et al., 2021).

As inundações estão relacionadas não apenas à intensificação das precipitações, mas também ao crescimento desordenado das cidades. A expansão descontrolada das cidades brasileiras e a falta de planejamento urbano são fatores que contribuem significativamente para o agravamento do impacto dos períodos chuvosos, resultando em enchentes e ocasionando danos sociais, econômicos e ambientais (FONSECA *et al*, 2023). Para enfrentar esse problema, é necessário que os órgãos governamentais invistam em infraestrutura adequada e conduzam pesquisas no campo (REZENDE, 2011). Ademais, a ocupação desordenada, o aumento do número de assentamentos às margens de rios e a intensificação das mudanças climáticas têm contribuído para um aumento expressivo de enchentes em várias localidades do Brasil (MOREIRA; KOBAYAMA, 2021).

Além dos estudos que buscam compreender os fenômenos que desencadeiam os desastres hidrológicos, existe também uma grande preocupação em relatar danos decorrentes de eventos extremos reais e identificar potenciais áreas de riscos. As novas ferramentas de geoprocessamento estão tornando o processo de coleta e tratamento de dados mais eficiente e possibilitando um produto cada vez mais eficaz (LUCIO, et al., 2022).

De acordo com Borges e Nascimento (2020), ao mapearam a mancha de inundação na zona urbana de Santo Amaro, Bahia, constatou-se que a ocupação antiga da cidade resultou na supressão de matas e ecossistemas de manguezais, agravando os impactos ambientais e aumentando a frequência e intensidade das inundações. Por meio de trabalho de campo, questionários e análise de dados do censo demográfico de 2010, verificou-se que a mancha de inundação atingiu aproximadamente 11.719 habitantes e 3.540 domicílios, em uma área de 64 hectares. Essa situação serve como um exemplo concreto das complexas interações entre a ocupação humana, as mudanças ambientais e os riscos de desastres hidrológicos

Na última semana do mês de março de 2023, algumas cidades do estado do Acre, incluindo a capital Rio Branco, registraram elevado índices de precipitação e consequentemente sofreram com inundações de proporções históricas, provocando uma série de prejuízos financeiros, sociais e ambientais, sendo esta inundações uma das maiores, entre as 41 enchentes registradas ao longo de 52 anos de monitoramento (AMARAL, 2023).

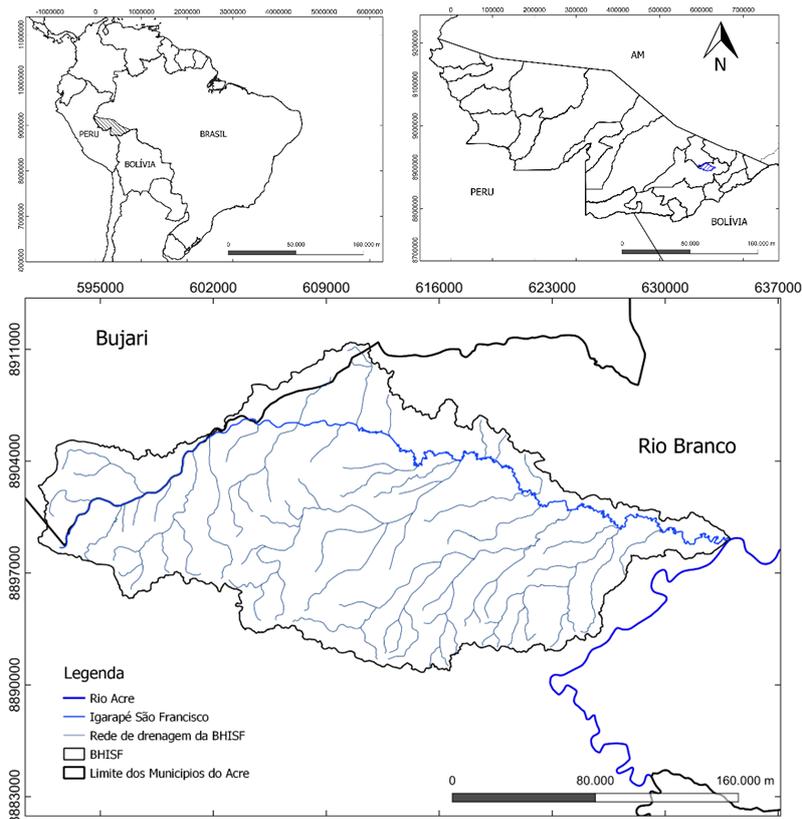
Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar um mapeamento da área da Bacia do Igarapé São Francisco em Rio Branco afetada por uma inundações de proporções históricas em março de 2023. E a partir de um estudo bibliográfico discutir a influência das mudanças climáticas no risco e no impacto das inundações com base nos objetivos da agenda 2030.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A área de estudo deste trabalho é a Bacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco (BHISF) está situada na mesorregião do Vale do Acre, ela faz parte da rede de drenagem do Estado do Acre e está inserida no território dos Municípios de Bujari e Rio Branco. A nascente do Igarapé São Francisco está localizada próxima ao limite entre os dois municípios e a foz no Rio Acre, na área urbana de Rio Branco (Figura 1), passando por 17 bairros da cidade de Rio Branco

Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco



A calha do rio principal apresenta característica meandrante, característico de bacias

sedimentares. A formação dos meandros pode ser influenciada pela estrutura geossistêmica da área, incluindo as características geológicas e geomorfológicas das rochas, sedimentos presentes e as ações antropogênicas.

2.1 Levantamento de Campo

No dia 23 de março 2023 ocorreu uma chuva histórica na cidade de Rio Branco, a estação pluviométrica da Universidade Federal do Acre (UFAC), localizada dentro da BHISF, registrou o volume 173 mm de precipitação. O tempo de retorno, tempo necessário para que o evento seja igualado ou superado foi estimado de acordo com Oliveira et al. (2022).

Quanto a distribuição temporal da chuva, foram coletados os dados da estação pluviométrica Rio Branco 104 operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, próxima a cidade de Rio Branco. As informações de intensidade de chuva ao longo do tempo podem ajudar a entender a resposta do escoamento da bacia.

No dia 24 de março durante o período da manhã foi realizada a coleta de dados, ainda durante a ocorrência do evento de inundação. O levantamento consistiu em marcar pontos das extremidades da área inundada com auxílio de um GPS, esses pontos foram escolhidos de acordo com a capacidade de acesso e distribuídos ao longo da margem sul do Igarapé São Francisco, para validar a mancha de inundação.

A combinação dos dados de chuva, distribuição temporal, registro do alcance da inundação e ocupação urbana, proporcionou uma visão holística do evento de inundação, permitindo compreender como os fatores climáticos, topográficos e a interferência antrópica interagiram para causar a inundação.

2.2 MDT

Utilizando o software Qgis os dados de campo foram combinados às curvas de nível obtidas através do Modelo Digital de Terreno (MDT), uma representação da superfície de um terreno em formato digital, desconsiderando os elementos acima da superfície, permitindo visualizar o relevo do terreno de forma mais precisa. O MDT utilizado foi obtido junto a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Regional do Acre (SEDUR), que realizou o imageamento da área urbana da Bacia do Igarapé São Francisco através de sobrevoos de VANTE durante o segundo semestre de 2022.

A resolução espacial do MDT é de 1 metro. A partir dele foram geradas curvas de nível a cada um metro, para facilitar a identificação das áreas de elevação e declivosas, bem como o mapeamento da área que foram inundadas.

2.3 Mancha de inundação

A partir da combinação feita entre o MDT e as curvas de nível correspondentes à área de estudo e os pontos coletados em campo às margens da área inundada, durante o evento

histórico de março de 2023, foi possível delinear a área total atingida pelo evento seguindo a curva de nível de cota de cada ponto e extrapolando para toda área de estudo. Quando pontos próximos apresentaram cotadas distintas foi realizada interpolação, com a intenção de manter os efeitos da onda de inundação, tendo em vista que o escoamento é dinâmico.

Usando os dados coletados, as cotas associadas a esses pontos e as informações das curvas de nível, foi possível delinear a área que foi afetada pela inundação, usando software QGIS, permitindo a compreensão da extensão e os padrões da inundação.

3. RESULTADOS

3.1 Mancha de Inundação

A estação de pluviométrica Rio Branco A104 registrou 173,2 mm durante aproximadamente 14 horas de chuva. A Tabela 1 apresenta os dados de chuva registrados em diferentes momentos durante o dia 23/03/2023, demonstrando distribuição temporal da chuva ao longo do evento de inundação. É importante notar que esses dados de chuva ajudam a entender a relação entre a precipitação e o evento de inundação.

Tabela 1- Logradouro e coordenada dos pontos as margens da área de inundação do evento de março de 2023.

Data	Horário	Chuva (mm)
23/03/2023	5:00	0,2
23/03/2023	6:00	6,2
23/03/2023	7:00	15,6
23/03/2023	8:00	11,6
23/03/2023	9:00	28
23/03/2023	10:00	21,2
23/03/2023	11:00	25,6
23/03/2023	12:00	16
23/03/2023	13:00	12,4
23/03/2023	14:00	16,6
23/03/2023	15:00	13
23/03/2023	16:00	0,8
23/03/2023	17:00	2
23/03/2023	18:00	3,4
23/03/2023	19:00	0,6

Fonte: INMET, 2023.

A partir dos registros de precipitação diária máxima anual em Rio Branco, entre 1970 e 2018, Oliveira et al. (2022) aplicou a distribuição de Gumbel de forma que encontrou valores dos quantis de precipitação pluviométrica associada a valores de Tempo de Retorno, com bom ajuste. A Tabela 2 apresenta os valores de cada quantil e a partir dela pode-se inferir que a precipitação ocorrida no dia 23 de março, 173 mm, possui um tempo de retorno associado entre 69 e 100 anos.

Tabela 2 - Quantis notáveis de vazão e de precipitação pluviométrica máximas anuais para a cidade de Rio Branco.

Tempo de Retorno (anos)	Precipitação (mm)
2	92,36
5	115,14
10	130,21
25	149,26
69	169,92
100	177,41
200	191,39
500	209,83
1.000	223,76

Fonte: (OLIVEIRA et al., 2022).

Tais análises são valiosas para entender a probabilidade e a magnitude de eventos extremos de chuva, e suas possíveis implicações para o planejamento de infraestruturas, gestão de riscos de inundação e ocupação do solo.

As coordenadas e o logradouro dos pontos coletados as margens da área de inundação causada pelo evento de março de 2023 se encontram listados no Quadro 1.

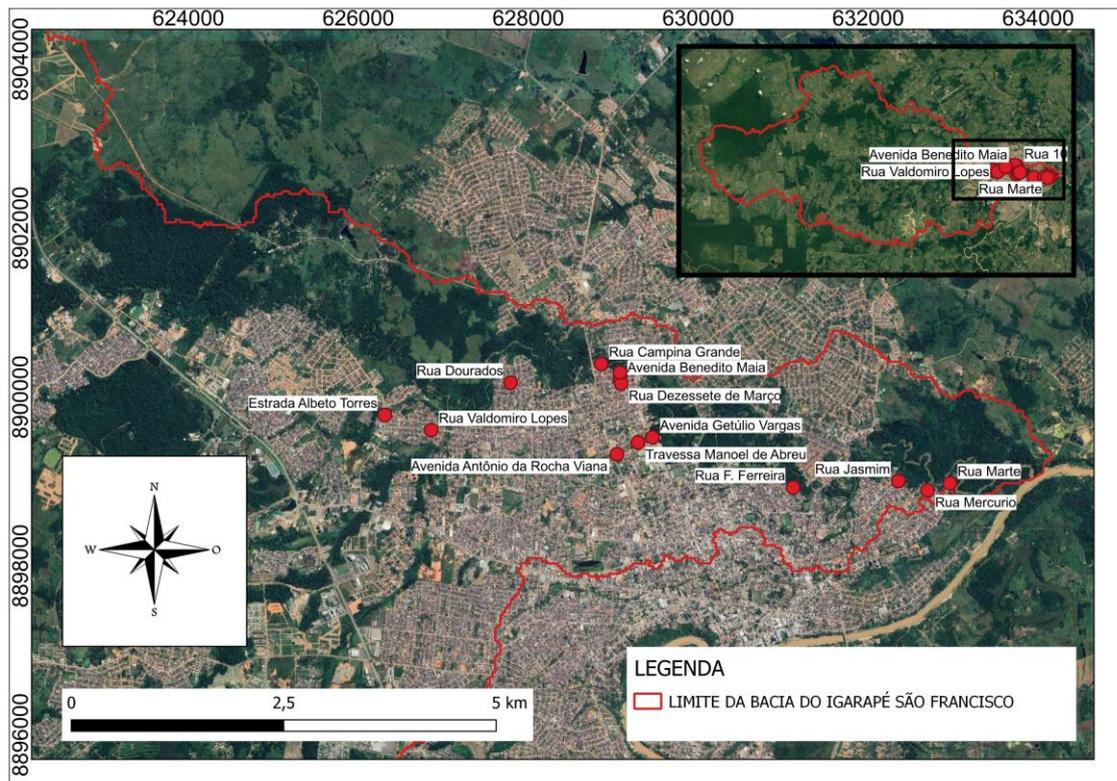
Quadro 1- Logradouro e coordenada dos pontos as margens da área de inundação do evento de março de 2023.

Logradouro	Latitude	Longitude
Estrada Alberto Torres	9°57'3.59"S	67°50'51.80"O
Rua Valdomiro Lopes	9°57'9.32"S	67°50'33.84"O
Rua Marte	9°57'29.10"S	67°47'13.35"O
Rua F. Ferreira	9°57'30.91"S	67°48'13.97"O
Rua Jasmim	9°57'28.32"S	67°47'33.28"O
Rua Mercúrio	9°57'31.85"S	67°47'22.01"O
Avenida Benedito Maia	9°56'49.56"S	67°49'21.09"O
Rua Dezesete de Março	9°56'51.13"S	67°49'20.55"O
Rua 10	9°56'46.84"S	67°49'21.02"O
Rua Campina Grande	9°56'43.57"S	67°49'28.27"O
Rua Dourados	9°56'50.92"S	67°50'3.26"O
Avenida Antônio da Rocha Viana	9°57'18.33"S	67°49'22.06"O
Travessa Manoel de Abreu	9°57'13.79"S	67°49'13.96"O
Avenida Getúlio Vargas	9°57'11.78"S	67°49'8.35"O

Fonte: O próprio autor, 2023.

Também possível observar representado no mapa da Figura 2 a distribuição espacial dos locais em que foram feitas as marcações dos limites da área inundada em campo com auxílio de GPS.

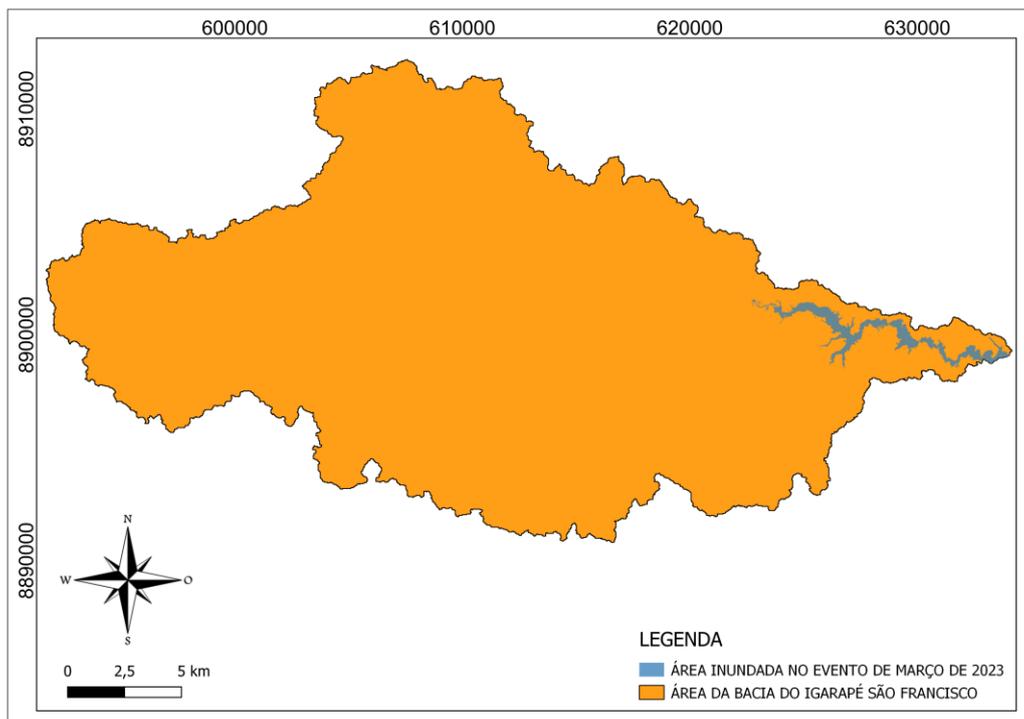
Figura 2 – Distribuição espacial dos pontos de coleta de dados.



Fonte: O próprio autor, 2023.

A área inunda corresponde a 5,034 km², cerca de 1,10% área total da Bacia do Igarapé São Francisco. O mapa da Figura 3 ilustra a relação entre a área inundada e a área total da BHISF.

Figura 3 - Área de inundação da BHISF no evento de março de 2023.



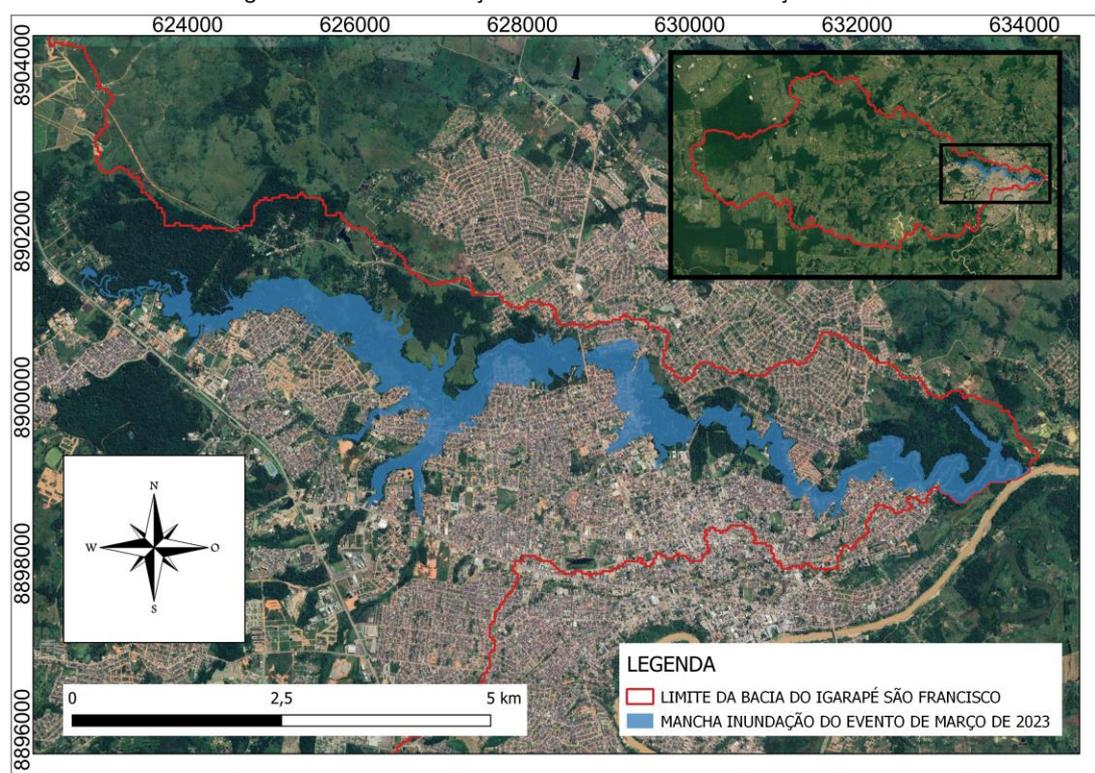
Fonte: O próprio autor, 2023.

A mancha de inundação gerada no Qgis representou a extrapolação dos dados coletados durante a inundação de março de 2023, por se tratar de uma metodologia empírica, está limitada a este evento específico, sendo assim, é pouco provável que a mancha de inundação encontrada se repita em outro evento em condições diferentes.

Para uma análise abrangente e precisa de riscos de inundação, é recomendável a utilização de modelos hidrológicos e hidráulicos mais avançados que considerem diferentes cenários de precipitação, drenagem e características específicas do terreno, além de outros parâmetros relevantes como a capacidade de infiltração do solo, permitindo simular diversas condições e eventos, auxiliando na compreensão dos riscos em diferentes cenários.

No entanto a representação da Figura 4 é importante para o registro desse evento histórico e fornece um parâmetro consistente impacto de desastre hidrológico de características semelhantes.

Figura 4 - Área de inundação da BHISF no evento de março de 2023.



Fonte: O próprio autor, 2023.

3.2 A Agenda 2030

Para alcançar melhores níveis de qualidade de vida, paz e desenvolvimento global sustentável o Brasil e outro 192 países, que compõem a Organização das Nações Unidas (ONU), comprometeram-se a implementar a agenda 2030, um plano de ação que visa através de 17 objetivos e 196 metas para elevar os níveis de prosperidade mundial.

O Brasil, como signatário da Agenda 2030, tem um papel crucial a desempenhar na realização dos objetivos e precisa investir na conscientização pública sobre os ODS, mobilização financiamento adequado para projetos sustentáveis e superar obstáculos políticos e

econômicos que podem prejudicar os esforços de implementação.

Dentre as ODS, enchentes e inundações representam um desafio superior as questões geográficas, requerendo uma abordagem holística para a mitigar e se adaptar a esses eventos, tendo em vista, que envolvem impactos psicológicos, além dos impactos ambientais, sociais e econômico, podendo destacar pelo menos 5 objetivos.

O objetivo 3, que aborda diretamente as questões de saúde pública decorrentes das enchentes e inundações, decorrente da disseminação de doenças de veiculação hídrica, como cólera e leptospirose, além de agravar condições de saúde existentes, como o acesso a cuidados médicos adequados.

O objetivo 6, que trata de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. O saneamento adequado é essencial para prevenir doenças e melhorar a qualidade de vida da população. As enchentes e inundações podem comprometer o abastecimento de água potável, causar contaminação e dificultar o acesso ao saneamento básico.

Já o objetivo 15 versa sobre a proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, para gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e a perda de biodiversidade, também atenta para a necessidade de recuperação dos ecossistemas aquáticos, da preservação das florestas e do combate a secas e inundações (ONU, 2015).

As Mudanças climáticas têm contribuído para o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como as enchentes e inundações. Para lidar com esse problema o objetivo 13, ação contra a mudança global do clima tem como meta reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover medidas de adaptação e resiliência às mudanças climáticas. A mitigação e a adaptação às mudanças climáticas são essenciais para reduzir o risco de enchentes e minimizar os impactos negativos sobre as comunidades afetadas (ONU, 2015).

Mas o objetivo mais importante, certamente, é o ODS 11, que trata das Cidades e Comunidades Sustentáveis, este objetivo busca tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. As enchentes e inundações estão diretamente relacionadas ao crescimento desordenado das cidades, à falta de planejamento urbano e à ocupação inadequada de áreas de risco. Para lidar com esses desafios, é necessário investir em infraestrutura adequada, planejamento urbano sustentável, gestão integrada de recursos hídricos e medidas de adaptação às mudanças climáticas.

A interferência da ação antrópica está acentua os eventos hidrológicos devido ao uso e ocupação inadequados das áreas próximas aos rios, o descarte irregular de lixo perto dos corpos d'água, mudanças na forma dos rios e canais, como retificação, canalização e impermeabilização, além do processo intenso de erosão e assoreamento dos cursos d'água, entre outros (MOSELMAN, 2022).

O processo crescente de urbanização também faz com que o ciclo hidrológico sofra alterações significativas nessas regiões, graças à alteração da superfície, canalização do escoamento e o aumento de poluição devido à contaminação do ar, do espaço urbano e do lixo descartado irregularmente pela população. A falta de diretrizes na ocupação urbana leva a um

aumento nas enchentes e nos danos causados pelas inundações. Isso ocorre devido à fragilidade hidrológica das bacias hidrográficas em relação a impermeabilização do solo (BENINI; MENDIONDO, 2015). É perceptível que as enchentes estão aumentando nas áreas urbanas do país. Os hidrogramas mostram um aumento progressivo das vazões máximas nos cenários de tendência. A impermeabilização do solo e a diminuição das áreas florestais reduziram o tempo necessário para atingir o pico das enchentes e aumentaram a vazão máxima em todas as sub-bacias. (SANTANA, 2022)

Uma das principais fases do ciclo hidrológico, o escoamento superficial, está intimamente ligado aos eventos de precipitação, quando caem as gotas de chuva ou o derretimento de geleiras nas cordilheiras ocorre a formação desse escoamento e consequentemente a origem dos corpos hídricos. Esse processo, como um todo, mostrou-se imprescindível para as civilizações ao longo da história, cidades se estabeleceram próximas aos rios para facilitarem as rotas de abastecimento, transporte, pescas, destinação de efluente, entre outros atrativos.

Hoje, no entanto, a elevada taxa de emissão de gases poluentes que aceleram efeito estufa, aumentam a temperatura e causam um desequilíbrio no ciclo hidrológico. O desmatamento é outro fator que corrobora para esse cenário ao alterar a capacidade de retenção d'água acelerando o escoamento superficial e aumentando a área de inundação do leito dos cursos d'água. Essas interferências no ciclo da hidrológico ao médio prazo se refletem na perturbação do regime dos rios, acentuando os períodos de seca e potencializando as cheias.

Deininger et al. (2020) afirma que "as variações climáticas regionais estão conectadas e são causadas principalmente por alterações na radiação solar e as diferenças de temperatura associadas entre os trópicos e as regiões polares"

O uso e cobertura da terra foi alvo recente de estudo, que por meio da análise da dinâmica temporal entre os anos de 2001 e 2021 uso e cobertura da terra analisou a variação temporal de 5 classes de cobertura da terra (Floresta, Pastagem, Solo Exposto, Área Urbana e Corpos D'água). O estudo aponta que dentre as 5 classes identificadas a que sofreu a maior mudança foi classe de Floresta que apresentou perda de aproximadamente 6,3%, seguida pela classe Solo Exposto que teve um aumento de 4,2%. A Área Urbana teve um aumento de 2,42%, os Corpos D'água 0,82% e a área de Pastagem diminuiu 1,17% (ANDRADE *et al*, 2022).

As temperaturas mais levadas resultam em mais energia no sistema terrestre, intensificando assim a evaporação e contribuindo para a formação de nuvens. Isso resulta em precipitações com intensidades, durações e frequências menos regulares. Outro aspecto ligado ao aumento da temperatura é que eles se dão primeiro nas zonas temperadas, mais distantes do equador, o que diminui a amplitude térmica terrestre e interfere diretamente nas correntes de ar. (Case, 2006).

Em microescala efeito das ilhas de calor configura-se como variável relevante na precipitação, podendo ser observado no verão no aumento da sua incidência e intensidade (BORNSTEIN; LIN, 2000; DIXON; MOTE, 2003).

O cumprimento dos objetivos propostos pela Agenda 2030, especialmente nos países em desenvolvimento, demanda investimentos em áreas como infraestrutura, saúde e educação de modo que se crie um ambiente capaz de gerar empregos e renda, de forma que toda a

população dessas áreas tenha recursos e capacidade de se instruir e participar da revolução tecnológica. No Brasil, a metade mais pobre da população ganha 29 vezes menos que os 10% mais ricos, que respondem por 59% da renda nacional total, enquanto a metade mais pobre da população fica com apenas cerca de 10%. (CHANCEL et al., 2022). Já na América Latina ainda que com relativa melhora nos índices de desigualdade social no início do século, o continente continua sendo o mais desigual (Neri, 2012).

Na configuração social atual, a queima de combustível fósseis e o desmatamento, principais responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa. Pois o discurso da geração de empregos aliado a necessidade de produzir para atender os padrões de consumo da modernidade contribuí para instauração de uma justificativa que ratifica a aceitação das queimadas florestais e da queima de combustível fóssil para geração de renda e energia, respectivamente. Alternativamente garantir um determinado nível de bem-estar social para que seja possível diminuir desigualdades pujantes e melhorar condições de habitação e subsistência são vitais para que não ocorra a ocupação de áreas de risco e a degradação dos ecossistemas.

Nesse sentido as mudanças climáticas, importantes variáveis no ciclo hidrológico (MILLY, SHMAKIN; 2002), constantemente discutidas em assembleias e convenções sobre o clima, podem soar um pouco abstratas para os leigos, porém os pesquisadores desta área são constantemente desafiados a serem didáticos o suficiente para não só serem ouvidos, mas também gerarem o engajamento necessário que a matéria demanda.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contatou-se que a área de inundação na BHISF em decorrência do evento histórico de março de 2023 foi de 5,034 km², totalizando 1,10% da área da Bacia. O tempo de retorno da precipitação que atingiu a cidade de Rio Branco no dia 23 de março 2023 figura entre 69 e 100 anos.

O método de mapeamento de inundação, fundamentado em dados coletados em campo, revelou-se uma abordagem eficaz para representar os limites da área afetada durante o evento de março de 2023, permitindo uma compreensão detalhada dos impactos da inundação.

Essas informações têm um papel crucial na análise de riscos a longo prazo, bem como na formulação de medidas de mitigação e no aprimoramento da gestão de desastres relacionados a inundações, além de destacar a importância de atenuar os prejuízos já existentes e implementar ações para mitigar os problemas futuros.

Neste sentido, a pesquisa alinha-se com as causas ambientais ao examinar as inundações na Bacia do Igarapé São Francisco em março de 2023, identificando uma tendência de repetição desses eventos. Esse aumento pode ser atribuído a diversos fatores discutidos, tais como a impermeabilização do solo, elevação das temperaturas, o fenômeno das ilhas de calor, desmatamento, assoreamento da calha do canal principal e a ocupação das margens do igarapé.

Diante desses desafios, fica evidente que as inundações são fenômenos complexos que, em escala local, refletem diretamente a forma como a sociedade organiza e utiliza o espaço

urbano. Para lidar com essa complexidade, é imperativa uma gestão integrada e sistêmica, que considere múltiplos aspectos e atores, através de uma maior participação pública, juntamente com uma ação governamental coordenada nas esferas relacionadas à gestão hídrica.

Vale ressaltar a estreita conexão entre os desastres naturais hidrológicos, como enchentes e inundações, e o Objetivo 11 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. As evidências apontam para mudanças na dinâmica do ciclo hidrológico, resultando no aumento da intensidade e frequência e eventos extremos precipitações. Portanto, a colaboração global e a troca de conhecimento são fundamentais para enfrentar os desafios impostos pelos desastres hidrológicos e para alcançar o Objetivo 11 da Agenda 2030.

Dessa forma, a colaboração global e a troca de conhecimentos são fundamentais para enfrentar os desafios relacionados aos desastres hidrológicos e para alcançar o Objetivo 11 da Agenda 2030. Somente através de ações conjuntas e coordenadas poderemos transformar nossas cidades em ambientes seguros, inclusivos, resilientes e sustentáveis para as gerações presentes e futuras.

5 REFERÊNCIAS

- ALVES, C. Aerossóis atmosféricos: perspectiva histórica, fontes, processos químicos de formação e composição orgânica. *Química Nova*, N 28, V 5, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500025>
- AMARAL, A. Em 52 anos de monitoramento, Rio Branco registrou mais de 40 enchentes. *G1 Acre*, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ac/acre/noticia/2023/04/01/em-52-anos-de-monitoramento-rio-branco-registrou-mais-de-40-enchentes.ghtml>. Acesso em: 27 ago. 2023.
- ANDRADE, G. B. DE *et al.* ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL DAS ALTERAÇÕES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO, RIO BRANCO – ACRE – BRASIL (2001 – 2021). **UÁQUIRI - Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre**, [S. l.], v. 4, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29327/268458.4.2-9>.
- BENINI, R. DE M.; MENDIONDO, E. M. Urbanização e Impactos no Ciclo Hidrológico na Bacia do Mineirinho. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 211–222, abr. 2015.
- BORNSTEIN, R.; LIN, Q. Urban heat islands and summertime convective thunderstorms in Atlanta: Three case studies. *Atmospheric Environment*, v. 34, n. 3, p. 507-516, 2000. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00374-X](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00374-X).
- BORGES, L. F. M. B.; NASCIMENTO, D. M. C. O trabalho de campo e aplicação de questionários para o estudo da delimitação de inundação: caso do Rio Subaé na zona urbana de Santo Amaro–Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 79160-79174, 2020.
- CASE, M. "Climate change impacts in the Amazon: review of scientific literature (World Wildlife Fund – WWF)". 8th Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. 20-31 March, Curitiba, Brazil. 2006.
- CHANCEL, L. et al. (Ed.). World inequality report 2022. World Inequality Lab. Disponível em: https://wir2022.wid.world/www-site/uploads/2021/12/WorldinequalityReport2022_Full_Report.pdf. Acesso em: 19 ago. 2023.
- DEININGER, M. et al. Inter-hemispheric synchronicity of Holocene precipitation anomalies controlled by Earth's latitudinal insolation gradients. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 5447, 28 out. 2020.
- DIXON, P. G.; MOTE, T. L. Patterns and causes of Atlanta's urban heat island-initiated precipitation. *Journal of Applied Meteorology*, v. 42, n. 9, p. 1273-1284, 2003. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2003\)042<1273:PACOUA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(2003)042<1273:PACOUA>2.0.CO;2).
- FONSECA, M. N. DA; GARCAS, C. M.; SILVA, L. P. DA. Avaliação dos fatores que influenciam na percepção de risco de inundação: uma revisão sistemática de pesquisas empíricas. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, n. 58, 2023.
- HUNTINGTON, T. G. Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis. **Journal of Hydrology**, v. 319, n. 1–4, p. 83–95, mar. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.07.003>.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A104> Acesso em: 29 de julho de 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2013. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

JUNIOR, R. M.; DE BARROS, A. B. P. **Gerenciamento de Recursos Tecnológicos em Software Livre**, 2008.

LIMA, A. F. B. DE; MOREIRA, J. G. V.; VIRGILIO, L. R.; SERRANO, R. O. P.; NASCIMETO, L.; FERREIRA, J. B. Aportes teóricos sobre a influência dos fenômenos atmosféricos na precipitação do estado do Acre e o uso de índice para avaliação da chuva. UÁQUIRI - PPGGEO, v. 04, n. 01, p. 62-79, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29327/268458.4.1-4>

LUCIO, F. DA S.; MARTINS, M. H. DA M.; SILVA, Y. M.; BROWN, V. R.; CUNHA, M. A.; SERRANO, R. O. P. Registro dos procedimentos operacionais do centro de monitoramento hidrometeorológico do estado do Acre: um estudo de caso. UÁQUIRI - PPGGEO, v. 04, n. 01, p. 96-109, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29327/268458.4.1-6>

MILLY, P. C. D.; SHMAKIN, A. B. Global modeling of land water and energy balances. Part I: The land dynamics (LaD) model. **Journal of Hydrometeorology**, v. 3, n. 3, p. 283-299, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1175/1525-7541\(2002\)003<0283:GMOLWA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1525-7541(2002)003<0283:GMOLWA>2.0.CO;2).

MOREIRA, L. L.; KOBAYAMA, M. Panorama de estudos sobre índice de vulnerabilidade às inundações no Brasil através de revisão bibliográfica. *Caminhos de Geografia*. Uberlândia. Vol. 22, n. 79 (fev. 2021), p. 309-320, 2021. DOI: <http://doi.org/10.14393/RCG227952240>

MOSELMAN, E. The Dutch Rhine branches in the Anthropocene – Importance of events and seizing of opportunities. **Geomorfologia**, v. 410 (1), 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108289>

NERI, M. C.; SOUZA, P. H. G. F. DE. A década inclusiva (2001-2011): desigualdade, pobreza e políticas de renda. 2012. Rio de Janeiro, RJ – 2012 - FGV Social – 50 páginas. Disponível em: <https://www.cps.fgv.br/cps/bd/papers/es107-A-Decada-Inclusiva-2001-2011-Marcelo-Neri.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2023.

OLIVEIRA, A. V. et al. Tendência Temporal e Estimativa do Risco Hidrológico de Extremos Máximos de Chuva e de Vazão na Cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 749-758, 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Assembleia Geral das Nações Unidas. **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Brasil - 15 de setembro de 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em 17 de novembro de 2021.

RAMANATHAN, V. C. P. J. et al. Aerosols, climate, and the hydrological cycle. **science**, v. 294, n. 5549, p. 2119-2124, 2001. DOI: 10.1126/science.1064034.

REZENDE, G. B. M. **Modelo hidrológico e hidráulico para estimativa e delimitação de áreas inundadas: uma ferramenta de auxílio a elaboração de Planos Diretores de Drenagem Urbana**. Dissertação (mestrado), programa de pós-graduação em engenharia civil – Universidade Federal de Uberlândia (2011). <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2012.43>. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14165> > Acesso em 24/03/2022.

SANTANA, P. L. et al. Avaliação do impacto da urbanização sobre o regime fluviométrico de vazões na bacia hidrográfica do Rio do Meio-Florianópolis/SC. 2022.

SILVA, J. R. DOS S.; TAVEIRA, M. K.; MESQUITA, A. A.; MOREIRA, J. G. DO V. Caracterização temporal da precipitação pluviométrica na cidade de Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. UÁQUIRI - PPGGEO, v. 03, n. 01, p. 64-75, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47418/uaquiri.vol3.n1.2021.4585>

YANG, D.; YANG, Y.; XIA, J. Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review. **Geography and Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 115-122, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.05.003>.