

**A RELAÇÃO DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS
FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO RIO ACARI, RIO
DE JANEIRO - RJ**

CAROLLINE DOS SANTOS XAVIER

Foz do Iguaçu
Ano 2022

**A RELAÇÃO DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DA BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO RIO ACARI, RIO DE JANEIRO -
RJ**

CAROLLINE DOS SANTOS XAVIER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia

Orientador: Prof. Dr. Leonardo da Silva Thomazini
Co-orientadora: Profa. Dra Márcia Aparecida P. S. Scheer

Foz do Iguaçu
Ano 2022

CAROLLINE DOS SANTOS XAVIER

**A RELAÇÃO DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DA BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO RIO ACARI, RIO DE JANEIRO -
RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Latino-Americano de Tecnologia,
Infraestrutura e Território da Universidade Federal
da Integração Latino-Americana, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Geografia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr Leonardo da Silva Thomazini
UNILA

Co-orientadora: Prof. Dra Márcia Aparecida P. S. Scheer
UNILA

Prof. Dra Ana Clarissa Stefanello
UNILA

Profa. Dra Melina Fushimi
UEMS

Foz do Iguaçu, 29 de Julho de 2022 .

TERMO DE SUBMISSÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS

Nome completo do autor(a): CAROLLINE DOS SANTOS XAVIER

Curso: GEOGRAFIA - BACHARELADO

	Tipo de Documento
(X) graduação	(.....) artigo
(.....) especialização	(X) trabalho de conclusão de curso
(.....) mestrado	(.....) monografia
(.....) doutorado	(.....) dissertação
	(.....) tese
	(.....) CD/DVD – obras audiovisuais
	(.....) _____

Título do trabalho acadêmico: A RELAÇÃO DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO RIO ACARI, RIO DE JANEIRO - RJ

Nome do orientador: Prof. Dr Leonardo Thomazini

Nome da co-orientadora: Márcia Aparecida P. S. Scheer

Data da Defesa: 29 / 07 / 2022.

Licença não-exclusiva de Distribuição

O referido autor(a):

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que o detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a Universidade Federal da Integração Latino-Americana, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.

Na qualidade de titular dos direitos do conteúdo supracitado, o autor autoriza a Biblioteca Latino-Americana – BIUNILA a disponibilizar a obra, gratuitamente e de acordo com a licença pública [Creative Commons Licença 3.0 Unported](#).

Foz do Iguaçu, 29 de Julho de 2022.

Assinatura do Responsável

Dedico este trabalho à minha mãezinha, que independente das circunstâncias, sempre me incentivou ao estudo e à busca por novos conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por seu amor e bondade, pois sem Ele eu não seria nada.

Ao professor Leonardo, que prontamente aceitou me orientar, sempre com muito profissionalismo, mesmo em um momento atípico onde as coisas precisavam ser mais aceleradas, Obrigada!

A professora Márcia, sempre muito paciente e muito dedicada, demonstrando amor em cada explicação e ensinamento, Agradeço pela oportunidade no projeto de extensão e por cada orientação e ajuda.

A minha mãe, Dona Ana Cristina, que não mediu esforços para que eu estivesse na universidade, sempre acreditou em mim e no meu potencial e nunca um dia questionou minhas escolhas, apenas aconselhou e apoiou minhas decisões.

Ao meu irmão Felipe, eu agradeço por me aturar, eu sei que durante esse período eu não fui a pessoa mais legal, mas agradeço pois sei que torceu por mim.

A minha irmã Tatiane, ao meu cunhado William e a minha sobrinha Manuella, sei que quando a decisão de ir pra longe foi tomada se preocuparam e tiveram receio, mas agradeço pelas orações, pelo apoio emocional e financeiro e por me tratarem como filha de vocês.

Ao meu parceiro pet Juliano, que sem perceber foi a minha válvula de escape, pois em momentos de estresse, era o apertando que sentia um conforto.

A UNILA, que me proporcionou momentos únicos, além dos amigos que ela me deu, em especial Gabriela T., Ramon, Francieli, Gabriella, Luiz e Enio, saibam que sem vocês, o tempo na UNILA não seria a mesma coisa.

Ao Victor, que junto com sua mãe foi luz e me acolheu quando me senti perdida e sem ninguém em Foz do Iguaçu.

Aos meus primos Carlinhos e Eduardo, que em Foz eram a minha família e viram meus choros e explosões, principalmente quando enlouquecia com os inúmeros trabalhos que precisavam ser entregues, além de me abrigarem com muito amor e carinho.

As minhas amigas Andressa, Dayana, Cassia e Priscila, amigas que sempre torceram pela minha felicidade e por minhas conquistas.

Ao meu afilhado Théo, me desculpe pela ausência durante esse tempo, saiba que sempre estive em meu coração e minhas orações.

Apresento a vocês como uma hipótese: inteligência sem a habilidade de dar ou receber afeto leva a um colapso mental e moral, para neurose, e possivelmente até para psicose. E digo que a mente absorvida e envolvida em si mesma como um fim aut centrado, a ponto de excluir relações humanas, só pode levar a violência e à dor.

Daniel Keyes

RESUMO

A bacia hidrográfica do Rio Acari, localizada no município do Rio de Janeiro, ao longo dos anos sofreu transformações, sobretudo pelo grande adensamento populacional que habita o seu entorno. A região vem vivenciando constantemente casos de inundações e enchentes, sendo estes observados em períodos de chuva intensa, como as que ocorrem nos verões. Assim, o objetivo geral deste trabalho é entender a estrutura física da bacia do Rio Acari, quais são as influências naturais que definem o fenômeno de enchente e inundação e se há influências antrópicas que acentuam esse quadro, por fim, relacionar as duas questões. Para chegar ao resultado, foi utilizado o cálculo do índice de circularidade proposto por Calil, *et al* (2012), responsável por revelar se a bacia em questão possui condição preexistente à ocorrência de inundação, como também a utilização de cartas topográficas e de uso da terra para a compreensão dos eventos. Além disso, a reestruturação da cidade pode contribuir para maior ocorrência do fenômeno, com obras que alteram o curso natural dos córregos, procedendo na lentidão do escoamento das águas, trazendo à tona a importância de questões de interesses sociais e sobre o planejamento urbano, tendo em vista que a bacia precisa ser preservada, como também as necessidades da população que habita próxima ao curso do rio. Por fim, as influências naturais que definem o fenômeno, de acordo com o perfil físico da bacia e os desdobramentos das ações humanas em seu entorno foram correlacionados para analisar de forma holística as peculiaridades que perduram na área da bacia.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; inundação; enchente; adensamento urbano; curso hídrico.

RESUMEN

La cuenca del Río Acari, situada en el municipio de Río de Janeiro, ha sufrido transformaciones a lo largo de los años, especialmente debido a la gran densificación de la población que habita en su entorno. La región experimenta constantemente casos de inundaciones y desbordamientos, que se observan en períodos de fuertes lluvias, como los que se producen en los veranos. Así, el objetivo general de este trabajo es conocer la estructura física de la cuenca del Río Acari, cuáles son las influencias naturales que definen el fenómeno de las crecidas e inundaciones y si existen influencias antrópicas que acentúan este cuadro, y finalmente, relacionar ambas cuestiones. Para llegar al resultado, se utilizó el cálculo del índice de circularidad propuesto por Calil, *et al* (2012), responsable de revelar si la cuenca en cuestión posee una condición preexistente a la ocurrencia de inundaciones, así como el uso de cartas topográficas y de uso del suelo para entender los eventos. Además, la reestructuración de la ciudad puede contribuir a una mayor ocurrencia del fenómeno, con obras que alteran el curso natural de los arroyos, ralentizando el escurrimiento del agua, sacando a la luz la importancia de cuestiones de interés social y de planificación urbana, teniendo en cuenta que la cuenca necesita ser preservada, así como las necesidades de la población que vive cerca del curso del río. Finalmente, se correlacionaron las influencias naturales que definen el fenómeno, según el perfil físico de la cuenca y los desdoblamientos de las acciones humanas en su entorno, para analizar de manera holística las peculiaridades que perduran en el área de la cuenca.

Palabras clave: cuenca hidrográfica; inundación; densificación urbana; curso de agua.

ABSTRACT

The Acari River watershed, located in the municipality of Rio de Janeiro, has undergone transformations over the years, mainly due to the large population densification that inhabits its surroundings. The region has constantly experienced cases of flooding and inundation, which are observed in periods of heavy rainfall, such as those that occur in the summers. Thus, the general objective of this work is to understand the physical structure of the Acari River basin, what are the natural influences that define the flood and inundation phenomena, and whether there are anthropic influences that accentuate this picture, and finally, to relate the two issues. To reach the result, the calculation of the circularity index proposed by Calil, *et al* (2012) was used, responsible for revealing if the basin in question has a preexisting condition to the occurrence of flooding, as well as the use of topographic and land use charts for the understanding of the events. Moreover, the restructuring of the city may contribute to a greater occurrence of the phenomenon, with works that alter the natural course of the streams, slowing the water runoff, bringing to light the importance of social issues and urban planning, considering that the basin needs to be preserved, as well as the needs of the population living near the river course. Finally, the natural influences that define the phenomenon, according to the physical profile of the basin and the unfoldings of human actions in its surroundings, were correlated to analyze in a holistic way the peculiarities that endure in the basin area.

Key words: watercourse; flooding; inundation; flood; urban densification.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Mapa de localização do município do Rio de Janeiro - RJ.....	21
Mapa 2 –Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Acari - Rio de Janeiro.....	25
Mapa 3 – Mapa de uso do solo.....	32
Mapa 4 – Mapa de Declividade.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Distanciamento de ocupações próximas a cursos marginais, segundo o Sistema Nacional de Informações Florestais.....	20
Quadro 2 - Quantificação das cores geradas na Carta Clinográfica.....	29

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Acúmulo de lixo e saída de esgoto no Rio Acari, altura do distrito industrial da Fazenda Botafogo.....	34
Fotografia 2 – Frente e lateral de um terreno abandonado que foi invadido em frente ao Rio Acari.....	36
Fotografia 3 - Barreira de contenção em um dos trechos e logo a frente, uma unidade de saúde a menos de 10 metros.....	38

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Ilustração sobre o conceito de Enchente, Inundação e Alagamento.....	19
Imagem 2 – Média climatológica do Município do Rio de Janeiro de 1991 a 2021.....	22
Imagem 3 – Caracterização da área de ocupação irregular em 10/2020, antes da apropriação.....	37
Imagem 4 – Caracterização da área de ocupação irregular já com moradores, 11/2021.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Áreas de Preservação Permanente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
BH	Bacia Hidrográfica
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
INEA	Instituto Nacional do Ambiente
SIG	Sistema de Coordenadas Geográficas
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA.....	18
2.2 INUNDAÇÕES, ENCHENTES E ALAGAMENTOS	18
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.1.1 O município do Rio de Janeiro.....	21
3.1.2 A Bacia do Rio Acari.....	24
3.2 MAPEAMENTOS E TRABALHOS DE CAMPO.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A cidade do Rio de Janeiro apresenta de forma acelerada uma grande densidade urbana, segundo o IBGE (Instituto brasileiro de Geografia e Estatística), esse número corresponde a 5.265,82 hab/km², número esse obtido no último censo realizado em 2010. Essa grande massa populacional é principalmente advinda do grande poder de influência de uma metrópole em constante crescimento e com muita visibilidade, fornecedora de atrativos como a grande disponibilidade de produtos de bens de consumo e serviços, a flexibilidade em massa de transportes para o grande contingente populacional e outros, fatores esses que proporcionam uma melhora de vida a partir da chance de um emprego provedor de uma melhora na renda, ou pela proximidade de diversos serviços públicos de interesse da população, “O modo de ocupação de determinado lugar da cidade se dá a partir da necessidade de realização de determinada ação, seja de produzir, consumir, habitar ou viver” (CARLOS, 2003, p. 45).

Desde os primórdios a história vem tratar a respeito da formação de cidades e sua localização, como é o caso da Mesopotâmia fundada à 3.500 A.C, onde os primeiros povoados foram constituídos próximos aos Rios Tigres e Eufrates, nos mostrando que independente de cultura as civilizações se firmaram em proximidades com rios para assim sanar necessidades básicas (POZZER, 2021). No Rio de Janeiro não foi diferente, desde sua criação houve um enorme crescimento habitacional principalmente ao redor de cursos d'água, provocando grandes prejuízos que anos depois renderam frutos desastrosos, em decorrência do gigantesco adensamento populacional e principalmente pela inserção de moradias irregulares de pessoas sem condições financeiras de se alocar em regiões melhores.

A partir de 1940, o Rio de Janeiro acabou fazendo parte de um quadro alarmante, se tornando uma das cidades com um dos maiores problemas ambientais, pois com o aumento do valor do solo urbano, o crescimento vertical da cidade sofreu grande incentivo e o processo de favelização se fortaleceu (MONTEIRO *et al*, *apud*. MONTEIRO; VERAS, 2017), influenciando também nos cursos hídricos, tendo em vista que essas ocupações se firmaram em espaços onde havia a presença de vegetação, que é uma grande auxiliadora na contenção de inundações, além da substituição do solo original por outro onde não há a absorção adequada.

“As enchentes, inundações são desastres naturais que atingem o meio urbano, tendo como consequência enormes danos materiais e sociais. Esse tipo de impacto natural pode decorrer devido ao aumento das áreas urbanas e também por inundação natural” (SOUSA SANTOS *et al*, 2019, p 1). Em relação à região onde a cidade se desenvolveu, Brandão (1997) afirma que, no decorrer do século XX, são encontrados registros de intensas chuvas na cidade, que resultaram em inundações de grandes proporções e, além disso, aponta que as enchentes tiveram um aumento em sua frequência a partir dos anos 1960, quando o Brasil começou a investir com rigor em infra estruturas, transicionando as mudanças no território.

No desenvolvimento da cidade, claramente houve o desmatamento que veio reduzindo a infiltração de água para o solo e aumentando o escoamento superficial. Afetou-se o ciclo hidrológico e impediu o papel da vegetação para a infiltração dessas águas. Portanto, onde há ocorrência de episódios pluviais de maior intensidade, são as mesmas onde se encontram as maiores taxas de ocupação urbana. Podendo ainda ser observado que, as demográficas elevadas referem-se onde existem maior concentração de com densidades unidades e loteamentos irregulares. (MEDEIROS, et al, 2020)

Embora se saiba que se trata de um processo natural, as inundações se agravam devido às interferências antrópicas fomentadas pelo crescimento urbano acelerado (DE SOUZA e OTTONI, 2015). Construir em localidades que não estão preparadas para o recebimento de um maior fluxo populacional gera problemas principalmente pela lacuna de gestão eficaz, em razão de que esta não dispõe de um saneamento básico e coleta de lixo eficiente, pois em grande parte esse acúmulo de pessoas gera o processo de favelização e por vezes as prefeituras não possuem aproximação direta, seja pela dificuldade nos acessos a essas residências ou no caso de algumas comunidades carentes a existência do controle do tráfico.

A população urbana no Estado do Rio de Janeiro se aproxima de 17,2 milhões de habitantes (IBGE, 2018), acarretando uma média de 1,38 kg de lixos por dia por pessoa, segundo a ABREN (Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos) em 2021. A maioria desses lixos são descartados indevidamente pela população. Alguns desses objetos e resíduos demoram anos para se decompor no meio ambiente, por vezes são carregados pelos rios e acabam por entupir canais, calhas e bueiros, ocasionando na entrada das águas em residências bem próximas às margens

dos canais, por fim, se tornando um problema de saúde pública, social, político e econômico.

Além dos danos causados ao próprio curso d'água e ao meio ambiente ao qual o rio está integrado, a conduta omissa do Poder Público Municipal implica também em risco potencial e iminente à saúde de terceiros, dado o elevado nível de contaminação do rio e a sua proximidade com residências, que correm risco de serem inundadas em períodos chuvosos, face a dificuldade de escoamento das águas pelo Rio Acari, em razão de sua vazão¹ estar prejudicada pelo estado de assoreamento² do curso d'água.”(MINISTÉRIO PÚBLICO CIVIL, inquérito nº MA 9025)

Para que se compreendam os agravantes decorrentes das enchentes e inundações na cidade do Rio de Janeiro, é tratado neste trabalho a respeito do Rio Acari, que apesar do poder público investir em infraestruturas, ainda se observa nas localidades por onde o leito do rio passa uma exacerbação deste problema nos períodos chuvosos, principalmente no verão, que segundo Coelho Netto (1992) é quando se observa a movimentação atmosférica dominada pela ação das massas de ar Tropical e Polar, que geralmente apresentam maiores impactos, e se configuram as chuvas mais intensas.

Assim, o objetivo deste trabalho é compreender os aspectos físicos da bacia do Rio Acari, identificando as influências antrópicas no curso d'água e por fim, relacionar as ações humanas com os aspectos naturais na ocorrência dos eventos de enchente e inundação, principalmente nos dias de precipitação intensa, discorrendo sobre eles e sobre as características da bacia como um todo, detectando qual a contribuição para o agravamento desta situação, tendo como base a paisagem no método de Geossistemas de Bertrand (1971), tendo em vista que as ações bióticas (seres vivos, plantas e bactérias) e abióticas (fatores físicos, químicos e geológicos) influenciam a paisagem, assim como as ações antrópicas.

Ao longo do trabalho, serão tratados os processos que levaram ao objeto de estudo, estes serão divididos em quatro partes, a iniciar pela revisão bibliográfica, trazendo conceitos mais utilizados durante esse texto, como bacia hidrográfica;

¹ É um volume de água que flui ou escoia durante um determinado espaço de tempo.

² Assoreamento - É um fenômeno de acúmulo de sedimentos, devido a processos erosivos causados naturalmente ou pelo homem. Os principais causadores são as mudanças químicas, chuva, vento, acúmulo de lixo e de grandes quantidades de entulho e detritos que na falta de vegetação no entorno, acabam indo parar no fundo do rio.” (CBHSF - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 04/09/2014)

enchentes, alagamentos e inundações. Na segunda parte um breve resumo sobre o município do Rio de Janeiro e de que forma ocorreram esses fluxos de pessoas, principalmente em regiões do subúrbio, onde se localiza a bacia do Rio Acari, apresentando suas principais informações e todos os processos realizados para a execução deste trabalho. No tópico quatro, serão apresentados os resultados e pesquisas sobre o tema, por fim expor os cálculos realizados para entendimento das questões físicas da bacia e se há predisposição à ocorrência dos fenômenos de inundação e enchentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA

Estudar sobre recursos hídricos ganha grande notoriedade nos dias atuais, por entender que a água é uma fonte de extrema importância para a sobrevivência do ser humano. Ela tem sido assunto recorrente nos meios de comunicação, além de estar entre disputas políticas e econômicas, chegando a ser considerada em algumas regiões fator de divisão territorial. Segundo Botelho e Silva (2004), os limites territoriais foram substituídos pelos limites naturais, sendo estes os divisores de água. Há diversos temas a serem explorados referentes à hidrologia, mas a bacia hidrográfica recebe um destaque maior, por se tratar de um sistema aberto onde recebe a influência de muitos fatores, sejam eles físicos e principalmente o fator social, entendendo que as ações antrópicas têm sido atualmente responsáveis por alterações no que diz respeito ao planejamento ambiental e urbano.

Uma BH (Bacia Hidrográfica) é um sistema que carrega consigo vários elementos possibilitando a sua formação, esses elementos são: o rio, a nascente e seus afluentes (CBHSF - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 2016). Entretanto, existe uma conceituação mais profunda a respeito da bacia hidrográfica, sendo:

Um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água na atmosfera, interferem no fluxo de energia e matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto, todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas da água e do material por ela transportado, que mantém relações com esses canais (RODRIGUES e ADAMI, 2005 p. 147-8).

A BH pode ser chamada de bacia fluvial ou de drenagem, tendo como definição “uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial” (COELHO NETTO, *apud* TORRES e MACHADO, 2013, p. 40).

O território brasileiro está subdividido naturalmente em bacias hidrográficas (IBGE, 2021), o nosso país possui água doce em abundância e lidera o ranking com a maior quantidade no mundo, cerca de 13% (WORLD BANK, 2015), por

esse motivo é de extrema importância compreender a sua formação desde sua nascente até a sua foz, aplicando certo rigor na fiscalização e nas leis para a sua preservação, além de compreender que se trata de uma formação natural que precisa ser preservada em meio a toda modificação no território, visando resguardá-la e mantê-la não só para a atualidade, mas para as gerações e questões futuras. .

Segundo o IBGE e a ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), uma bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre delimitada por divisores de águas que capta e escoam, por meio de vertentes, rios e córregos, as águas provenientes de precipitação para um exutório, único ponto de saída, localizado em um ponto mais baixo do relevo (ANA, 2021; IBGE, 2021), assim sua formação depende principalmente da água da chuva e a vazão depende da formação topográfica, que direciona o rio através do relevo pela corrente fluvial. A bacia é imprescindível para garantir atividades fundamentais para o sustento humano, como o plantio, utilização doméstica, maquinários de fábricas e muitas outras funções e serviços.

É o relevo que separa as águas das chuvas e determina por onde elas escoarão até que cheguem ao nível de base final: o oceano – no caso brasileiro, o Atlântico. Por vezes, o caminho é curto e, rapidamente a água escoam das nascentes até o mar, como ocorre nas bacias costeiras. Outras vezes, o caminho é longo e leva mais tempo para a água ir da nascente, no interior do continente, ao oceano. É destas bacias hidrográficas que a sociedade obtém grande parte da água utilizada para as atividades humanas no Brasil. Isso envolve o abastecimento humano, a irrigação, e dessedentação de animais e todas as atividades industriais e de serviços desenvolvidas em território brasileiro. Nesse sentido, é absolutamente essencial que se cuide de tudo aquilo que afeta a qualidade e a quantidade deste recurso tão indispensável à vida, de maneira a garantir sua disponibilidade nos dias de hoje e para as gerações futuras. (IBGE e ANA, 2021)

Em uma BH, o rio principal é o que possui a maior extensão e maior volume de água e “o padrão de drenagem de uma bacia depende da estrutura geológica do local, tipo de solo, topografia e clima” (CARVALHO e SILVA, 2006 p. 20,) e esses cursos d’água podem ser classificados em três: perenes, intermitentes e efêmeros. Os perenes são aqueles em que o lençol freático consegue manter o fluxo de água durante todo o ano, mesmo em períodos de seca. Cursos intermitentes são aqueles em que durante o período de chuvas se mantém acima do leito fluvial, mas em períodos de estiagem esse volume fica abaixo do leito. Já os rios efêmeros, são aqueles que

acontecem apenas após o período de chuvas e seu transporte é bem superficial. (CARVALHO e SILVA, 2006)

2.2 INUNDAÇÕES, ENCHENTES E ALAGAMENTOS

Devido ao intenso volume no nível de água, principalmente pelo forte fluxo pluviométrico, tem-se aspectos ambientais, como as enchentes, inundações e alagamentos, que são fatores comuns, mas podem ocasionar em desastres ambientais. Segundo SANTOS (2015), enchentes e inundações são caracterizadas como desastres ambientais que ocorrem naturalmente devido a intensas precipitações, porém, as ações antrópicas colaboram muito com a dimensão e o agravamento do problema.

As enchentes, inundações e alagamentos, são fenômenos hídricos-meteorológicos que atingem áreas urbanas ou rurais (Imagem 1), principalmente em ocorrências de estiagens rápidas e intensas, ou pelas precipitações de longa duração. Suas consequências são sentidas de forma mais intensa em áreas ocupadas pela população residente nas imediações dos rios e córregos. No Brasil, esse período mais intenso de chuvas se fortalece no verão, causando danos em áreas urbanas, propensas a inundações, com baixa ou nenhuma impermeabilização do solo acarretando no baixo escoamento e devido formato de planejamento assim como o pouco espaço nas cidades grandes que alocam construções acima de canais ou as margens dos cursos d'água.

O fenômeno de inundação acontece nas margens dos rios, ocorrendo quando há o extravasamento na capacidade dos corpos hídricos responsáveis por conduzir as águas da bacia hidrográfica durante o período de cheia do corpo hídrico, ocasiona-se grande volume de água que ultrapassa o seu limite. Esse fenômeno de inundação pode impactar a população, gerando muitos problemas sociais e econômicos (JHA et al. 2012). Nessas áreas planas próximas aos rios onde ocorrerem esse transbordamento excedente, é chamada de planície de inundação³.

Os termos às vezes utilizados como sinônimos possuem caracterizações diferentes e essas caracterizações precisam ser respeitadas. Segundo o CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), enchente ou cheia é o aumento

³ É a área próxima aos cursos hídricos que durante as cheias, tendem a ser inundadas.

temporário na elevação do nível d'água. Na ocorrência da enchente não há o transbordamento das áreas para além dos limites da cota máxima de vazão. Ou seja, o rio possui um limite na ocorrência de um grande volume d'água, entretanto, ao contrário da inundação, esse limite não é ultrapassado, não há o transbordamento para outras áreas afora.

Imagem 1 - Ilustração sobre o conceito de Enchente, Inundação e Alagamento.



Fonte: Proteção e Defesa Civil de São Bernardo do Campo

Em decorrência de obras nas cidades, canais foram obstruídos e há um agravante pois durante as inundações estes ficam inutilizados, deixando somente a cargo do canal principal a função de drenar toda a água excedente, e devido a retificação dos cursos d'água o sistema de drenagem não funciona com eficiência nas áreas urbanas.

Existem dois tipos de enxurradas, as de relevo evidenciado, com um grande quantidade de água em um curto espaço de tempo, devido a inclinação, pois quanto maior a declividade de um terreno, maior a velocidade de escoamento (CARVALHO e SILVA, 2006 p. 22.); E as inundações lentas ou de planície, que se elevam de forma gradativa e previsível, e essa cheia se mantém durante um tempo, podendo ser até sazonal. (LICCO e DOWELL, 2015 p. 164)

Segundo a Defesa Civil do estado de Minas Gerais, alagamento é a água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficiente (DEFESA CIVIL DE MINAS GERAIS, 1998), ou seja, este pode ou não ser proveniente diretamente de um rio

ou córrego, pois se há uma área rebaixada ou erodida, com o acúmulo de água proveniente de chuvas, pode então ocorrer também o alagamento momentâneo em função a deficiência do sistema de drenagem, sendo este superficial.

Para que se respeite o processo natural durante o período das cheias e como meio de preservação, o código florestal brasileiro estabeleceu a lei nº12.651/2012 à respeito das Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo designada tanto para regiões urbanas ou rurais o distanciamento da ocupação próximo de cursos marginais, visando resguardar e manter de forma segura o limite de proteção às margens do rio (Quadro 1).

Quadro 1 - Distanciamento de ocupações próximas a cursos marginais, segundo o Sistema Nacional de Informações Florestais.

Largura do curso d'água	Distância necessária para a preservação
Cursos d'água de menos de 10 m de largura	30 metros
Cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura	50 metros
Cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura	100 metros
Cursos d'água que tenham de 200 a 600 m de largura	200 metros
Cursos d'água que tenham largura superior a 600 m	500 metros

Fonte: Sistema Nacional de Informações Florestais (2012)

Mediante as informações expostas com intuito de entender o que é uma bacia hidrográfica e como ocorrem as enchentes e inundações, será possível entender o objeto de estudo, se utilizando do método reestruturado por BERTRAND (1971), que trata do geossistema, sendo este um sistema que recebe influências abióticas, bióticas e as antrópicas, antes não consideradas, mas importantes para as mudanças na paisagem, já que seres humanos alteram constantemente o território.

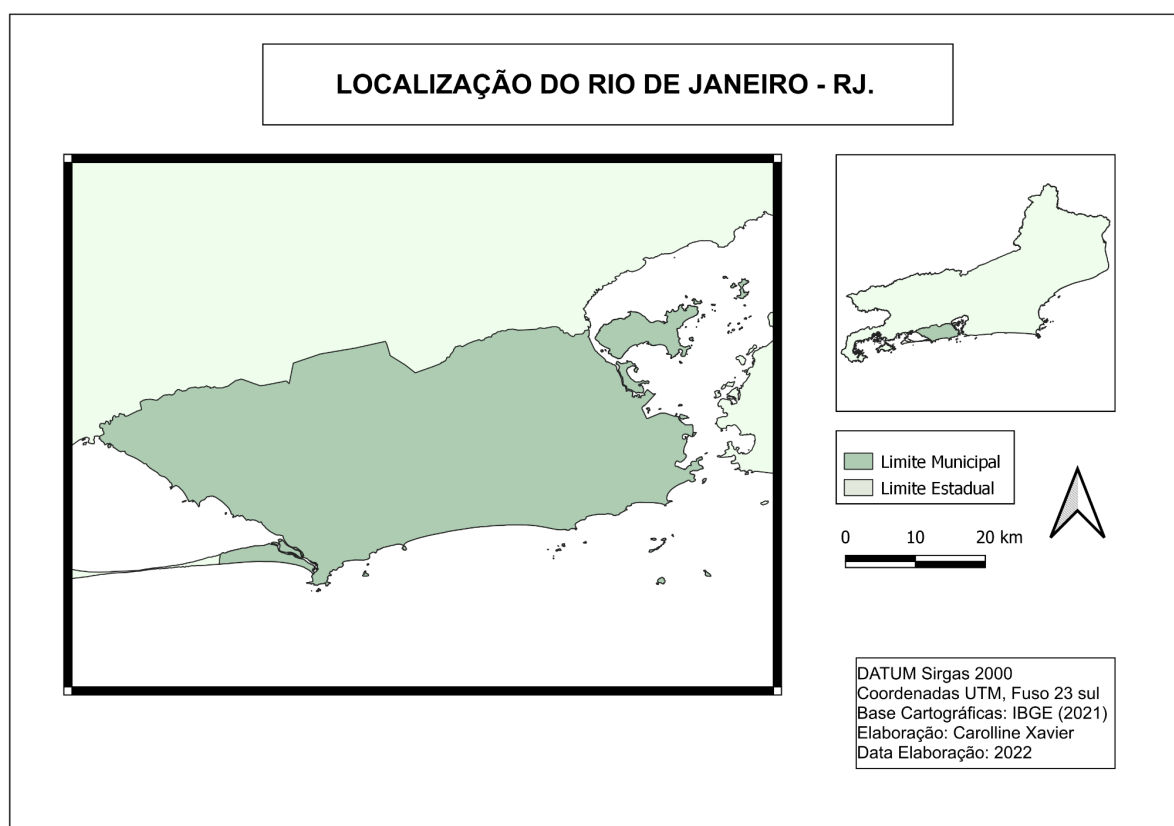
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 O município do Rio de Janeiro

O município do Rio de Janeiro, pertencente ao Estado com o mesmo nome (Mapa 1), localiza-se na coordenada 22°54'23" de latitude sul e 43°10'21" de longitude oeste, possuindo uma área de extensão de aproximadamente 1.255,3 km², sendo este o mais importante município da sua região metropolitana composta por mais 19 cidades. Ele é caracterizado por ser o segundo município mais populoso do país (REVISTA EXAME, 2014), obtendo no último censo uma população total de 6.320.446 habitantes (IBGE, 2010).

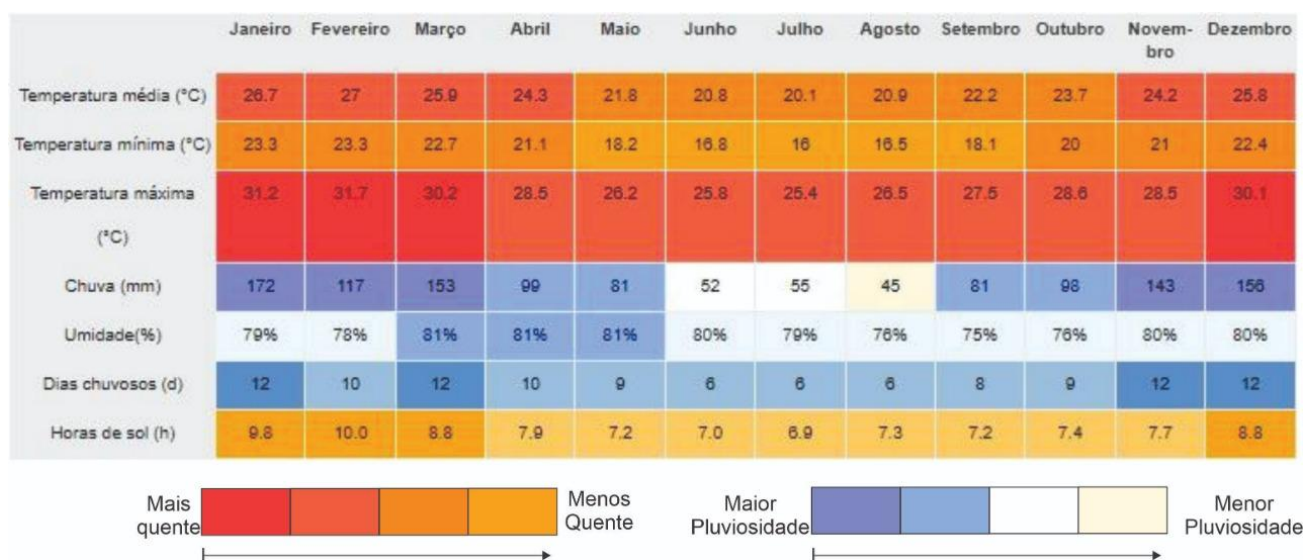
Mapa 1 - “Mapa de localização do município do Rio de Janeiro - RJ”



Elaboração: A autora, 2022

O município possui um clima tropical, quente e úmido, sem muitas variações de temperatura anual (Imagem 2). A circunstância climática ao qual o Rio de Janeiro está inserido, é notada a partir dos altos índices de temperatura, assim como umidade e chuvas mais intensas durante o verão, enquanto que no inverno observa-se um tempo seco. Como já citado, Coelho Netto (1992) fala sobre a ação das massas de ar ocasionando as chuvas mais severas durante o verão, responsáveis por impactos maiores, já que a estrutura urbana por vezes não está apta para grandes volumes d'água, trazendo para esse período a ocorrência de certos problemas para algumas regiões da cidade, ainda mais se tratando de regiões alocadas mais ao subúrbio e sem infraestrutura adequada.

Imagem 2 - Média climatológica do Município do Rio de Janeiro de 1991 a 2021.



Fonte: CLIMATE-DATA.ORG

Na cidade do Rio de Janeiro ocorreu uma grande expansão, a população começou a se locomover para as áreas de várzeas, o que provocou mais cheias, por volta de 1930 essas ocupações se intensificaram, assim o prefeito em exercício Pereira Passos promoveu um programa de reforma urbana e saneamento, trazendo embelezamento e transformações para o território.

Nesse mesmo ano foi finalizada a elaboração do Plano Agache, reconhecido como pontapé para a criação do primeiro plano diretor do país e

consolidação da urbanização que já ocorria, então falar sobre planejamento urbano começou a ter mais relevância, pois começou-se a haver uma preocupação com questões que antes eram evitadas por gestões anteriores, como os assentamentos irregulares e adensamento das favelas.

No Plano Agache, existia um capítulo inteiro se referindo a urbanização intensa e a respeito de problemas sanitários, esses problemas ocorreram em um curto espaço de tempo, pois durante essa fase, o Rio de Janeiro era a capital do país, o que explica esse grande fluxo populacional, em vista da sua visibilidade nacional. Além do mais, o Plano Agache visava debater os problemas relacionados às cheias que sempre foram constantes no município, com a proposta de serem realizadas obras nas montantes, com intuito de melhorar o funcionamento do processo de drenagem na jusante, ou seja, a finalidade era tratar dos rios desde o início para que ao final não fosse necessário ser tomada nenhuma medida mais severa.

Após esse período, mais precisamente em 1940, os problemas referentes a metropolização se agravaram, novas estruturas e o planejamento precisavam ocorrer, visto que o crescimento da cidade e o centro necessitavam alavancar, para isso foram realizados levantamentos censitários e cadastramento de pessoas que habitavam a área central, pois o poder público condenava a moradia de pessoas nessas regiões, alegando insalubridades. Entretanto, essas pessoas foram realocadas em bairros mais populares nos subúrbios, sem uma infraestrutura adequada, apenas com intuito de valorizar um determinado espaço sendo naquele momento o centro da cidade, ocorrendo um grande adensamento populacional nas áreas mais afastadas.

O conceito de adensamento populacional pode ser interpretado de duas formas, sendo elas: no quesito do espaço físico, ou mais identitário. Para conceituar a primeira forma, Mendonça (2017) cita em seu trabalho que adensamento urbano e densidade demográfica são expressões sinônimas (apud VEIGA, 2012, p. 35), pois corresponde somente ao preenchimento de pessoas em determinada região, ou seja, embasada prioritariamente em números, que podem ser alterados mediante a mudanças disponíveis no território. O outro conceito, diz respeito aos sistemas culturais, que se caracterizou após a sociedade industrial (CASTELLS, 1983), neste aspecto, se enquadram quesitos dando mais importância a uma sociedade e menos a outra, sendo esta reflexo das relações sociais, de urbanização e produção, ou seja, este é um

aglomerado interdependente, com regras políticas e econômicas, possibilitando assim a sua estruturação a medida que os avanços ocorrem, mas se torna algo de pessoas se alocando em busca de fator em comum.

No processo de urbanização mais intensa que ocorreu no século XIX sem o controle das autoridades, existiram dois momentos que segundo o plano diretor do município do Rio de Janeiro (2010) foram impulsionantes na história para a origem das favelas e a grande massa que se estruturava em regiões impróprias, sendo a primeira causada por conta da crise habitacional, resultante do combate às habitações coletivas e pela crise política devido a transição do Império em República.

O Rio de Janeiro convive com enchentes e inundações desde a sua criação, mas esse processo tem se intensificado com a crescente ocupação da cidade. O desmatamento resultou na perda do solo e permitiu que o escoamento da água fosse superficial. Dos 267 rios da Cidade, mais de 80% se encontram com suas margens ocupadas pela urbanização. A limpeza mecânica e a manutenção adequada dos cursos d'água, muitas vezes não são possíveis, pois os equipamentos empregados não conseguem chegar ao leito dos rios (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, S.d)

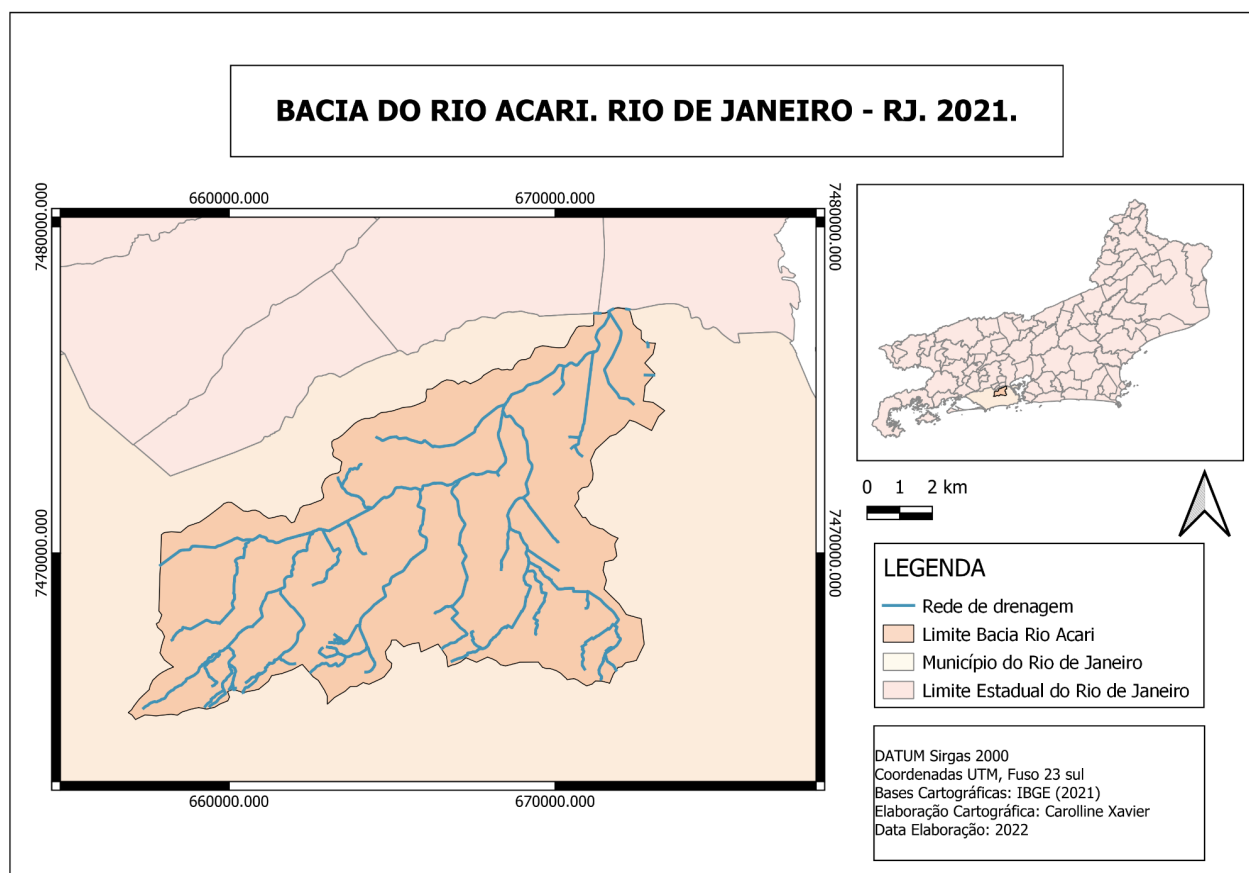
3.1.2 A Bacia do Rio Acari

A Bacia do Rio Acari, objeto de estudo deste trabalho (Mapa 2), corresponde a uma área de aproximadamente 107 km², valor este equivalente a 8% da cidade do Rio de Janeiro (MULTIRIO, 2016). Ela está situada na região norte da cidade, sendo considerada uma sub-bacia que faz parte da Macrorregião da BH da Baía de Guanabara, sendo esta uma das 3 macrorregiões designadas pelo município a partir da sua área de influência e qualificadas por meio de sua topografia, uso e ocupação do terra e a intensidade das chuvas (RIO ÁGUAS, 2021).

A população que vive em torno da bacia do Rio Acari se aproxima de um milhão de habitantes, o que representa cerca de 20% da população do município do Rio de Janeiro, segundo informações encontradas no site da prefeitura. Ela tem como principal curso d'água o Rio Acari com 20 km de extensão (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, S.d.). Essa BH tem sua nascente na Serra do Gericinó, fronteira com o município de Nova Iguaçu - RJ, e está localizada em uma área de proteção ambiental na

zona Oeste da cidade carioca. Já a sua foz se encontra no Rio Meriti, que se localiza no limite do município do Rio de Janeiro com o município de São João de Meriti - RJ, para então assim desaguar na Baía de Guanabara. Além de atravessar estruturas importantes para a cidade, como a Avenida Brasil, Linha Vermelha e Rodovia Presidente Dutra (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, S.d), a bacia percorre cerca de 26 bairros. Mas, apesar dos 107 km² de extensão, a BH do Rio Acari se tornou conhecida apenas pelo bairro Acari, situado na zona norte do Rio de Janeiro, que possui uma estação de metrô que leva o mesmo nome. O Hospital Municipal Ronaldo Gazolla também incorporou a referência, sendo popularmente conhecido como Hospital de Acari. A comunidade cresceu no entorno do rio, tendo como principal base econômica o plantio de cana-de-açúcar, o que já não é visto na região atualmente (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. S.d).

Mapa 2 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Acari - Rio de Janeiro



Elaborado pela autora - 2022

A região é conhecida pela recorrência de enchentes, que ocorrem pelo menos 1 vez ao ano, por conta de chuvas fortes e do acúmulo de lixo e matéria orgânica. Em algumas partes há o assoreamento do rio, que acontece de forma natural ou pelo acúmulo de dejetos. Já foram realizadas diversas obras visando melhorias, mas pela falta de manutenção não há uma mudança significativa. Dessa maneira, devido a proximidade com a margem existe um risco de elevada contaminação pela falta de escoamento das águas nos dias de tempestades, pois em determinadas partes não há mudança significativa na topografia na região, e a quantidade de lixo descartada indevidamente nos córregos principalmente nas margens, acarretam problemas à população e ao meio ambiente, já que não há forças para um deslocamento significativo.

Pela condição topográfica, ocupação desordenada do solo e sedimentos de lixo em seu leito e margens, a região é vítima de enchentes e inundações frequentes, pelo menos uma vez ao ano.

3.2 MAPEAMENTOS E TRABALHO DE CAMPO

O trabalho apresentado, teve como base a bacia do Rio Acari, localizado à nordeste do município do Rio de Janeiro, e para que este pudesse ser realizado, foram necessários alguns processos auxiliares, favoráveis a interpretação de algumas dinâmicas presentes na bacia e no seu entorno.

Para a elaboração das cartas e processamento das informações, destaca-se o SIG (Sistema de Informações Geográficas), oferecendo a possibilidade de integrar todas as informações obtidas. Para isso, foram utilizados dados *shapefile* oferecidos através do “portal de mapas”, disponível no site do IBGE, principalmente os dados com o recorte do município, tendo como datação o ano de 2021. Para o mapa de uso da terra, foram obtidos *shapefiles* disponíveis no Inea (Instituto Estadual do Ambiente - RJ), onde se conseguem dados geográficos dos mais diversos a respeito do estado do Rio de Janeiro. Na elaboração do mapa de declividade, utilizou-se um *Raster* adquirido através do site *webmap - TOPODATA*, que pertence ao Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Por fim, foi realizado um trabalho de campo para reconhecimento da região e para a obtenção de fotografias que aqui serão expostas.

Para iniciar, é necessário informar que todas as cartas foram elaboradas

através do *software* Qgis 3.16, apresentando em todas o sistema geodésico SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geodésico das Américas), sendo este o oficial utilizado pelo Brasil, então os *shapefiles* que não apresentavam esse sistema, foram modificados na aba exportar > salvar como, e assim alterado o sistema de coordenadas. No trabalho, utilizou-se o SIRGAS 2000 23° S.

Na construção do mapa de localização municipal, obteve-se arquivos *shapefile* do estado do Rio de Janeiro, através do site do IBGE, na aba geociências > *download*. Com a ferramenta do Qgis “tabela de atributos” e o ícone “seleção” ativado, foi localizado o município carioca e realizado um recorte. O município poderia ter sido baixado individualmente, mas a intenção do mapa era mostrá-lo em evidência dentro da sua unidade federativa.

Nas outras cartas era necessário a delimitação da bacia, para a resolução desta causa foi localizado um mapa autoral da bacia do Rio Acari, já pronto de um artigo aqui citado nas referências, e através dele foi realizado o processo de georreferenciamento, tendo como base a imagem recortada. Foram criados novos polígonos e toda a delimitação do rio foi acrescida ao arquivo *shapefile* de sub bacias do município, adquirido pelo site do Inpe.

O mapa topográfico, foi realizado por um arquivo raster, adquirido do Inpe, que precisou ser tratado e aplicada coloração, assim como o sistema de coordenadas precisou ser alterado de WGS84 para SIRGAS 2000 23° S, para poder ser agrupado ao *shape* de sub bacias. O Raster já veio com todas as informações, só foi necessário a alteração dos valores das lacunas de cores, para isso, foi necessária a realização de um cálculo para saber quais valores deveriam ser acrescidos às classes geradas, que só foi possível através do cálculo proposto por De Biasi (1992), a respeito das cartas clinográficas, por meio da seguinte fórmula:

$$D = \frac{n \cdot 100}{E}$$

D = declividade

n= Equidistância entre as curvas

E = Espaçamento entre as curvas de nível.

A análise morfométrica serve para averiguar quais são as características físicas de uma bacia, e coube a este trabalho examinar essas especificações. Por meio da delimitação do objeto de estudo foram definidas algumas etapas a serem seguidas. Para início foi utilizada a ferramenta “calculadora” do *software* Qgis e o *shapefile* da sub-bacia do rio Acari, doravante seguiu-se para os seguintes cálculos: área da bacia (A) e perímetro da bacia (P), realizadas de forma simplificada, pois o programa apresenta na ferramenta “calculadora” uma lacuna específica para a resolução desses dois itens. Já para Coeficiente de Capacidade (Kc) e Índice de Circularidade (Ic), foram necessárias fórmulas propostas por Calil, *et al* (2012), sendo:

$$\text{coeficiente de capacidade (Kc)} = 2,08 \times \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$

$$\text{índice de circularidade (Ic)} = \left(\frac{1}{Kc} \right)^2$$

Resultados obtidos:

área m: 108867774,454

área km: 108,868

perímetro: 61873,088

kc: 12,334

ic: 0,007

Precisou ser feito o cálculo do coeficiente de capacidade para realizar a apuração do índice de circularidade, que serve para saber qual o formato da BH em questão e como se comporta seu corpo hídrico.

Com o Raster de declividade já tratado, era necessário a apresentação das curvas de nível para formalizar o cálculo e assim adquirir os valores corretos que seriam incluídos em cada classe gerada para a formulação de uma carta coroplética. A curva de nível foi criada pelos comandos: raster > extrair > contornos, e assim o programa gerou as curvas automaticamente, através do valor de intervalo que melhor se adequou às necessidades desse trabalho, que no caso, foi utilizada a medida de 10 metros de

distância. Após esse processo, conseguiu-se aplicar a fórmula executada de forma manual, mas para a obtenção do espaçamento entre as curvas, foi preciso recorrer a ferramenta "régua", que permitiu realizar a medição, primeiramente do menor espaço entre as curvas, e na sequência o maior espaço entre as curvas, tendo em conta que na maior distância se obtém o menor valor para as classes e com o menor distância se têm o maior valor, adquirindo assim os seguintes resultados:

Através da menor distância entre as curvas se obteve: $D = \frac{10 \times 100}{15} = 66,66\%$

Através da maior distância entre as curvas se obteve: $D = \frac{10 \times 100}{1541} = 0,64\%$

Por conta do cálculo ficou decidido que o intervalo entre as classes iniciaria com porcentagem de 5% (arredondando), para que esta não ficasse em discrepância dos intervalos apresentados, que deveriam ser um intermédio até o valor final de > 30%. Esse maior intervalo, se deu por meio da legislação a respeito da Lei nº 6.766, de 19 de Dezembro de 1979, pois “em terreno com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes” não será permitido a repartição do solo.

Quadro 2 - Quantificação das cores geradas na Carta Clinográfica.

Classes por cores:	Valores
verde	< 5%
amarelo	5% - 10%
laranja	10% - 20%
vermelho	20% - 30%
marrom	> 30%

Elaborado pela autora

Outro fator de extrema importância para o trabalho foi a extração de informações por meio de trabalho de campo, para assim identificar quais causas antrópicas têm colaborado para o agravamento, havendo a necessidade de averiguar se há a existência de coleta de lixo, se a população colabora junto a prefeitura para a resolução desta causa, se o problema é realmente o descarte indevido nos canais, observar se esses descartes indevidos vêm de outras localidades e são arrastados até os bairros receptores do Rio Acari e por fim, como é feita a contenção desse rio e seu saneamento. Com o auxílio de fotografias adquiridas durante o trabalho de campo no dia 06 de julho de 2022, adquiriu-se um conhecimento mais profundo da paisagem que o rio e o seu entorno oferecem. Nesse mesmo quesito, o programa *Google Earth* foi fundamental para uma espacialização temporal, na ferramenta "visualização de imagens históricas", que permitiu acompanhar as modificações ao longo dos anos.

Todo o processo aqui citado, serviu como intermédio para a elaboração deste trabalho e cada execução foi de grande importância para entendimento da Bacia Hidrográfica do Rio Acari, para compreender se ações humanas interferem diretamente no processo de inundação.

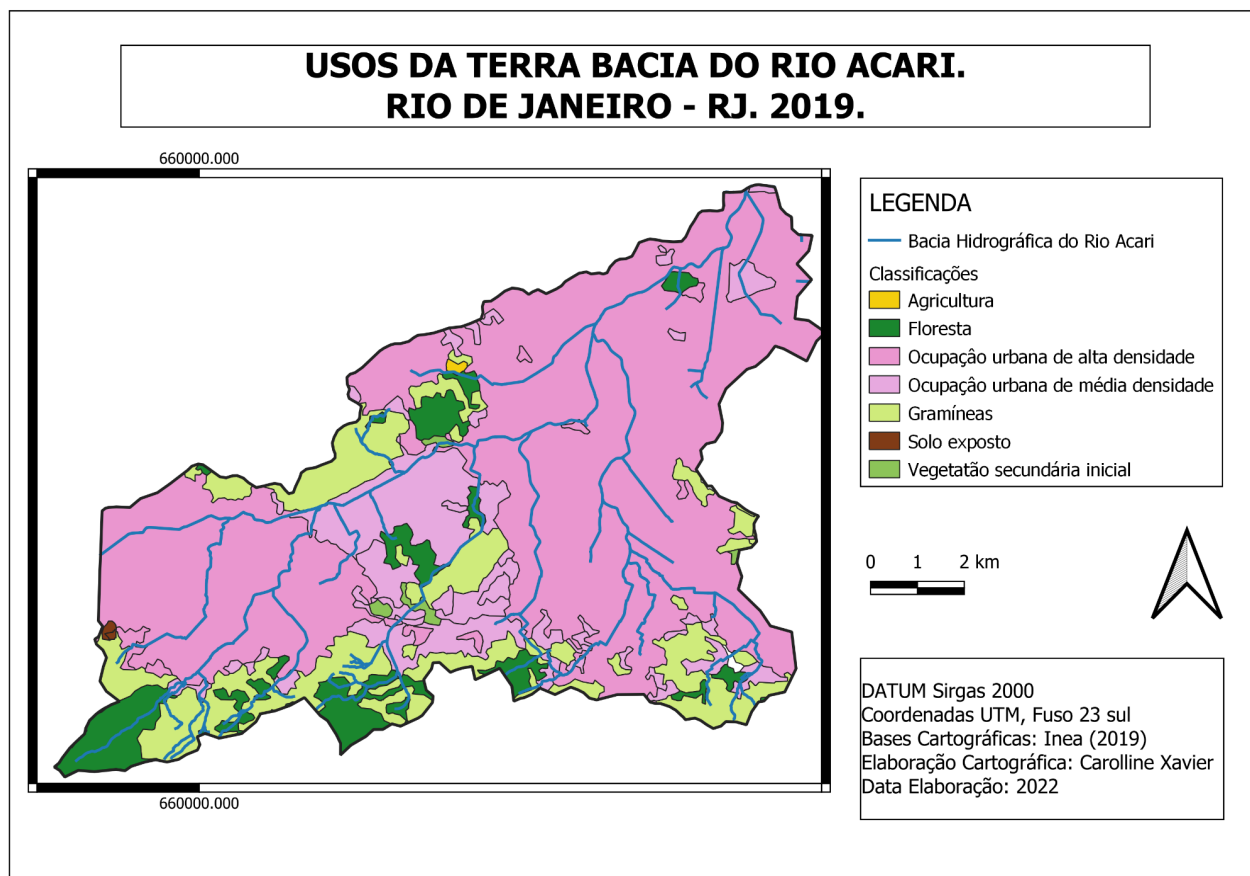
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado principal é entender a dinâmica da Bacia do Rio Acari e se esta é predisposta a ter enchentes e inundações ao longo do seu curso hídrico. Para isso, foi fundamental a aplicação do cálculo do índice de circularidade, possibilitando o entendimento da geometria da bacia e se este formato possibilita a ocorrência do fenômeno.

O cálculo realizado apresentou um valor de $I_c=0,007$, ou seja, segundo Calil et al (2012), se esse número for 0, indica ser uma área mais alongada, se o valor obtido é 1, a bacia tem formato circular. Sendo assim, a BH do Rio Acari apresenta o formato alongado pois apresenta o valor próximo a zero. Segundo Granell (2001), nas bacias alongadas, em períodos de intensa pluviosidade, o escoamento das águas é melhor distribuído, diminuindo assim o risco de inundações e enchentes, porém, quando há uma vazão alta ela será mais durável (*apud* MACHADO e TORRES, 2013 p. 61).

Pelo valor obtido através do I_c , foi possível entender que a bacia em questão não possui uma tendência a ocorrência de inundações se tratarmos da sua forma natural. Isso possibilita a percepção das transformações ocorridas nas características naturais e no seu entorno (Mapa 3), permitindo que casos frequentes de enchentes e inundações ocorram, já que este modelo de bacia, mesmo obtendo um formato que a beneficie, o escoamento é lento e nas declividades maiores estão os altos cursos, empenhando maior energia no fluxo no rio abaixo (Mapa 4). Outro fator possível ao aparecimento dos casos de inundação é a impermeabilização, devido à falta do solo original, bem recorrente em áreas urbanas, pela reestruturação e implantação de calçamentos, asfalto e moradias.

Sendo assim, de acordo com o mapa de uso da terra (Mapa 3), há o predomínio da instalação urbana de alta densidade, que segundo o plano diretor da cidade do rio de janeiro (2009) não pode ultrapassar o valor de 500 habitantes por hectare, sem definição de índices ou parâmetros de referência para estabelecer esta limitação. As áreas com maior índice de pessoas se encontram mais à jusante, preservando apenas o centro (rosa claro) do mapa, com uma urbanização de média intensidade, sendo esta região compreendida por abrigar um grande complexo militar, impossibilitando assim que a população se fixe.

Mapa 3 - Mapa de uso da terra.

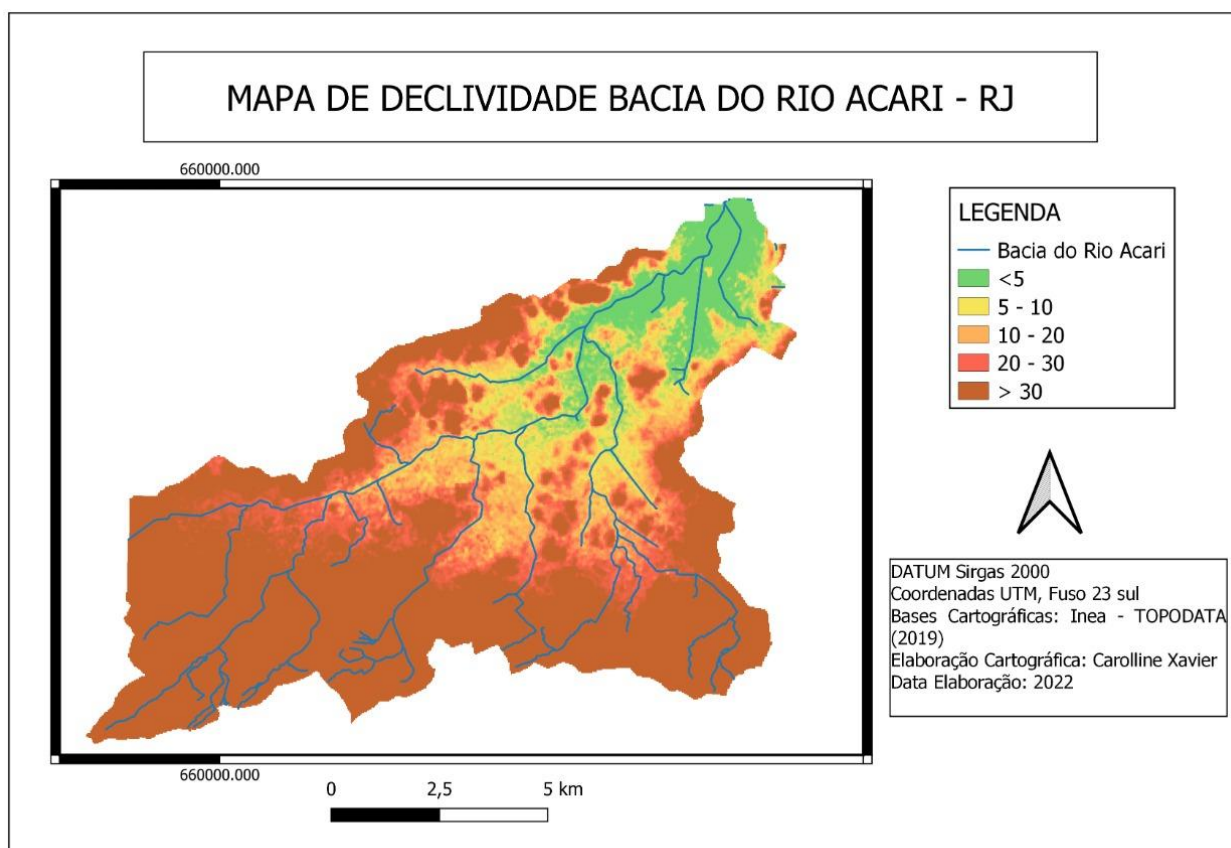
Elaborado pela autora 2022

Observando o mapa de uso da terra, nota-se que áreas florestadas estão apenas disponíveis nas zonas de nascentes, a falta dessa vegetação agrava a situação das enchentes, já que a vegetação é importante fator de contenção das cheias, pois é uma camada que permite melhor absorção da água da chuva e do escoamento. Em alguns pontos têm-se a existência de gramíneas, que são ótimas contribuidoras na contenção das cheias.

Por meio do mapa de declividade, se observa os diferentes níveis de inclinação do terreno, peça fundamental para analisar o relevo. Realizada uma carta com a escala de 1:100.000, e com o valor da classe inicial efetivado através do cálculo citado nas etapas do processo e o valor final por meio da federal Lei 6.766/79, observa-se que há uma variação significativa, tendo em conta que a maior declividade se dá pelo maior valor, caracterizada na figura pela cor marrom, sendo essas as regiões que precisam mais

estar protegidas pela vegetação, devido a grande probabilidade de sofrer com processos erosivos. Mas percebido com o mapa de uso da terra, as regiões com vegetação estão somente próximas às nascentes.

Mapa 4 - Mapa de declividade.



Elaborado pela autora 2022

Ainda no mapa clinográfico, a área com menor percentual de declividade é a representada pelo índice < 5 , caracterizada na figura pela coloração esverdeada, pois se há um relevo com menor declividade, este é sujeito a recebimento do alto desempenho do rio em dias de grande fluxo d'água, podendo concentrar grande volume, o que acarreta também na demora em diminuir a vazão.

Com a junção desses três itens (mapa de declividade, mapa de uso da terra e Índice de circularidade), têm-se uma melhor interpretação do objeto de estudo, pois uma urbanização se fixando próxima aos cursos e em regiões de maior declividade

do terreno, sem estrutura e fiscalização, acaba por prejudicar a população nos declives mais baixos, pois se há depósito de objetos e lixos nos rios, por conta da força da água serão arrastados para a elevação mais baixa. Outro fator elencando os itens é sobre a área em verde no mapa clinográfico, e sobre a urbanização de alta densidade em maior fluxo na mesma posição que a apresentada no mapa de uso da terra, pois geralmente é esta região que passa pelo estado de assoreamento, devido a elementos carregados através da água, é nesta parte onde o rio se apresenta com a maior largura, mas também com maior acúmulo de lixos e objetos (fotografia 1).

Foi de principal relevância entender através do trabalho de campo realizado no dia 06 de Julho de 2022, que a população está sem os amparos das autoridades e precisou utilizar o rio como descarte de lixos e dejetos. Ficou evidente que fatores históricos influenciaram a dinâmica com que vive a população e para que seja mudado, é necessário um grande trabalho de mobilização das autoridades e da população, que precisa se conscientizar, pois o descarte de lixos indevidos acarretará em problemas para ela, o que é possível observar ainda nos dias atuais (Fotografia 1). Com aproximadamente 50 metros de largura, o trecho visitado apresenta além de lixos, objetos grandes, como móveis e entulhos que estagnam em alguns trechos da bacia.

Fotografia 1 - Acúmulo de lixo e saída de esgoto no Rio Acari, altura do distrito industrial da Fazenda Botafogo.



Fonte: A autora, 2022

Nas imagens acima, é possível notar todo o tipo de objetos descartados no rio, logo abaixo da ponte por conta das pilastras, os lixos estacionam e assim criou-se uma barreira, com comportamento de represa, gerando acelerado aumento no nível da água em dias de temporais, responsável em grande parte pelas cheias que ocorrem naquela localidade. O rejeito acaba por entupir bueiros e calhas, levando o rio a alcançar áreas onde antes não eram inundadas.

Em frente a esta localidade, encontra-se uma área de ocupação irregular, sem saneamento básico e coleta de lixo (Fotografia 2), sendo estes os mais afetados pelas cheias, como também nas questões ambientais, pois mesmo que o descarte do lixo não seja feito diretamente nos rios, o lixo é lançado a cerca de 5 metros da encosta do córrego, podendo ser facilmente levado em dias de chuva para os cursos d'água. Observando esse mesmo espaço onde se encontra essa ocupação através do *Google Earth*, percebemos que se trata de uma situação recente (Imagens 3 e 4), com um intervalo de 1 ano entre uma foto e outra.

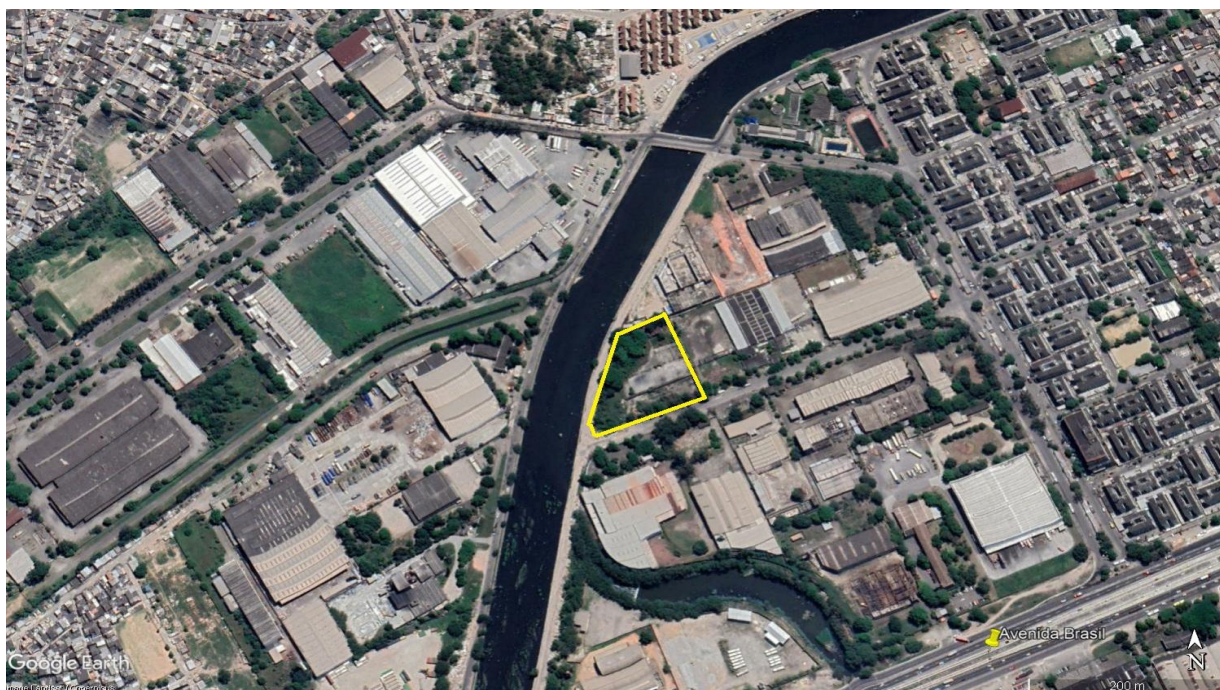
Fotografia 2 - “Frente e lateral de um terreno abandonado que foi invadido em frente ao Rio Acari”



Fonte: A autora, 2022

A primeira imagem da composição que se encontra do lado esquerdo na parte superior, é a lateral do terreno que foi apropriado por moradores de baixa renda, o lixo descartado e a grande quantidade que foi acumulada. Na segunda imagem que se encontra no canto direito superior, se trata da entrada do lote, que fica bem em frente ao rio. Na última imagem ao centro, é possível ver como essas casas são formadas, todas são feitas de madeira e suas estruturas são bem pequenas.

Imagem 3 - Caracterização da área de ocupação irregular em 10/2020, antes da apropriação.



Fonte: Google Earth

Imagem 4 - Área de ocupação irregular já com moradores, 11/2021.



Fonte: Google Earth

As inundações causam desastres, em decorrência da ocupação irregular e forte conglomerado urbano. Assim, é possível asseverar que existe uma falta de política pública eficaz para fiscalização e resguardo dos canais fluviais, tudo isso decorrente da falta de planejamento urbano.

Ao longo de todo o percurso do Rio Acari, já não se nota o distanciamento adequado requerido pelo código florestal (Lei nº12.651/2012), assim como a inexistência de folhagens e vegetação como gramíneas, principalmente as árvores, que foram substituídas por residências sendo algumas implantadas inapropriadamente, além de muitos conjuntos habitacionais, escolas e muitas empresas, como também estradas que percorrem importantes acessos, como observado *in loco*.

Outro fator agravante, está relacionado a dificuldade no acesso em determinados pontos do rio, seja pela inexistência de caminhos seguros à população, como também pela existência de barreiras que impedem o acesso de veículos, inviabilizando que serviços básicos de coleta de lixo ou de obras públicas estejam presentes para a conservação das atividades para a preservação do rio. (fotografia 3)

Fotografia 3 - Barreira de contenção em um dos trechos e logo a frente, uma unidade de saúde a menos de 10 metros da margem do rio.



Fonte: A autora, 2022

A fotografia acima mostra a rua Av Prefeito Sá Lessa, na mesma localização que se encontra o terreno abandonado, ou seja, a população que invadiu o espaço não tem acesso a serviços básicos de coleta de lixo ou saneamento básico, utilizando o rio como depósito de dejetos e esgoto. Outro fator preocupante é o caso da poluição e em períodos de cheia esse lixo invade as casas, causando destruição e pior ainda, acarretando na saúde da população menos favorecida. Se observarmos a construção que aparece em frente a essas barreiras de contenção, nota-se que se trata de uma clínica da família, que cuida de pacientes do entorno oferecendo acompanhamento médico, mas que em períodos chuvosos não funciona, em decorrência das cheias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho refletem a importância de se conhecer a estrutura física da bacia e sua relação com os eventos de inundação e enchentes. Compreender que esses conceitos são bastante utilizados pela população por estar diretamente envolvidos por este assunto, nos mostrou a importância de levar essa questão adiante, refletindo sobre estudos a cerca e procurando possíveis soluções.

O município do Rio de Janeiro, por ter sido capital do país, foi alvo de um grande adensamento populacional, mas de forma irregular principalmente nos subúrbios, acarretando em problemas que anos depois continuam a acontecer devido a falta de planejamento urbano. Isso é apresentado através do objeto de estudo da BH do Rio Acari. Mesmo com toda a importância e pela quantidade de pessoas que se encontram ao seu redor, esta ainda é alvo de consequências advindas da ocupação irregular.

Para isso, de forma que fosse entendido sobre os aspectos da BH, apresentou-se resultados de cálculos obtidos pelo Índice de Circularidade, que nos revelaram que o formato de apresentação da bacia do Rio Acari não é predisposto a existência de cheias, entretanto, nos períodos de grande pluviosidade, por conta desse mesmo formato, haverá uma demora na diminuição dessas águas devido a inclinação da bacia mostrada através do mapa de declividade, impactando na energia do curso d'água, e através do mapa de uso da terra foram apresentados os impactos causados pelas ações antrópicas no decorrer dos anos pelo intenso adensamento populacional que são os grandes causadores desses fenômenos.

As áreas hídricas são amparadas pela lei das APPs para preservação do meio ambiente e resguardo hídrico, entretanto o que se encontra ao redor do corpo d'água, são habitações irregulares, sem respaldo e falta de fiscalização do governo.

Observando a relevância da bacia e sua área de influência, ficou nítido como é necessária uma melhor gestão urbana, com efetivo planejamento, visando reestruturar de forma com que os impactos não sejam sentidos na ocorrência de um forte evento pluviométrico, mas averiguar e monitorar o caminho do lixo pela bacia, pois em algumas partes nota-se o assoreamento, impossibilitando que esses descartes prossigam, ocasionando em impactos terríveis à população e gerando as inundações e enchentes constantes, principalmente no Rio Acari, o principal rio da BH em questão.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Gestão das Águas. Brasília: **ANA**, 2019. Disponível <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas>> Acesso em maio de 2022.
- ASSOREAMENTO, o que é? As principais causas e suas consequências. **CBHSF**, 2014. Disponível em:<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/natureza_blog/assoreamento-o-que-e-os-principais-causadores-e-suas-consequencias/> Acesso em: junho de 2022.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. In **Caderno de Ciências da Terra**. USP - Instituto de Geografia. São Paulo, 1971.
- BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, AS da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, p. 153-192, 2004.
- BORGES, Fernanda Oliveira; DE OLIVEIRA FERREIRA, Vanderlei. Planícies de inundação e áreas inundáveis: análise comparativa dos conceitos mediante aplicação nas bacias hidrográficas do Ribeirão Bom Jardim e Rio das Pedras, Triângulo Mineiro. **Revista Cerrados (Unimontes)**, v. 17, n. 1, p. 114-130, 2019.
- BRANDÃO, A. M. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência. In: ROSA, L. P., LACERDA, W. A. (orgs). Tormentas Cariocas – Seminário Prevenção e controle dos efeitos dos temporais no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: **COPPE/UFRJ**, 1997. 162p. p.21-38.
- BRASIL, Colômbia e Peru lideram a lista de países com mais água no mundo. **World Bank**. 2015: Disponível em <<https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2015/03/10/brasil-colombia-peru-paises-mas-agua-tienen-en-el-mundo>> maio de 2022.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre alterações no Código Florestal. **Poder Executivo**. Brasília, DF, 2012.
- CALIL, Pérola M. et al. Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 433-442, 2012.
- CARLOS, Ana Fani Alessandri. A cidade. São Paulo: **Contexto**; 7ª edição, 2003.
- POZZER, Katia Maria Paim. Para além das guerras. **Revista Espacialidades**, v. 9, n. 01, p. 15-34, 2016.

CARVALHO, Daniel F. de et al. Demanda hídrica do milho de cultivo de inverno no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 112-118, 2006.

CASTELLS, Manuel. A questão urbana. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983

CIVIL, GLOSSÁRIO DE DEFESA. Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres. **Brasília: Ministério da Integração Nacional**, 2009.. Disponível em: <<http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/G>> Acesso em: junho de 2022.

CLIMA Rio de Janeiro. **Climate-data**, S.d: Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/rio-de-janeiro-853/>> Acesso em: junho de 2022.

COELHO NETTO A. L. O Geoecossistema da floresta da Tijuca, in: Natureza e sociedade no Rio de Janeiro (Abreu, M. A. A., org.), **Biblioteca Carioca/IPLANRIO**. 1992, p.104–142.

DE BIASI, Mário. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia** , v. 6, p. 45-60, 1992.

DE CASTRO CORRÊA, Gabriela. Mapeamento do Risco de Inundação da Bacia Pavuna-Meriti, estado do Rio de Janeiro.

DE SOUZA, Tania Machado Knaack; OTTONI, Adacto Benedicto. Análise crítica das causas e soluções sustentáveis para o controle de enchentes urbanas: o caso prático da bacia hidrográfica da praça da bandeira (estudo de caso). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 17, 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>> Acesso em: maio de 2022.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em<<https://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em 20 de maio de 2022.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Legislação. Rio de Janeiro: Disponível em: . Acesso em <<http://www.inea.rj.gov.br>> Acesso em junho de 2022.

JHA, Abhas K.; BLOCH, Robin; LAMOND, Jéssica. **Cidades e inundações: um guia para a gestão integrada do risco de inundações urbanas para o século XXI** . Publicações do Banco Mundial, 2012.

Licco, E. A., & Mac Dowell, S. F. Alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, 5 (3), 2015. 159-174

MACHADO, Rodrigo Konrad; OLIVEIRA, Antônio Krishnamurti Beleño; MIGUEZ, Marcelo Gomes. ÍNDICE DE RISCO SOCIOECONÔMICO A INUNDAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO URBANA: CASO DA BACIA DO RIO ACARI, RIO DE JANEIRO. in: XIII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 2020, Porto Alegre. **XIII ENAU**, 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO, Rio de Janeiro. Inquérito civil nº. MA 9025, 2018. Disponível em: <http://www.mprj.mp.br/documents/20184/540394/acp_ma_9025__assoreamento_rio_acari__assinado__assinado_1.pdf> Acesso em: Dezembro de 2021

MONTEIRO, Adriana Roseno; VERAS, Antônio Tolrino de Rezende. A questão habitacional no Brasil. **Mercator (Fortaleza)**, v. 16, 2017.

OLIVEIRA, A. K. B. **O Sistema de Drenagem como Eixo Estruturante do Planejamento Urbano: Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Acari**. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

O QUE é uma bacia hidrográfica? **CBHSF**, 2016. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/natureza_blog/o-que-e-uma-bacia-hidrografica/> Acesso em: 12 de junho de 2022.

POZZER, Katia Maria Paim. Epidemia no princípio da história: isolamento social na Mesopotâmia. **Cerqueira, Fábio Vergara; Ax, Gunter; Ferreira, Renata Brauner (Orgs.). Viver e morrer na peste: epidemia na história. Pelotas: Editora UFPel, 2021. p. 33-48, 2021.**

RIO-ÁGUAS licitará projeto de controle de enchentes para os rios Acari e Pavuna. **Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro**, 2017. Disponível em: <<http://www.pcrj.rj.gov.br/web/rio-aguas/exibeconteudo?id=6953954>> Acesso em: 06 de maio de 2022.

RIO DE JANEIRO, batizou Acari. **Multirio**, 2016: Disponível em <<http://www.multirio.rj.gov.br/index.php/reportagens/11547-rio-batizou-acari>> Acesso em: Acesso em: 06 de maio de 2022.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Plano Municipal de Saneamento básico do Rio de Janeiro CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro: 2008. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB_DRENAGEMEMANEJOD EAGUASPLUVIAIS.pdf> Acesso em junho, 2022.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 6.766, de 19 de Dezembro de 1979. Rio de Janeiro: disponível em <http://www.der.rj.gov.br/leg_lei6766_79.asp>. Acesso em Julho 2022

RODRIGUES, Cleide e ADAMI, Samuel Fernando. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. Praticando geografia : técnicas de campo e laboratório. Tradução .São Paulo: **Oficina de Textos**, 2005. . . Acesso em: março de 2022.

SANTOS, Stefanie Almeida dos. Estudo de áreas urbanas susceptíveis a fenômenos de inundações, enchentes e alagamentos na cidade de Alegrete-RS. 2015.

TEODORO, Valter Luiz lost et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.

SHAPES, **Inea**, 2019 Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/RHs-1.pdf> Acesso em Julho de 2022

SOUZA, Beatriz. As 200 cidades mais populosas do Brasil. **Exame**, 2014. Disponível em: <https://exame.com/brasil/as-200-cidades-mais-populosas-do-brasil/> Acesso em junho de 2022

TORRES, Filipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. Introdução à Hidrogeografia. São Paulo: **Cengage Learning**. 2012.

TOPODATA, Mapa de índice. **Webmapit - Inea** S.d. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/> Acesso em Acesso em junho de 2022.

TUCCI, Carlos EM. Inundações urbanas. Porto Alegre: **ABRH/Rhama**, v. 11, 2007.