

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

CAYLANNE MENDES DE SOUZA
JOSENETO DE SOUZA

**ANÁLISE DE RISCO E PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES
EM CAJAZEIRAS - PB**

Cajazeiras-PB
2023

CAYLANNE MENDES DE SOUZA
JOSENETO DE SOUZA

**ANÁLISE DE RISCO E PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES EM
CAJAZEIRAS - PB**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba-*Campus* Cajazeiras, sob Orientação
do Prof. Dr. Robson Arruda dos Santos e
Coorientação da Prof.^a M Sc. Amanda Jéssica
Rodrigues da Silva.

Cajazeiras-PB
2023

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

S279a Souza, Caylanne Mendes de.
Análise de risco e prevenção de alagamentos e inundações em
Cajazeiras - PB / Caylanne Mendes de Souza, Joseneto de Souza. – 2023.
44f. : il.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Cajazeiras, 2023.
Orientador(a): Prof. Dr. Robson Arruda dos Santos.
Coorientador(a): Prof^a. Me. Amanda Jéssica Rodrigues da Silva.
Desastre natural. 2. Inundação. 3. Alagamento. 4. Planejamento
urbano. 5. I. Souza, Joseneto de. I. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

CAYLANNE MENDES DE SOUZA
JOSENETO DE SOUZA

**ANÁLISE DE RISCO E PREVENÇÃO DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES EM
CAJAZEIRAS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Campus Cajazeiras, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 08 de fevereiro de 2023.



Documento assinado digitalmente
ROBSON ARRUDA DOS SANTOS
Data: 06/03/2023 09:37:31-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

BANCA EXAMINADORA

Robson Arruda dos Santos – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador

Amanda Jéssica Rodrigues da Silva

Amanda Jessica Rodrigues da Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Coorientadora



Documento assinado digitalmente
GASTAO COELHO DE AQUINO FILHO
Data: 06/03/2023 08:59:22-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Gastão Coelho de Aquino Filho – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

RESUMO

O impasse vivido pelos moradores do Município de Cajazeiras – PB, devido aos fenômenos hidrológicos, é reflexo de uma gestão que atua deficientemente no manejo de águas pluviais, do qual é incapaz de suportar períodos longos de chuvas fortes e intensas, e que associado à disposição incorreta de resíduos sólidos, gera a obstrução dos canais de drenagem, o que dificulta ainda mais o escoamento das águas. Além disso, tem-se também uma expansão urbana que cresce constantemente, que evidencia a desigualdade social vivida, que as pessoas de menor poder aquisitivo são afastadas para as áreas mais periféricas da cidade, que possuem estruturas mais sensíveis a ocorrências de desastres ambientais. Somado a isto, também é feito mau uso e ocupação do solo, em que maior parte do território é impermeabilizado, em que alguns casos sequer possui destinação para as águas, o que facilita o surgimento de alagamentos e inundações. Todos esses fatores citados vêm ocasionando situações de riscos para a população. Tal situação é ainda mais alarmante uma vez que é observado diversos edifícios com estruturas precárias, do qual grande parte são situadas em bairros mais pobres da cidade. Tendo isso em vista, este trabalho analisa os possíveis fatores que estão acarretando e agravando situações de alagamentos e inundações, bem como verifica as regiões mais afetadas, classificando o nível de riscos para as mesmas, possibilitando assim elaborar e promover medidas de prevenção e controle, proporcionando uma maior segurança e qualidade de vida para a população. Ademais, ao longo do estudo foram apontados os logradouros com as condições mais precárias, bem como foram classificados os níveis de riscos para cada localidade. Portanto, foi identificado na pesquisa a utilização de um sistema de drenagem de águas pluviais discrepante da realidade do município estudado, possuindo em sua maior parte logradouros de médio risco quanto a alagamentos e inundações sendo construído uma proposta de medidas para amenizar as probabilidades de perigo decorrentes de agentes ambientais.

Palavras-chave: desastres; alagamentos; inundações; riscos.

ABSTRACT

The impasse experienced by the residents of the Municipality of Cajazeiras - PB, due to hydrological phenomena, is a reflection of a management that acts poorly in the management of rainwater, which is unable to withstand long periods of heavy and intense rain, and that associated with the disposal Incorrect disposal of solid waste causes obstruction of drainage channels, which makes water flow even more difficult. In addition, there is also an urban expansion that is constantly growing, which highlights the social inequality experienced, that people with less purchasing power are removed to the most peripheral areas, which have structures that are more sensitive to the occurrence of environmental disasters. Added to this, there is also misuse and occupation of the soil, in which most of the territory is waterproofed, in which some cases do not even have a destination for water, which facilitates the appearance of floods and inundations. All these factors cited have been causing risk situations for the population. This situation is even more alarming since several buildings with precarious structures are observed, most of which are located in poorer neighborhoods. With that in mind, this work analyzes the possible factors that are causing and aggravating flooding situations, as well as verifying the most affected regions, classifying the risk level for them, thus making it possible to elaborate and promote prevention and control measures, providing greater security and quality of life for the population. In addition, throughout the study, the areas with the most precarious conditions were identified, as well as the risk levels for each location were classified. Therefore, the use of a rainwater drainage system that differs from the reality of the municipality studied was identified in the research, having mostly medium-risk areas in terms of flooding and flooding, with a proposal of measures being constructed to mitigate the probabilities of danger arising of environmental agents.

Keywords: disasters; flooding; floods; scratches.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Danos humanos associados aos alagamentos na Região Nordeste.....	11
Figura 2 - Danos humanos por inundações na Região Nordeste.....	11
Figura 3 - Parâmetros que envolvem uma análise de risco.	15
Figura 4 - Localização do Município de Cajazeiras – PB.	17
Figura 5 - Cidade de Cajazeiras – PB por bairros.	18
Figura 6 - Relação entre objetivo específico e seu respectivo método.....	27
Figura 7 - Precipitações nos últimos meses em Cajazeiras – PB	29
Figura 8 - Rua Antônio Pereira Filho e Rua Cel. Juvêncio Carneiro após chuvas.....	30
Figura 9 - Avenida Comandante Vital Rolim após chuvas.	30
Figura 10 - Desastre ocorrido após chuvas em Cajazeiras – PB.	31
Figura 11 - Mapeamento de áreas alagáveis e inundáveis no Município de Cajazeiras – PB..	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição de risco, vulnerabilidade e ameaça.....	14
Quadro 2 - Atividades órgão Governamental e fases do processo de prevenção de desastres naturais.....	21
Quadro 3 - Atividades por órgão Não Governamental e fases do processo de prevenção de desastres.....	22
Quadro 4 - Atividades por órgão Individual e fases do processo de prevenção de desastres naturais.....	22
Quadro 5 - Tipos de processos hidrológicos.	23
Quadro 6 - Tipos de vulnerabilidade de ocupação urbana.	24
Quadro 7 - Tipos de periculosidade.....	25
Quadro 8 - Grau de risco.	25
Quadro 9 - Logradouros vulneráveis a alagamentos e inundações.	31
Quadro 10 - Combinações de fatores analisados.....	34
Quadro 11 - Análise de logradouros no Município de Cajazeiras – PB.....	34
Quadro 12 - Etapas de gerenciamento de desastres.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REVISÃO DA LITERATURA	14
3.1	ABORDAGEM ACERCA DE RISCOS, VULNERABILIDADE E AMEAÇAS	14
3.2	CONCEPÇÃO DE DESASTRE E O IMPASSE SOCIOAMBIENTAL	15
3.3	FENÔMENOS HÍDRICOS	16
3.4	ASPECTOS GEOGRÁFICOS DO MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS	17
3.5	EXPANSÃO URBANA E UMA REFLEXÃO REFERENTE AOS RISCOS PARA DIFERENTES CLASSES SOCIAIS.....	19
3.6	CAJAZEIRAS NO CONTEXTO DA DRENAGEM URBANA	20
3.7	O PAPEL DO ESTADO DIANTE DESTA PROBLEMÁTICA	21
3.8	CRITÉRIO ANÁLISE DE RISCOS	23
3.8.1	<i>Processo Hidrológico</i>	23
3.8.2	<i>Vulnerabilidade de Ocupação Urbana</i>	24
3.8.3	<i>Periculosidade</i>	24
3.8.4	<i>Tipos de Riscos</i>	25
4	METODOLOGIA	26
4.1	CLASSIFICAÇÃO E FERRAMENTAS DA PESQUISA	26
4.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	26
4.2.1	<i>Identificar ocorrências de inundações e alagamentos</i>	27
4.2.2	<i>Localizar e mapear os pontos críticos suscetíveis a alagamentos e inundações</i>	27
4.2.3	<i>Análise do nível dos riscos identificados</i>	27
4.2.4	<i>Elaborar medidas de prevenção e controle dos riscos de inundações e alagamentos para as áreas críticas</i>	28
5	RESULTADOS	29
5.1	IDENTIFICAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS	29
5.2	LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO DOS PONTOS CRÍTICOS	31
5.3	ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES NA CIDADE DE CAJAZEIRAS – PB	34
5.3.1	<i>Combinação de fatores analisados</i>	34

5.4	MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DOS RISCOS	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A falta de planejamento na gestão de manejo de águas pluviais associada a expansão urbana e o mal uso e ocupação do solo, é um marco no Semiárido do Nordeste brasileiro, sendo vista apenas como uma região de estiagem e seca, possui uma infraestrutura de saneamento básico incapaz de responder efetivamente a possíveis ocorrências de desastres naturais, o que pode provocar perdas humanas e materiais.

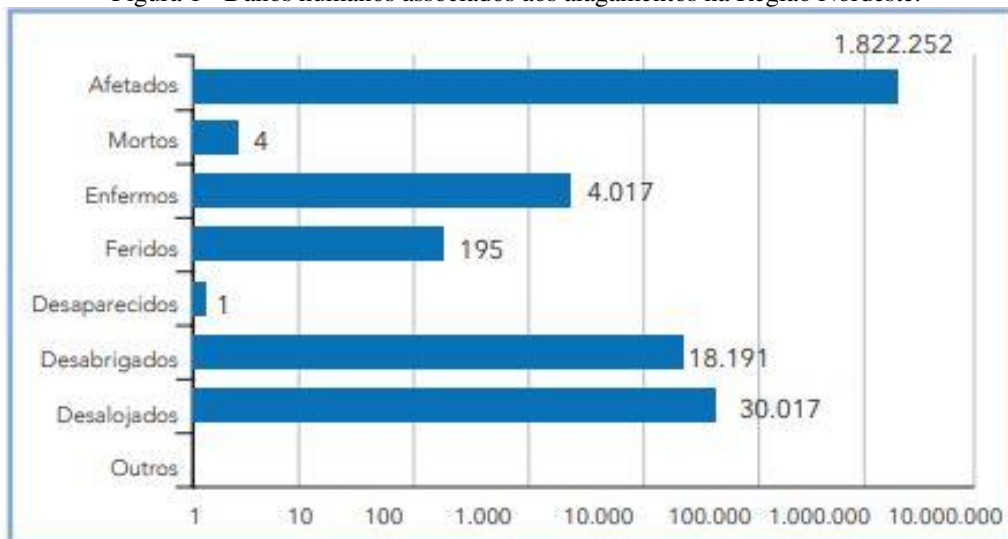
Por conseguinte, com a expansão urbana, a população não enfrenta apenas problemas ambientais e de infraestrutura, mas também de desigualdade social, uma vez que pessoas com baixo poder aquisitivo se encontram obrigadas a se deslocarem para regiões periféricas, colocando-as em uma situação de maior vulnerabilidade a riscos ambientais. Segundo Kobiyama *et al.* (2006) quando se trata de riscos deve ser considerado o perigo e a vulnerabilidade do sistema que está prestes a ser impactado, podendo ser gerados de acordo com a época de ocorrência, a tipologia do fenômeno, como inundações e enchentes, assim como também a intensidade e abrangência dos mesmos. Ademais, o termo desastre tem seu conceito descrito através da Instrução Normativa nº 001/12:

Resultado de eventos adversos, naturais ou provocado pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios (MIN, 2012).

Conforme Costa, Silva e Araújo (2018) na Paraíba, os registros de desastres naturais contabilizaram 2.341 ocorrências no período de 1991 a 2012, impactando 9.166.793 paraibanos, sendo que neste período analisado, os eventos registrados contabilizaram a morte de 42 pessoas.

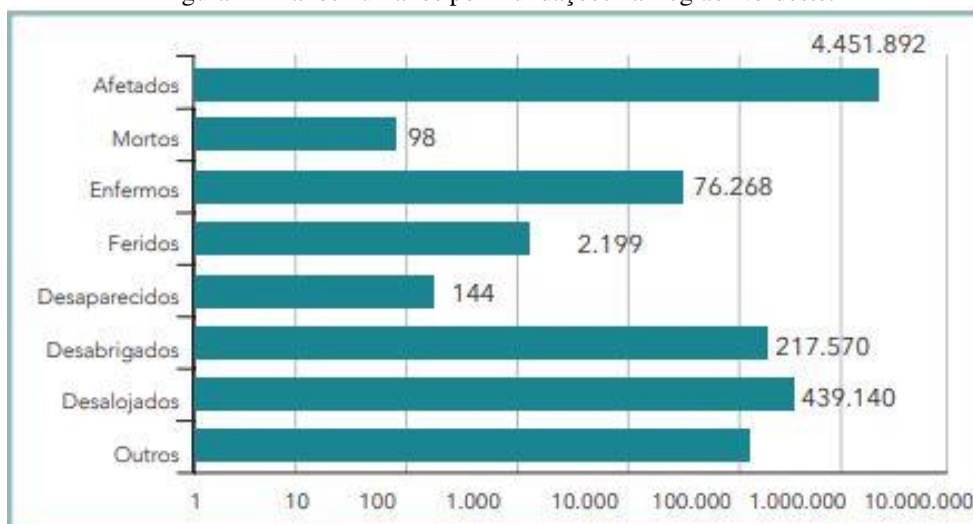
Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres Naturais – COBRADE (BRASIL, 2012), as inundações, alagamentos e enxurradas são decorrentes de desastres hidrológicos. Sendo assim, de acordo com CEPED/UFSC (2013) tem-se um levantamento de dados de desastres naturais ocorridos na região do Nordeste entre os anos de 1991 e 2012, do qual apresentam a quantidade de indivíduos que sofreram devido a alagamentos e inundações, sendo estes: afetados, mortos e enfermos, desabrigados e desalojados, dentre outros, como mostram nas Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 - Danos humanos associados aos alagamentos na Região Nordeste.



Fonte: CEPED/UFSC (2013).

Figura 2 - Danos humanos por inundações na Região Nordeste.



Fonte: CEPED/UFSC (2013).

De acordo com Londe *et al.* (2014) as pessoas responsáveis por estratégias, políticas e cooperação devem analisar objetivamente as características dos desastres, como localização, tipo e duração e prever possíveis dificuldades e soluções. Não obstante disso, embora existam mecanismos de controle e prevenção que reduzam os impactos de desastres como inundações e alagamentos, se faz necessário investigar as causas e a proporção dos riscos do qual a população está submetida.

Destarte, a expansão urbana em Cajazeiras – PB é um acontecimento recente, mas que o sistema de drenagem urbana não vem conseguindo acompanhar de forma hábil a evitar falhas, que especialmente em períodos de chuvas fortes e intensas os moradores locais são prejudicados. Sendo assim, este trabalho propõe analisar o risco de inundações

e alagamentos na Cidade, de forma a identificar os fatores que podem estar ocasionando-os, assim como elaborar medidas preventivas e de controle para este impasse.

2 OBJETIVOS

Neste tópico são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos, descrevendo a ideia central deste trabalho bem como as condutas necessárias para atingi-los.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os fatores que estão levando o Município de Cajazeiras-PB a sofrer desastres caracterizados por inundações e alagamentos, com a finalidade de propor medidas de prevenção e controle desses riscos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Esses elementos apresentam de forma detalhada o que se pretende alcançar com o presente trabalho, contribuindo para a concretização do objetivo geral.

- Identificar ocorrências de inundações e alagamentos na Cidade de Cajazeiras - PB;
- Localizar e mapear os pontos críticos suscetíveis a alagamentos e inundações;
- Analisar o nível dos riscos identificados, obedecendo os critérios descritos pelo Ministério das Cidades;
- Elaborar medidas de prevenção e controle dos riscos de inundações e alagamentos para as áreas críticas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo estão expostas as conceitualizações utilizadas na efetivação do presente estudo, bem como todos os fundamentos necessários para execução do mesmo.

3.1 ABORDAGEM ACERCA DE RISCOS, VULNERABILIDADE E AMEAÇAS

Para o presente estudo, a abordagem de Castro (1999) proporciona uma melhor compreensão dos conceitos referente aos aspectos abordados neste tópico, sendo descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Definição de risco, vulnerabilidade e ameaça.

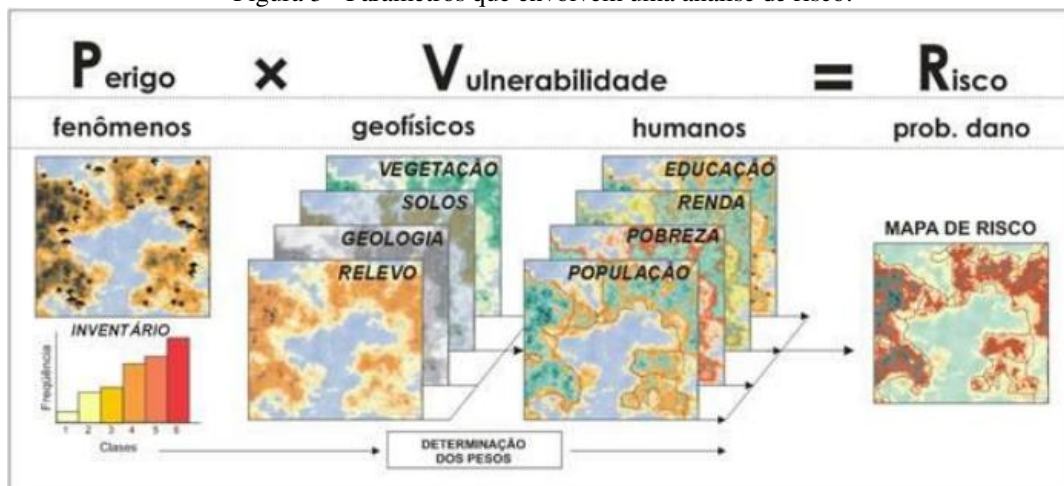
RISCO	VULNERABILIDADE	AMEAÇA
Medida de danos ou prejuízos expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. É a relação existente entre a probabilidade de uma ameaça de evento adverso ou que determinado acidente se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.	Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento adverso ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. É a relação existente entre a intensidade do dano e a magnitude da ameaça, caso ela se concretize como evento adverso.	Estimativa de ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua manifestação.

Fonte: Adaptado de Castro (1999).

Tendo em vista que o tema deste estudo trabalha a respeito de “áreas de risco”, é importante esclarecer o termo risco para que se tenha a noção adequada de seu conceito. Sendo assim, o termo risco também é definido por Vernes (1984 *apud* SOUZA, 2004), como sendo o grau de prejuízo ou dano causado a pessoas e bens, devido à ocorrência de um perigo. Entende-se também como risco as consequências prejudiciais, ou esperadas, resultantes da interação entre perigos naturais e, ou, induzidos pela ação do homem e as condições de vulnerabilidade (UN–ISDR, 2004). Atualmente é considerado como risco como a combinação da probabilidade de um evento e suas consequências negativas (UN–ISDR, 2009).

Destarte, pode-se determinar o termo risco pela equação descrita por Marcelino (2008), do qual engloba as seguintes variáveis: ameaça/perigo e vulnerabilidade, conforme é apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Parâmetros que envolvem uma análise de risco.



Fonte: Marcelino, 2008.

Somado a isso, Almeida (2011, p. 85) afirma que os riscos estão “atrelados não só a processos naturais, mas também a processos oriundos das atividades humanas”, sendo assim, “Com a presença humana, o risco não deixa de existir (não existe “risco zero”), apenas varia no tempo e no espaço” (ALMEIDA, 2011, p. 84). Para Veyret (2007) o termo risco pode ser entendido como um sistema que articula práticas de gestão, espaços e autores de acordo com diversas lógicas.

Segundo IESC (2013) conhecer os fatores de perigo e vulnerabilidade, possibilita quantificar e qualificar os riscos existentes, em uma determinada localidade, e promover a adoção de medidas de mitigação ou adaptação aos cenários reconhecidos.

3.2 CONCEPÇÃO DE DESASTRE E O IMPASSE SOCIOAMBIENTAL

De acordo com *The United Nations Office for Disaster Risk Reduction* os desastres são uma perturbação grave do funcionamento normal de uma comunidade ou sistema cujos efeitos nas pessoas, assim como as perdas e danos materiais ou ambientais, superam a capacidade de resposta e a recuperação dessa comunidade (UN-ISDR, 2009). Além disso, tem-se a definição para desastres naturais e desastres humanos, conforme Marcelino (2008, p. 12):

os desastres naturais são aqueles causados por fenômenos e desequilíbrios da natureza que atuam independentemente da ação humana. Em geral, considera-se como desastre natural todo aquele que tem como gênese um fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana. Exemplo: chuvas intensas provocando inundação, erosão e escorregamentos; ventos fortes formando vendaval, tornado e furacão; etc. Enquanto que os desastres humanos ou antropogênicos são aqueles resultantes de ações ou omissões humanas e estão relacionados com as atividades do homem, como agente ou autor. Exemplos: acidentes de trânsito, incêndios urbanos, contaminação de rios, rompimento de barragens, etc.

Seguido disso, na concepção de Filgueira (2013): “[...] o desastre é um problema da relação entre o natural e a organização e estrutura da sociedade” (FILGUEIRA, 2013, p. 54). Em conformidade com isso, Giddens (1991), afirma que “em condição de modernidade, os perigos que enfrentamos não derivam mais primariamente do mundo da natureza”. Logo, “O desastre havido não é o fenômeno causado pelas chuvas. É o fenômeno revelado por elas” (VALENCIO *et al.*, 2004).

De acordo com Vendruscolo (2007) A partir do componente da vulnerabilidade, pode-se concluir que os desastres chamados “naturais” são, de alguma forma, antrópicos e socialmente induzidos. Reduzir a vulnerabilidade permite, em todos os tipos de desastres, diminuir os riscos. Conclui-se a partir disto que a situação socioeconômica das populações afetadas determina sua vulnerabilidade e o impacto dos desastres.

3.3 FENÔMENOS HÍDRICOS

Neste trabalho, tem-se o conceito de risco abordado diretamente às causas e consequências de fenômenos hídricos, mais especificamente sobre inundações e alagamentos.

De antemão, é necessário distinguir os termos inundação e enchente, do qual Tominaga, Santoro e Amaral (2009, p. 42) esclarecem como sendo: “Inundação representa o transbordamento das águas de um curso d’água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea”, em sequência disso define enchentes como sendo “As enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d’água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar.” Sendo assim, pode-se entender por alagamento como sendo o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.

De acordo com IESC (2013), o termo inundação é designado como sendo “Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas”. Logo, Tucci (2007) retrata que as causas das inundações urbanas são duas: ocupações de áreas ribeirinhas e a urbanização. No primeiro caso, ocorre quando há uma diminuição da área natural do rio, que agrava com a expansão urbana e a ocupação indevida de solo. No segundo caso, ocorre principalmente devido a impermeabilização do solo, o que gera a dificuldade na infiltração do solo diante de épocas chuvosas, pois em grande parte das áreas urbanas, não há um sistema efetivo de micro drenagem efetivo.

Seguido disso, o IESC (2013) define alagamento como sendo “Água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes”. Em concordância disso, a Defesa Civil – ES (2017) define alagamento como sendo “Acúmulo de água provocado por chuvas intensas em áreas total ou parcialmente impermeabilizadas e onde a rede de drenagem pluvial não consegue escoar uma vazão superior àquela para qual foi projetada. E ainda a Defesa Civil – ES (2017) afirma que o entupimento destes sistemas de drenagem é mais um fator que vem gerando alagamentos.

Diante disso, sabe-se que vários fatores podem estar influenciando para o alagamento de ruas, como a impermeabilização do solo, canais de drenagem obstruídos, sistema de drenagem sem capacidade suficiente para receptor as precipitações chuvosas. Dessa maneira, em instantes após uma chuva, ocorrem os primeiros sinais de alagamento (SARABIA, 2013). E somado a isto, para Grilo (1992) o local onde geralmente ocorre fenômenos como alagamentos são situados em áreas com depressões e fundos de vales, ou em áreas planas, do qual possui um escoamento dificultado através da topografia ou até mesmo a falta de um sistema de drenagem no espaço urbano.

3.4 ASPECTOS GEOGRÁFICOS DO MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS

O Município de Cajazeiras, fica localizado no extremo oeste do Estado da Paraíba, na Região Nordeste do Brasil. De acordo com IBGE (2021), possui uma área territorial de 562,703 km², e segundo IBGE (2010) possui densidade demográfica de 103,28 hab/km². A demarcação da sua área é apresentada na Figura 4.

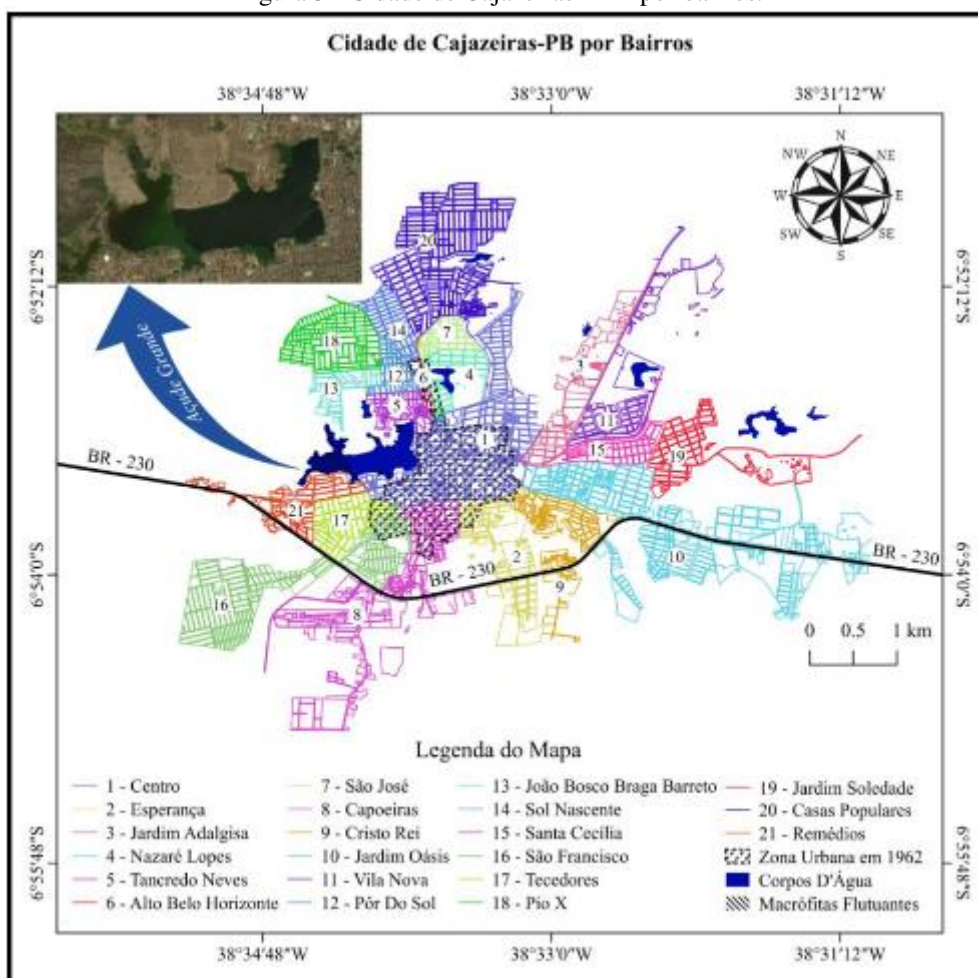
Figura 4 - Localização do Município de Cajazeiras – PB.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2022.

Estando inserida na Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, Cajazeiras possui características naturais típicas das baixas Superfícies Pediplanas Sertanejas, possuindo relevo pouco movimentado e parcialmente dissecado. As suas vertentes formam pequenos vales com rios intermentes, do qual grande parte são canalizados. Logo, comparado a outros Municípios, observa-se que a cidade possui altitudes consideravelmente superiores, além de que, de toda sua região, o setor que mais se destaca é o “Morro do Cristo”, onde fica localizado o mais expressivo maciço residual. A Figura 5 mostra a delimitação dos bairros.

Figura 5 - Cidade de Cajazeiras – PB por bairros.



Fonte: Souza Júnior *et al.*, 2020.

Por conseguinte, também está localizado dentro do perímetro da cidade, o Açude Senador Epitácio Pessoa, do qual é conhecido pela população como sendo o “Açude Grande”. O reservatório em questão cumpriu a função de auxiliar no abastecimento urbano até 1964, período em que foi inaugurado o primeiro sistema adutor de abastecimento de Cajazeiras oriundo do reservatório denominado Engenheiro Ávidos, também chamado informalmente de Boqueirão (COSTA *et al.*, 2010). Logo, o Açude

Engenheiro Ávidos, situado na região de alto curso do Rio Piranhas, localizado também na Cidade de Cajazeiras, é um considerado um dos mananciais mais importantes da Paraíba.

3.5 EXPANSÃO URBANA E UMA REFLEXÃO REFERENTE AOS RISCOS PARA DIFERENTES CLASSES SOCIAIS

Segundo Rolnik (2000), a urbanização vertiginosa, coincidindo com o fim de um período de acelerada expansão da economia brasileira, introduziu no território das Cidades um novo e dramático significado: mais do que evocar progresso ou desenvolvimento, elas passam a retratar e reproduzir de forma paradigmática, as injustiças e desigualdades da sociedade.

Em concordância disso, para Vendruscolo (2007) “Nos países em desenvolvimento, o setor mais pobre da população urbana está ocupando locais inadequados que geralmente não recebem suficiente assistência por parte do estado, por serem áreas não indicadas à moradia.” E que ainda segundo o autor “Essa população que constrói precárias habitações em terrenos instáveis, sujeitos a inundação e aos deslizamentos, ou próximas a locais de atividades industriais perigosas, está mais vulnerável aos desastres.” Desastres e pobreza se reforçam mutuamente. Mais do que escassez de perícia em sociologia, o Brasil tem o desafio de fazer reconhecer a investigação da vulnerabilidade social diante das perícias consolidadas na gestão de desastres e enfrentar os conflitos de interesses em períodos de crise (MATTEDI; BUTZKE, 2001).

Em sequência, Canholi (2014) sugere que o aumento das áreas urbanizadas e, conseqüentemente, impermeabilizadas, ocorreu a partir das zonas mais baixas, próximas às várzeas dos rios ou à beira-mar, em direção às colinas e morros, uma vez que a população interagiu com os corpos hídricos, utilizados como fonte de alimento e dessedentação, além de via de transporte.

Segundo Coelho (2001), a incidência das inundações influencia a classe média e alta a se afastarem das áreas urbanas definidas como área de risco, fazendo com que a especulação imobiliária sobre as áreas mais nobres, pressione a população menos favorecida a ocuparem os ambientes naturais impróprios para moradia.

Ainda de acordo Canholi (2014), as vias de fundo de vale foram incorporadas ao sistema viário a partir da retificação ou canalização de inúmeros córregos, permitindo a construção dessas vias marginais, o que provocou a aceleração dos escoamentos, aumento

dos picos de vazão e, por conseguinte, das inundações para jusante, uma vez que a drenagem urbana é fundamentalmente uma questão de “alocação de espaços”.

Destarte, Jacobson (2011) afirma que, estudos sobre os impactos hidrológicos da urbanização geralmente buscam uma associação entre uma mudança em um sistema ambiental e uma métrica de urbanização facilmente mensurável. Ademais, para Tucci (2002), o crescimento urbano das cidade sem regulamentação provoca impactos relacionados a inundações urbanas tais como: aumento das vazões máximas, aumento da produção de sedimentos, deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, entre outros.

3.6 CAJAZEIRAS NO CONTEXTO DA DRENAGEM URBANA

Segundo Philippi (2005), drenagem e manejo de águas pluviais urbanas é o conjunto de atividades de infraestrutura e instalações operantes de drenagem de águas pluviais, de transporte, de detenção ou de retenção das águas da chuva para o amortecimento de vazões de cheias.

De acordo com Tucci (2007), em ambientes urbanos já consolidados, se faz necessária a implementação de uma série de medidas, que visam o controle do escoamento da água pluvial, antes de sua descarga nos corpos receptores. Logo, segundo Villanueva *et al.* (2011, *apud* FURTADO, 2020), “a longo prazo, o impacto do escoamento pluvial em um ambiente natural ou construído, depende muito da forma como as questões de gestão das águas pluviais são conduzidas, no sentido de integrá-las no processo global de planejamento urbano”.

Para Canholi (2014), a aleatoriedade e escassez de fenômenos hidrológicos de grande porte, característica recorrente do semiárido nordestino, tem forte influência sobre as restrições para a implementação de projetos de drenagem. Por conseguinte, segundo Monteiro (1971, p.1) “Alternam-se proximamente episódios de ‘secas’ com outros de tal concentração de chuvas que atingem feições calamitosas”.

Ademais, na Cidade de Cajazeiras há uma problemática no que se refere ao sistema de drenagem, que se agrava com a impermeabilização do solo. Em um estudo realizado por Satiro *et al.* (2019) foi constatado que no Município de Cajazeiras “as vias possuem inclinação baixa para o escoamento da água, sendo essa ficando acumulada em cima da malha asfáltica. Podemos também observar que as principais ruas não existem o mínimo de drenagem que seriam as sarjetas”.

Ainda de acordo com Satiro *et al.* (2019) “Outro problema também diagnosticado é a constituição de um sistema unitário de maneira ilegal. Onde, encontra-se a interligação entre a rede de drenagem urbana e o sistema de esgotamento sanitário”, que afirma também que em razão disso acaba “gerando uma lotação no sistema de drenagem nas épocas de chuvosas.”

3.7 O PAPEL DO ESTADO DIANTE DESTA PROBLEMÁTICA

De acordo com Licco e Dowell (2015) os desastres naturais, dentre eles as enchentes, alagamentos e inundações podem ser gerenciados, desenvolvendo mecanismos através da sociedade e seu governo, de forma a evitar, diminuir ou mitigar os riscos envolvidos, mesmo que não signifique sua eliminação. Logo, isso envolve o desenvolvimento de instituições e de instrumentos específicos, em termos de planejamento de ações, definição de procedimentos e definição de responsabilidades.

Ademais, se não existir um planejamento urbano, será inevitável a aparição de vários problemas para a população, em decorrência dos impactos da urbanização sobre o meio ambiente (PORTO, 1995). Destarte, o plano diretor deve conter ações que podem ser tomadas no sistema de drenagem, sendo um instrumento importantíssimo no processo de urbanização (ALMEIDA; COSTA, 2014).

Tendo isso em vista, segundo Polidori (2005), integrar dados urbanos e dos ambientes naturais com a finalidade de compreender e planejar o futuro das cidades, é algo que vem se tornando um desafio para os encarregados dos planejamentos urbano e ambiental. Em sequência disso, Kobiyama *et al.* (2006) descreve atividades atribuídas para órgãos governamentais, não governamentais e individuais, respectivamente nos Quadros 2, 3 e 4.

Quadro 2 - Atividades órgão Governamental e fases do processo de prevenção de desastres naturais.

ORGANIZAÇÃO/FASE	GOVERNAMENTAL
Pré-evento (Prontidão)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de perigos e de riscos com base científica. • Reconhecimento de potencialidade da sociedade para prevenção de desastres naturais (PDN). • Divulgação dos resultados de simulação dos danos. • Planejamento para medidas emergenciais. • Zoneamento de áreas de perigos e riscos. • Desenvolvimento de tecnologia com baixo custo para viabilizar obras de infraestrutura. • Educação para PDN e construção de cultura de PDN. • Elaboração dos processos de desastres e treinamento para PDN. • Promoção da integração dos diferentes setores (secretarias). • Criação dos cargos de funcionários exclusivos para PDN. • Elaboração de sistema de seguro de vida. • Construção de sistema de previsão e de alerta. • Construção de centros de pesquisas e de capacitação.

ORGANIZAÇÃO/FASE	GOVERNAMENTAL
	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de legislação para PDN.
Ação Emergencial	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento rápido dos danos locais. • Fortalecimento dos sistemas para coleta, processamento e divulgação de dados. • Estabelecimento de rede de informação. • Uso comum dos espaços. • Distribuição justa dos apoios.
Pós-evento (Reconstrução e Restauração)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento das situações anteriores e atuais das vítimas. • Estabelecimento do orçamento. • Estabelecimento do Plano Diretor do local destruído. • Execução flexível dos projetos. • Elaboração de relatório minucioso sobre o evento.

Fonte: Adaptado de Kobiyama *et al.* (2006).

Quadro 3 - Atividades por órgão Não Governamental e fases do processo de prevenção de desastres.

ORGANIZAÇÃO/FASE	NÃO GOVERNAMENTAL (ONGS)
Pré-evento (Prontidão)	<ul style="list-style-type: none"> • Divulgação dos resultados de simulação dos danos. • Promoção do reconhecimento de vulnerabilidade. • Participação no planejamento. • Participação no mapeamento de área de risco. • Organização de grupos de autodefesa contra desastres naturais (GADN) e fortalecimento do mesmo. • Participação na elaboração dos processos de prevenção aos desastres. • Capacitação do grupo de vizinhos conhecidos. • Fiscalização das funções dos órgãos governamentais. • Manutenção das informações. • Melhoria da qualidade da vida. • Formação de líderes.
Ação Emergencial	<ul style="list-style-type: none"> • Divulgação de alerta. • Atividade do GADN. • Fornecimento de informações para especialistas de assuntos de PDN. • Distribuição de alimentos, remédios e roupas. • Reconhecimento de necessidades das comunidades carentes.
Pós-evento (Reconstrução e Restauração)	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento psicológico das vítimas traumatizadas. • Participação no planejamento de reconstrução. • Atividade de GADN. • Participação na construção da comunidade destruída. • Elaboração de relatório minucioso sobre o evento.

Fonte: Adaptado de Kobiyama *et al.* (2006).

Quadro 4 - Atividades por órgão Individual e fases do processo de prevenção de desastres naturais.

ORGANIZAÇÃO/FASE	INDIVIDUAL
Pré-evento (Prontidão)	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento dos resultados de simulação dos danos, áreas de perigos e riscos, e vulnerabilidade da região. • Participação no GADN. • Participação no treinamento de PDN. • Recebimento de informações. • Participação em atividades voluntárias.
Ação Emergencial	<ul style="list-style-type: none"> • Espera em casa ou em abrigo. • Ajuda aos vizinhos. • Atividades voluntárias no GADN. • Obtenção e análise dos dados. • Decisão de atividades.
Pós-evento (Reconstrução e Restauração)	<ul style="list-style-type: none"> • Restauração e reconstrução de residências destruídas. • Independência econômica. • Participação no GADN. • Geração de empregos. • Tratamento psicológico.

Fonte: Adaptado de Kobiyama *et al.* (2006).

Destarte, na região estudada há o problema de grande variabilidade nas mudanças climáticas, e para Kauffmann e Silva (2005), esse cenário reafirma a incapacidade da política e do planejamento urbanos de resolver, de forma eficiente, os impactos negativos da ação antrópica no meio ambiente.

3.8 CRITÉRIO ANÁLISE DE RISCOS

Segundo Santos e Carvalho (2015) “Para que aconteça uma gestão efetiva dos riscos é necessário que haja um reconhecimento dos níveis de risco dessas áreas susceptíveis com o intuito de reduzir os desastres naturais.” Sendo assim, “O conhecimento e um aporte tecnológico adequado podem livrar as populações de situações de risco ou perigo, evitando desastres” (MOURA; SILVA, 2008).

Conforme o IESC (2013) para que seja possível adotar políticas e ações para a redução das ocorrências e as consequências que são resultados dos desastres, é necessário conhecer o risco, identificá-lo e visar as possíveis ocorrências futuras. No entanto, a adoção destas políticas e/ou medidas, exige a avaliação dos riscos, que contempla desde a identificação das ameaças até as condições de vulnerabilidade, as quais se expressam como fatores de riscos de desastres.

Portanto, para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado como referência de análise de risco o método descrito pelo Ministério das Cidades – BRASIL (2007), que estabelece critérios para analisar inundações em áreas urbanas. Logo, para que se consiga classificar os riscos, será identificado e analisado cada logradouro do Município de Cajazeiras passível de riscos de alagamentos e inundações, tendo em vista três aspectos: Processo Hidrológico, Vulnerabilidade de Ocupação Urbana e Periculosidade.

3.8.1 *Processo Hidrológico*

A primeira análise é a de processo hidrológico, que consiste em verificar o cenário destrutivo e o potencial de destruição de cada logradouro, sendo dividido em três cenários, em que é observado os aspectos de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 - Tipos de processos hidrológicos.

CENÁRIO	TIPOLOGIA	DEFINIÇÃO
Processo Hidrológico I – C1	Enchente e inundação lenta de planícies fluviais	Ocorre em planície fluvial extensa, onde há grande aglomeração de pessoas e diferentes ramos de atividade humana. Tem como principal característica uma baixa

CENÁRIO	TIPOLOGIA	DEFINIÇÃO
		capacidade natural de escoamento dos principais cursos de drenagem.
Processo Hidrológico II – C2	Enchente e inundação com alta energia cinética	Ocorre em longos cursos d'água, em vales encaixados ou exprimidos pela ocupação marginal, onde possui drenagem restrita com alta declividade nas porções de cabeceira. Se trata de áreas de ocupações de favelas em margens de córrego.
Processo Hidrológico III – C3	Enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido	Ocorre enchentes e inundações de alta energia cinética, onde a água transporta elevada carga de material sólido por saltação, suspensão, rolamento e arraste. Ocorre principalmente em ambientes de relevos montanhosos.

Fonte: Adaptado de Brasil, 2007.

3.8.2 Vulnerabilidade de Ocupação Urbana

Ainda para a etapa de análise de riscos, terá como base também a vulnerabilidade de ocupação urbana para cada logradouro passível de risco, sendo analisado os portes construtivos das edificações, sendo dividido em dois tipos, como mostra em sequência no Quadro 6.

Quadro 6 - Tipos de vulnerabilidade de ocupação urbana.

VULNERABILIDADE DE PADRÃO CONSTRUTIVO	DEFINIÇÃO
Alta Vulnerabilidade de Acidentes - V1	Quando há baixo padrão construtivo nas edificações, onde é predominante construções com madeira e madeirite, além de restos de material, onde possui baixa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.
Baixa Vulnerabilidade de Acidentes – V2	Quando há médio a bom padrão construtivo nas edificações, onde é predominante construções com alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.

Fonte: Adaptado de Brasil, 2007.

3.8.3 Periculosidade

Este é o último critério, em que consiste em verificar a probabilidade de risco tendo como referência a distância das edificações em relação ao eixo de drenagem, considerando também o tipo de processo que ocorre na área analisada e o raio de alcance deste processo. São divididos dois tipos de processos, em que o primeiro (alta periculosidade) são eventos de maior magnitude e de menor tempo de retorno em termos estatísticos tendo as chuvas como agentes deflagradores deste processo, como mostra no Quadro 7.

Quadro 7 - Tipos de periculosidade.

PERICULOSIDADE	DEFINIÇÃO
Alta Periculosidade – P1	Alta possibilidade de impacto direto tendo em vista o raio de alcance do processo
Baixa Periculosidade – P2	Baixa possibilidade de impacto direto considerado o raio de alcance do processo

Fonte: Adaptado de Brasil, 2007.

3.8.4 Tipos de Riscos

Tendo em vista a aplicação dos três critérios, será possível estabelecer o grau dos riscos enfrentados, de acordo com o Quadro 8, poderão ser classificados os cenários obtidos entre quatro tipos, sendo estes: baixo, médio, alto e muito alto.

Quadro 8 - Grau de risco.

GRAU DE RISCO	DEFINIÇÃO
Risco Baixo – R1	Não apresenta instabilidade, e é possível manter as condições existentes, não sendo esperado a ocorrência de eventos destrutivos em épocas de chuva.
Risco Médio – R2	Há presença de instabilidade, porém o processo está apenas em sua fase inicial, sendo assim ainda podem ser mantidas as condições existentes, sendo reduzida a possibilidade de ocorrências de eventos destrutivos em episódios de chuvas fortes e intensas.
Risco Alto – R3	Há presença significativa de instabilidade, e apesar de estar em processo de desenvolvimento é possível monitorar sua evolução. Caso permaneça as condições existentes é possível a ocorrência de eventos destrutivos em períodos chuvosos.
Risco Muito Alto – R4	Há uma expressa instabilidade de grande magnitude, onde está em estágio avançado, sendo essa a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução. Caso permaneça as atuais condições, é muito provável que ocorra eventos destrutivos em períodos longos de chuva.

Fonte: Adaptado de Brasil, 2007.

4 METODOLOGIA

Neste tópico, estão presentes as principais características dos procedimentos metodológicos desta pesquisa, abrangendo a sua classificação, técnicas e estratégias utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, tanto a aquisição quanto o tratamento de dados realizados.

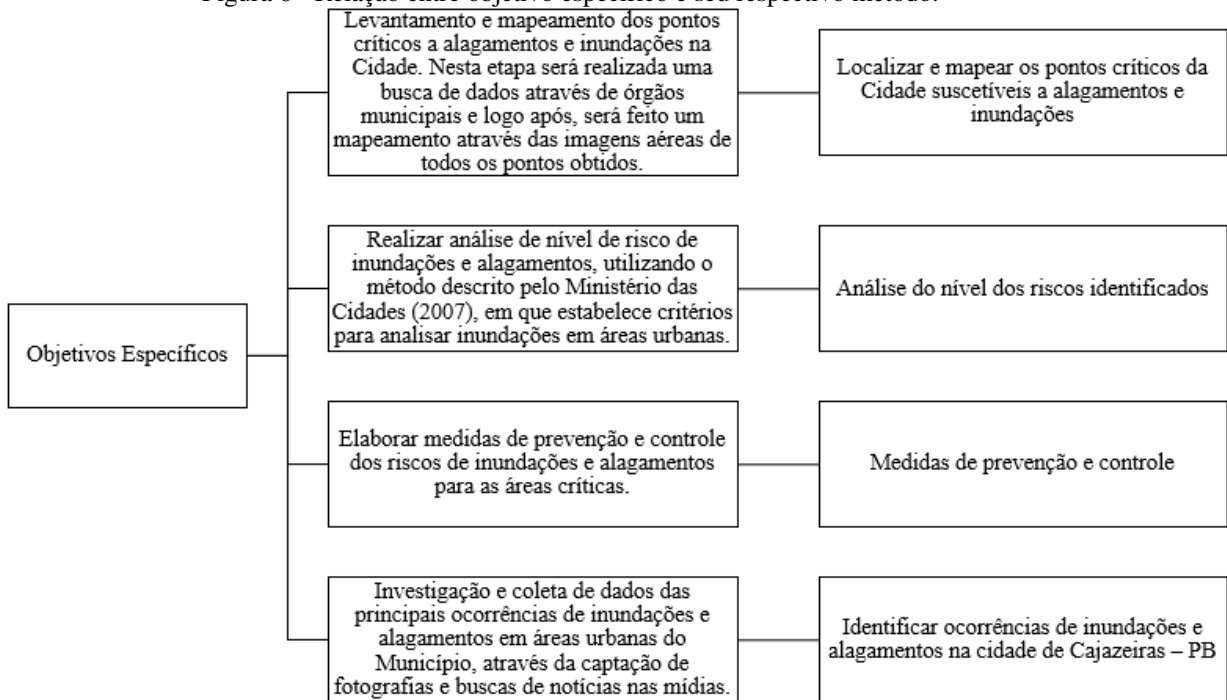
4.1 CLASSIFICAÇÃO E FERRAMENTAS DA PESQUISA

Esta pesquisa trata sobre um estudo que será realizado na Cidade de Cajazeiras – PB, do qual irá identificar, analisar e elaborar medidas de prevenção para os riscos de inundações e alagamentos. Sendo assim, no presente trabalho será feito uma abordagem qualitativa, de forma a apresentar uma interpretação de acordo com os dados que serão obtidos ao longo desta pesquisa, sendo que os mesmos serão avaliados com a finalidade de obter resultados para o presente trabalho.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de alcançar os objetivos específicos, o presente trabalho foi desenvolvido em 5 etapas: Estudo da arte acerca do tema, essencial para o cumprimento do primeiro objetivo específico, identificar ocorrências de inundações e alagamentos no Município de Cajazeiras – PB, para atingir o segundo objetivo específico, para realização do terceiro objetivo específico será necessário localizar e mapear os pontos críticos a esses desastres na Cidade, a análise de dados se refere ao quarto objetivo específico, para a realização das análises advindas do terceiro objetivo específico, e por fim serão elaboradas propostas de medidas e controle dos riscos para as áreas críticas em estudo. A Figura 6, apresenta a relação do objetivo específico ao processo metodológico.

Figura 6 - Relação entre objetivo específico e seu respectivo método.



Fonte: Autor, 2022.

4.2.1 Identificar ocorrências de inundações e alagamentos

Para a realização desta etapa, foi feita uma investigação de ocorrências de inundações e alagamentos em torno de vários pontos da Cidade, do qual os autores obtiveram fotografias dessas eventualidades, além de realizar uma busca de notícias desses acontecimentos nas mídias, de forma a identificar os fatores que estão gerando esse impasse.

4.2.2 Localizar e mapear os pontos críticos suscetíveis a alagamentos e inundações

Nesta fase da pesquisa, foi feito um levantamento e mapeamento de pontos críticos a alagamentos e inundações na Cidade. Portanto, realizada uma busca de dados através de órgãos municipais pertinentes a área de estudo, tais como: Secretaria do meio ambiente, Prefeitura Municipal, Defesa Civil, além de outros departamentos. Logo após, foi feito um mapeamento através de imagens aéreas de todos os pontos obtidos através dos órgãos de controle.

4.2.3 Análise do nível dos riscos identificados

Realizar análise de nível de risco de inundações e alagamentos, utilizando do método descrito pelo Ministério das Cidades – BRASIL (2007), em que estabelece

critérios para analisar inundações em áreas urbanas de acordo com sua gravidade. Logo após será inserido no mapa em cada ponto crítico seu respectivo nível de gravidade a riscos, indicando tanto para riscos de alagamentos quanto para riscos de inundações.

4.2.4 Elaborar medidas de prevenção e controle dos riscos de inundações e alagamentos para as áreas críticas

Nesta última fase de pesquisa, deve primordialmente ser elencado as falhas no sistema de saneamento básico da Cidade, logo após serão observados os pontos de níveis críticos, para que assim de acordo com todo embasamento de estudo, sejam elaboradas medidas de prevenção, de forma a evitar que esses desastres venham a acontecer, assim como também medidas de controle desses riscos, uma vez que aconteçam esses desastres, seja possível evitar que venham a causar danos consideráveis, tanto materiais quanto a integridade física da população da Cidade.

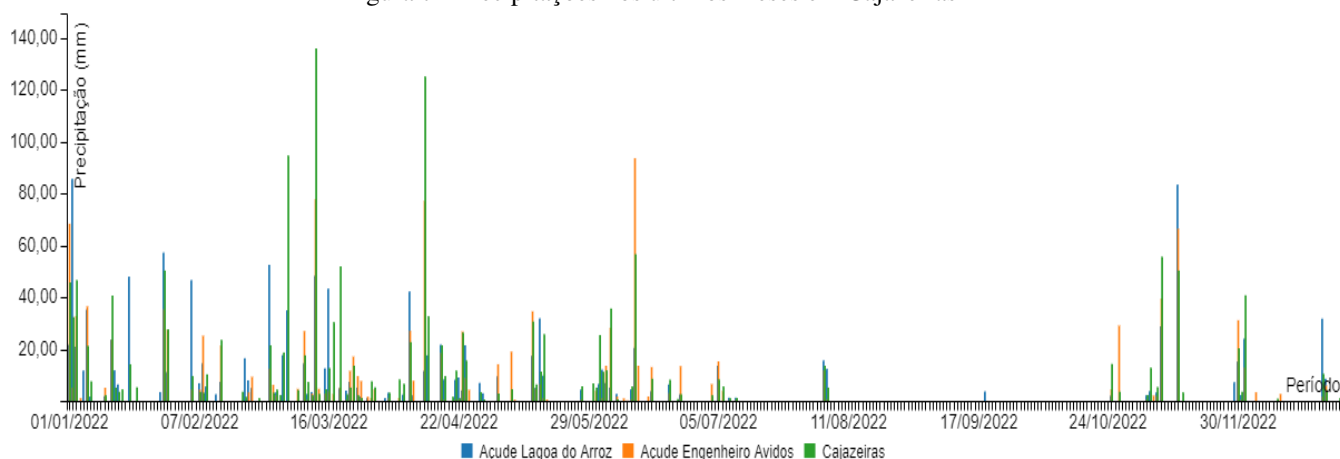
5 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados todos os resultados obtidos através da aplicação das metodologias propostas para o desenvolvimento da presente pesquisa.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS

Inicialmente foi feita uma coleta de dados de casos de inundações e alagamentos já ocorridos no Município de Cajazeiras, sendo essa coleta realizada através de dados disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba - AESA, obtendo informações meteorológicas sobre as atuais precipitações, no ano de 2022, que em determinados períodos se mostram consideravelmente elevadas, como mostra na Figura 7.

Figura 7 - Precipitações nos últimos meses em Cajazeiras – PB



Fonte: AESA, 2022.

Somado a isto, foram feitas visitas em torno de vários bairros, em que foram fotografados cenários precários nas ruas alagadas, durante o período de chuva que estava sendo vivenciado no período da realização deste estudo, sendo apresentado na Figura 8 e Figura 9, que mostram respectivamente as ruas Antônio Pereira Filho, rua Cel. Juvêncio Carneiro e avenida Comandante Vital Rolim após períodos chuvosos.

Figura 8 - Rua Antônio Pereira Filho e Rua Cel. Juvêncio Carneiro após chuvas.



Fonte: Autoria Própria, 2022.

Figura 9 - Avenida Comandante Vital Rolim após chuvas.



Fonte: Autoria Própria, 2022.

Seguido disso, também foi observado o grande número de reportagens e notícias desses acontecimentos, através de jornais locais e em sites oficiais de órgãos municipais, sendo assim, foram encontrados diversos relatos de desastres decorridos de fortes chuvas. A Figura 10 mostra notícia de riscos sofridos pelos moradores, ainda ocorrido no período de realização desta pesquisa.

Figura 10 - Desastre ocorrido após chuvas em Cajazeiras – PB.



Fonte: Pinheiro, 2022.

Esta etapa realizada, foi essencial para o levantamento de ocorrências, para que se provasse de fato que existe o problema de alagamentos e inundações ocorre em torno do município, assim permitindo apontar as áreas mais afetadas a tais fenômenos.

5.2 LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO DOS PONTOS CRÍTICOS

Em seguida, foi feito um levantamento dos pontos mais críticos da cidade que estão suscetíveis a alagamentos e inundações, para isso foi realizada uma busca através da Defesa Civil e Secretaria Municipal do Meio Ambiente, sendo assim foram obtidos documentos que não estão disponibilizados atualmente nos meios digitais, sendo esses documentos: Plano Municipal de Saneamento Básico (propostas e diagnóstico) e Plano Diretor.

Logo após, foi possível identificar os pontos críticos diante de toda a vulnerabilidade exposta nas ruas em períodos chuvosos, algumas destas localidades são apresentadas individualmente no Quadro 9.

Quadro 9 - Logradouros vulneráveis a alagamentos e inundações.

DESCRIÇÃO DAS RUAS	
P1	Rua Coronel Guimarães Manoel Mariano
P2	Rua Sebastião Bandeira de Melo
P3	Avenida Comandante Vital Rolim
P4	Rua Orlando José da Silva
P5	Rua São José
P6	Rua Francisco Assis de Sousa
P7	Rua Coronel Juvêncio Carneiro

DESCRIÇÃO DAS RUAS	
P8	Praça João da Mata
P9	Rua Vítor Jurema
P10	Rua José Alves da Cunha
P11	Rua Francisco Gonçalves Leite
P12	Rua Cento e Oitenta e Cinco
P13	Rua Francisca Andriola
P14	Rua Cristalino Pereira
P15	Avenida João Rodrigues Alves
P16	Rua Benedito Gomes Souza
P17	Rua Dom Zacarias Rolim de Moura
P18	Rua Maestro Esmerindo Cabrinha da Silva
P19	Rua João Alves da Silva
P20	Rua Padre Ibiapina

Fonte: Autoria Própria, 2022.

Além das demais áreas apresentadas, houve outras áreas identificadas como críticas também, sendo assim, foi feito um mapeamento de todas as áreas que foram identificadas como alagáveis e inundáveis, sendo representado a seguir na Figura 11.

Figura 11 - Mapeamento de áreas alagáveis e inundáveis no Município de Cajazeiras – PB.



Fonte: Autoria Própria, 2022.

5.3 ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO DE ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES NA CIDADE DE CAJAZEIRAS – PB

Nesta seção são realizadas todas as análises necessárias para classificar o nível de risco para cada logradouro que foi identificado como suscetível a risco de alagamento ou de inundação no Município de Cajazeiras – PB.

5.3.1 Combinação de fatores analisados

Tendo em vista a aplicação dos três métodos estabelecidos pelo Ministério das Cidades – BRASIL (2007), foram desenvolvidas as devidas combinações para cada logradouro, tendo em vista os fatores analisados, como o de processo hidrológico, vulnerabilidade de ocupação urbana e periculosidade, tendo como base as combinações descritas no Quadro 10.

Quadro 10 - Combinações de fatores analisados.

COMBINAÇÃO	P1	P2
C1 X V1	M	B
C1 X V2	B	B
C2 X V1	A	M
C2 X V2	M	B
C3 X V1	MA	A
C3 X V2	A	M

Fonte: Adaptado de Brasil, 2007.

Sendo assim, no Quadro 11 é apresentada a análise feita para vinte pontos críticos diferentes do Município de Cajazeiras – PB, tendo em vista para cada um: processo hidrológico, vulnerabilidade de ocupação urbana e periculosidade. Diante disto, foi possível então classificar cada área de acordo com tais fatores, obtendo o grau de risco.

Quadro 11 - Análise de logadouros no Município de Cajazeiras – PB.

PONTO CRÍTICO	PROCESSO HIDROLÓGICO	VULNERABILIDADE DE OCUPAÇÃO URBANA	PERICULOSIDADE	CLASSIFICAÇÃO DO RISCO
P1	C1	V2	P1	B
P2	C1	V2	P1	B
P3	C1	V2	P2	B
P4	C3	V1	P1	MA
P5	C1	V1	P1	M
P6	C1	V2	P1	B
P7	C1	V1	P1	M

PONTO CRÍTICO	PROCESSO HIDROLÓGICO	VULNERABILIDADE DE OCUPAÇÃO URBANA	PERICULOSIDADE	CLASSIFICAÇÃO DO RISCO
P8	C1	V2	P1	B
P9	C1	V2	P1	B
P10	C1	V1	P1	M
P11	C1	V2	P1	B
P12	C1	V1	P1	M
P13	C2	V1	P1	A
P14	C1	V1	P1	M
P15	C1	V1	P1	M
P16	C2	V2	P1	M
P17	C2	V2	P1	M
P18	C1	V1	P1	M
P19	C1	V2	P1	B
P20	C2	V1	P1	A

Fonte: Autoria Própria, 2022.

5.4 MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DOS RISCOS

Algumas medidas podem ser adotadas para minimizar e controlar os impactos das ocorrências decorridas dos fenômenos hidrológicos. Tais medidas podem ser classificadas, segundo Tucci (2001), em: Medidas Estruturais, que representam as obras da engenharia para o controle de enchentes, visando a correlação e prevenção dos fatos ocorrentes, e as Medidas Não Estruturais: compreendendo todas as medidas que proporcionam o convívio com as enchentes, reduzindo seus danos e consequências

No que se refere a visão institucional, Cardona (1996) *apud* Tominaga, Santoro e Amaral (2009) descreve três etapas do qual compõem o gerenciamento do antes, durante e depois de ocorrências de desastres, como é apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 - Etapas de gerenciamento de desastres.

ANTES DO DESASTRE	DURANTE O DESASTRE	APÓS O DESASTRE
<p>Prevenção: objetiva evitar que ocorra o evento.</p> <p>Mitigação: pretende minimizar o impacto do mesmo, reconhecendo que muitas vezes não é possível evitar sua ocorrência.</p> <p>Preparação: estrutura a resposta</p>	<p>Atividades de resposta ao desastre: são aquelas que se desenvolvem no período de emergência ou imediatamente após de ocorrido o evento. Podem envolver ações de evacuação, busca e resgate, de Assistência e alívio à população afetada e ações que se realizam durante o período em que a comunidade se encontra desorganizada e os serviços</p>	<p>Reabilitação: período de transição que se inicia ao final da emergência e no qual se restabelecem os serviços vitais indispensáveis e os sistemas de abastecimento da comunidade afetada.</p> <p>Reconstrução: caracteriza-se pelos esforços para reparar a infraestrutura danificada e restaurar o sistema de produção, revitalizar a economia, buscando alcançar ou superar o nível de</p>

ANTES DO DESASTRE	DURANTE O DESASTRE	APÓS O DESASTRE
Alerta: corresponde à notificação formal de um perigo iminente	básicos de infraestrutura não funcionam.	desenvolvimento prévio ao desastre.

Fonte: Cardona (1996) *apud* Tominaga, Santoro e Amaral (2009)

Ademais, também existem outros métodos que podem ser utilizados para um gerenciamento mais eficaz, tendo em vista o avanço da tecnologia, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas de geotecnologia que auxiliam nos processos de monitoramento ambientais e, embora não tenham sido baratas quando do seu desenvolvimento e implantação (já que ambos dependem de todo um aparato de hardwares, softwares, constelações de satélites lançados à órbita terrestre e estações de controle de recepção em terra), se tornaram, em longo prazo, economicamente mais acessíveis através sua da ampla difusão global (BARBOSA; NOVO; MARTINS, 2019). Aliado a isto, tem-se também de acordo com Souza Júnior (2020) que os chamados Sistemas de Informações Geográficas – SIGs, que unem técnicas de geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – SR, tornaram-se muito eficazes na vigilância do meio ambiente.

Tendo em vista a realidade descrita, é recomendado as seguintes medidas mitigadoras para toda a problemática descrita ao longo da pesquisa, sendo estas:

- Criar um plano de emergência e evacuação para situações agravantes de desastres ambientais através dos gestores públicos do Município. Este plano deve estabelecer de qual modo será identificado o problema, e de quais meios e recursos utilizará para tal, além de estabelecer como enfrentará esses perigos.
- Destinação de verba pública visando a reestruturação de pavimentos mais vulneráveis e criação de novos sistemas de drenagem pluvial nas ruas mais afetadas com as chuvas. Assim como também criação de projeto de incentivo para reformas de reforço estrutural para edifícios submetidos a riscos de desabamentos.
- Aprimorar serviços de limpeza urbana, visando também a limpeza de sistemas de drenagem obstruídos, sendo que tais serviços devem ser feitos periodicamente.
- Fiscalização por meio dos órgãos competentes, como através Defesa Civil da Cidade, visando manter um controle dos logradouros, especialmente os mais deteriorados e de regiões periféricas, de modo a responder efetivamente ao surgimento de eventuais riscos a população.

- Utilização de meios tecnológicos afim de criar um espaço de transparência pública referente ao assunto, trazendo dados que devem ser atualizados constantemente por órgãos com competência para isso.
- Desenvolver meios de conscientização ambiental para a sociedade acerca da disposição correta de resíduos sólidos, além de promover treinamentos para possibilitar uma capacitação referente a prevenção de riscos para os moradores do Município.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração a atual infraestrutura do Município de Cajazeiras – PB e a constante expansão urbana, foi observado que o sistema de drenagem de águas pluviais ainda não acompanha a real necessidade, sendo que em grande parte das ruas da Cidade não possui local adequado de escoamento da água advinda de chuvas, o que é um fator agravante para a ocorrência de desastres ambientais. Consoante a isso, há também um grande aliado a problemática de drenagem urbana, que é o manejo de resíduos sólidos, que aumenta a gravidade deste impasse, em que ocorre a obstrução de bocas de lobo e de sarjetas, o que impede o escoamento da água.

Por conseguinte, as construções de baixa qualidade, predominantemente localizadas em áreas periféricas, que diante de períodos de chuvas prolongadas e intensas, tem suas estruturas submetidas aos maiores riscos, podendo haver destruição parcial ou total. Além disso, de acordo com os mapas elaborados, a maior parte dos logradouros do qual foram analisados, são classificados em médio risco, enfrentando situações de instabilidade na segurança.

Portanto, é necessário frisar a importância de que ocorra as mudanças necessárias no âmbito do tema deste estudo, sendo que todas as medidas que foram propostas aqui, são cabíveis de serem introduzidas no Município, de forma a amenizar todas as probabilidades dos perigos decorridos de agentes ambientais, resguardando a segurança dos edifícios e da população.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. **Meteorologia: chuvas**. 2022. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 25 nov. 2022.

ALMEIDA, Lutiane. **Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia**. Mercator. Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 84-85, set./dez. 2011.

ALMEIDA, Dione; COSTA, Isaias. **A drenagem urbana das águas pluviais e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no Município de Santana**. Macapá/AP, 2014.

BARBOSA, Claudio; NOVO, Evlyn.; MARTINS, Vitor. **Introdução ao sensoriamento 123 remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações**. 1 ed. São José dos Campos-SP: INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES – BRASIL. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2011 - Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres**. Brasília: CENAD, 2012.

CANHOLI, Aluísio. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CASTRO, Antônio. **Manual de planejamento em defesa civil**. Vol.1. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração Nacional, 1999.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - CEPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. 2 ed. rev. ampl. – Florianópolis, 2013.

COELHO, Maria Célia. **Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e método de pesquisa**. In: BRANDÃO, A. M. Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

COSTA, Suely; COSTA, S. P.; Almeida, J. C. de; COSTA, S. A. P.; GOMES FILHO, M. F. **Açude grande: uma análise socioambiental do seu entorno**. In: V ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS [Anais]. Florianópolis-SC, 2010.

COSTA, Jônatas; SILVA, Allessio; ARAÚJO, Sérgio. Riscos e vulnerabilidades a desastres naturais no estado da paraíba: relação entre fatores geoambientais, registros e ações. **Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco**, Pernambuco, v. 4, n. 09, 2018.

DEFESA CIVIL – ES. **Processos hidrológicos: inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de áreas de risco**. Curso de Capacitação de Técnicos

Municipais para Prevenção e Gerenciamento de Riscos de Desastres Naturais. Vitória/ES, outubro de 2017. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20-%202017/Processos%20Hidrol%C3%B3gicos%20-%20Inunda%C3%A7%C3%B5es,%20Enchentes,%20Enxurradas%20e%20Alagamentos%20na%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20C3%81reas%20de%20Risco.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2022.

FILGUEIRA, Hamilcar. **Os desastres relacionados com fenômenos naturais no contexto dos sistemas organizacionais**. In: GARCIA, J. P. M (org). Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência. 1ed. João Pessoa, PB: Editora Universitária da UFPB, 2013.

FURTADO, Luan. **Proposta de medidas de controle na drenagem urbana do bairro Santa Cecília, em Cajazeiras – PB**. Paraíba, 2020.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. Tradução de Raul Fiker. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1991.

MAPS, Google. **Google maps**. Disponível em: Cajazeiras - Google Maps. Acesso em: 24 fev. 2023.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e Estados**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/Cidades-e-estados/pb/cajazeiras.html>. Acesso em: 29 dez. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e Estados**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/Cidades-e-estados/pb/cajazeiras.html>. Acesso em: 29 dez. 2022.

INSTITUTO DE ESTUDOS EM SAÚDE COLETIVA – IESC. **Curso de Capacitação a Distância em Saúde, Desastres e Desenvolvimento**. UFRJ, 2013.

JACOBSON, Carol. **Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review**. Journal of Environmental Management, Amsterdam, v. 92, 2011. Disponível em: 10.1016/j.jenvman.2011.01.018. Acesso em: fev. 2023.

KAUFFMANN, Márcia; SILVA, Luciene. Taxa de impermeabilização do solo: um recurso para a implementação da bacia hidrográfica como unidade de planejamento urbano integrado à gestão dos recursos hídricos. In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional [Anais]. Salvador, 2005.

KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, M.; MORENO, D.; MARCELINO, I.; MARCELINO, E.; GONÇALVES, E.; BRAZETTI, L.; GOERL, R.; MOLLERI, G.;

- RUDORFF, F. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.
- LICCO, Eduardo; DOWELL, Silvia. Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos socioeconômicos e governança. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Sustentabilidade**. Vol. 5 n°. 3 – dez. de 2015, São Paulo.
- LONDE, Luciana de Resende; COUTINHO, Marcos Pellegrini; GREGÓRIO, Leandro Torres di; SANTOS, Leonardo Bacelar Lima; SORIANO, Érico. **Desastres relacionados à água no Brasil**: perspectivas e recomendações. *Ambiente & Sociedade*, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 133-152, dez. 2014.
- MARCELINO, Emerson. **Desastres naturais e geotecnologias**: conceitos básicos. Santa Maria: CRS/INPE, 2008.
- MATTEDI, Marcos Antônio; BUTZKE, Ivani Cristina. A relação entre o social e o natural nas abordagens de desastres e hazards. **Ambiente & Sociedade**, Ano IV- n. 9 - 2º Semestre. 2001. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2001000900006>. Acesso em 30 jan. 2023.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. **Instrução Normativa n° 001**. Ago. 2012. Disponível em: 04145538-livro-s2id-unidade-1-final-06nov2012-1i1.pdf (defesacivil.rs.gov.br). Acesso em: fev. 2023.
- MONTEIRO, Carlos. **Análise rítmica em climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. *Climatologia*, 1971.
- MOURA, Rosa; SILVA, Luís Antônio de Andrade e. Desastres Naturais ou Negligência Humana? **Revista Geografar**. Curitiba, v.3, n.1, jan./jun. 2008.
- PINHEIRO, Jocivan. **VÍDEO**: Após chuva, Cajazeiras sofre com alagamentos, ruas se tornaram rios e moradores ficaram ilhados. 2022. Disponível em: <https://www.diariodosertao.com.br/noticias/cidades/569866/video-apos-chuva-cajazeiras-sofre-com-alagamentos-ruas-se-tornaram-rios-e-moradores-ficaram-ilhados.html>. Acesso em: 06 fev. 2023.
- PHILIPPI, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente**: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP. Manole, 2005.
- POLIDORI, Mauricio. **Crescimento urbano e ambiente**: um estudo exploratório sobre as transformações e o futuro da Cidade. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- PORTO, Monica. **Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas**. Porto Alegre, 1995.
- ROLNIK, Raquel. Regulação urbanística no Brasil: conquistas e desafios de um modelo em construção. *In: Seminário Internacional: Gestão da Terra Urbana e Habitação de Interesse Social [Anais]*. PUCCAMP, 2000.

SARABIA, Freya. **Ciclo Hidrológico**. 2016. Disponível em: <https://www.imagui.com/a/ciclo-da-agua-TG6rGMzbn>. Acesso em: 29 de dez. de 2022.

SANTOS, Ana; CARVALHO, Luiz. Mapeamento dos Municípios Paraibanos atingidos por enchentes/inundações e levantamento dos instrumentos e/ou medidas de gestão de riscos: uma interpretação a partir do MUNIC/IBGE/2013. Campina Grande, 2015. **Revista GeoSertões** (Unageo/CFP-UFCG). vol. 2, no 3, jan./jun. 2017 Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/geosertoes/index>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SATIRO, Ranailsa; LIMA, Ricardo; SOUSA, Fernando; DUARTE, Francisco. Drenagem urbana de águas pluviais: cenário atual do sistema da Cidade de Cajazeiras-PB. *In: I CONIMAS e III CONIDIS [Anais]*. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63459>. Acesso em 29 dez. 2022.

SOUZA, Celia. Risco a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS [Anais]*. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004.

SOUZA JÚNIOR, Teobaldo; MEIRELES, Ana; OLIVEIRA, Carlos; SANTOS, Yannice; ROQUE, Rafaella. Açude Grande de Cajazeiras (PB): um insustentável exemplo de descuido com a água no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, 2020.

SOUZA JÚNIOR, Teobaldo. **Açude grande de Cajazeiras-PB: Uma análise da sua água e dos seus usos**. 2020. Dissertação de Mestrado.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela. **Desastres naturais**. São Paulo: Editora Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, Carlos; HESPANHOL, Ivanildo; CORDEIRO NETTO, Oscar. **Gestão da Água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

TUCCI, Carlos. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, v.7, n. 1, p. 5-27, 2002.

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

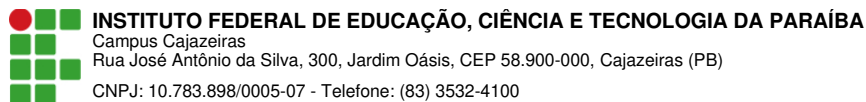
UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK. REDUCTION - UN-ISDR. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. 2004. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/657_lwr1.pdf. Acesso em: 29 dez. 2022.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK. REDUCTION - UN-ISDR. **Terminology for Disaster Risk Reduction**. Geneva: United Nations International Strategy for Disaster Reduction. 2009. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/12659_UNISDRevaluation2009finalreport.pdf. Acesso em: 28 dez. 2022.

VALENCIO, Norma; PRATER, C.; CAMPOS, P.; TRIVELIN, L.; SIENA, M.; EVANGELISTA, J.; MARCHEZINI, V.; CATÓIA, C.; CRISTOFANI, G.; TAGLIAFERRO, M.; BARBOSA, A.; PAVAN, B.; PAGANELLI, J. A produção social do desastre: dimensões territoriais e político-institucionais da vulnerabilidade das cidades brasileiras frente às chuvas. **Teoria & Pesquisa: Revista de Ciência Política**, v. 1, n. 44, 2004.

VENDRUSCOLO, Simone. **Interface entre a política nacional de recursos hídricos e a política nacional de defesa civil, com relação aos desastres hidrológicos**. 2007.

VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.



Documento Digitalizado Restrito

Trabalho Conclusão Curso

Assunto: Trabalho Conclusão Curso
Assinado por: Caylanne Souza
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Restrito
Hipótese Legal: Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Caylanne Mendes de Souza, ALUNO (201912200048) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS**, em 07/03/2023 08:36:52.

Este documento foi armazenado no SUAP em 07/03/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 769452
Código de Autenticação: caa77ff5c8

