

DESASTRES NATURAIS EM ARAMBARÉ-RS



COLEÇÃO DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NA METADE SUL
DO RIO GRANDE DO SUL

Diuliana Leandro
Maurizio Silveira Quadro
Denise dos Santos Vieira
Larissa Aldrigh da Silva
Lismara Carvalho Marques
Everton Rodrigues Zirbes
Melory Maria Fernandes de Araujo
Gabriela Ponzi
Leticia Brandao Caldas
Vinicius D'Avila Duarte
Andréa Souza Castro

ISBN 978-65-60-21784-1



DESASTRES NATURAIS EM ARAMBARÉ-RS

Diuliana Leandro
Maurizio Silveira Quadro
Denise dos Santos Vieira
Larissa Aldrigh da Silva
Lismara Carvalho Marques
Everton Rodrigues Zirbes
Melory Maria Fernandes de Araujo
Gabriela Ponzi
Leticia Brandao Caldas
Vinicius D'Avila Duarte
Andréa Souza Castro

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Desastres naturais em Arambaré-Rs [livro eletrônico].
-- 1. ed. -- Pelotas, RS : Ed. dos Autores :
Laboratório de Geoprocessamento aplicado a Estudos
Ambientais - LGEA, 2021. -- (Coleção diagnóstico
dos desastres naturais na metade Sul do Rio
Grande do Sul) -- (Coleção diagnóstico dos
desastres naturais na metade Sul do Rio Grande do
Sul)
PDF

Vários autores.
ISBN 978-65-00-21784-1

1. Desastres naturais - Arambaré (RS) 2. Desastres
naturais - Prevenção 3. Desastres ambientais
4. Gerenciamento de riscos 5. Plano de contingência
I. Série.

21-63963

CDD-363.7098165

Índices para catálogo sistemático:

1. Desastres naturais : Arambaré : Rio Grande do Sul :
Prevenção : Problemas sociais 363.7098165

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427



DESASTRES NATURAIS EM ARAMBARÉ-RS

1ª Edição

Copyright © by autores

Laboratório de Geoprocessamento aplicado a
Estudos Ambientais - LGEA

Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais - Centro de Engenharias -
Universidade Federal de Pelotas

<https://wp.ufpel.edu.br/lgea>

Revisão: Julia Caetano

Veiculação: Digital
ISBN: 978-65-00-21784-1

É permitido o download da obra e o compartilhamento atribuindo os créditos aos autores.

Sumário

Apresentação.....	5
1. Introdução.....	7
2. Desastres naturais.....	9
3. Planejamento de Riscos	17
4. Eventos com decretos de emergência no município	39
5. Eventos significativos sem decretos de emergência	50
6. Mapeamento de áreas de risco.....	78
7. Plano de contingência	95
8. Eventos extremos e vulnerabilidade socioambiental.....	134
9. Conclusão.....	141
Referências.....	143

Apresentação

Esta publicação é resultado de uma ação de consolidação das estruturas das defesas civis na Região Sul do Rio Grande do Sul, ação essencial do projeto Fortalecimento da Defesa Civil nos municípios da Região Sul, coordenado pelo prof. Dr. Maurizio Silveira Quadro e pela prof.^a Dr.^a Diuliana Leandro. Esta obra objetiva aprimorar o conhecimento institucional nos municípios da região, e incentivar a gestão pública no desenvolvimento de soluções eficazes para combate a riscos e desastres ambientais, melhorando a capacidade de respostas a eventos extremos, para que sejam baseadas no conhecimento dos elementos correlacionados a essas situações, como a estrutura interna das defesas civis municipais, e do mapeamento das áreas de risco nos municípios.

Este é o primeiro livro de uma coleção intitulada DIAGNÓSTICO DOS DESASTRES NATURAIS NA METADE SUL DO RIO GRANDE DO SUL. A coleção é vista pelo grupo como uma forma de transferência de informações sobre os resultados das ações do projeto para a sociedade, mas principalmente para os órgãos gestores de defesa civil responsáveis pela resposta aos desastres para a população gaúcha. Além de ser uma homenagem ao Prof. Dr. Amauri Antunes Barcelos, o qual faleceu em 2017 e foi idealizador de diversos Cursos Gestão e Prevenção

de Áreas de Riscos a Desastres Naturais na zona Sul do Rio Grande do Sul.

Estão diretamente envolvidos nessa iniciativa os laboratórios do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas:

- Laboratório de Geoprocessamento aplicado a Estudos Ambientais - LGEA
- Laboratório de Análise de águas e efluentes
- Laboratório de Drenagem e Águas Residuárias



1. Introdução

Com o passar do tempo o entendimento regional vem se tornando cada vez maior frente aos desastres, logo, a atuação sobre eles se tornou uma tarefa bem menos complicada, pois conhecendo o perfil de ocorrência desses eventos as ações se tornam mais objetivas e adequadas para as regiões atingidas. Além do mais, os órgãos competentes, tanto governamentais como não governamentais, se tornam mais preparados e organizados para o enfrentamento desses eventos. No Brasil, por exemplo, país muito grande territorialmente, com dimensões equivalentes a quase todo o continente sul americano, esse conhecimento do perfil dos desastres no território brasileiro se tornou essencial para ampliar a capacidade de atuação e o poder de enfrentamento.

Ainda dentro desse contexto, podemos lembrar que não é de hoje que as Nações Unidas vêm atuando nos desastres naturais. Essas ações foram evoluindo e se tornando cada vez melhores nos processos de enfrentamento desses eventos, tanto que geraram diversos acordos, convenções e tratados associados ao tema do meio ambiente. No Brasil as coisas caminharam do mesmo jeito: a evolução na gestão dos riscos de desastres se deu

de forma gradativa e crescente ao longo dos anos e foram implementadas ações que tem por objetivo atender as propostas de documentos recorrentes de conferências das Nações Unidas, da Estratégia Internacional de Redução de Desastres (EIRD).

Partindo do princípio, que os municípios têm a obrigação de possuírem legislação embasada num plano diretor, o qual vai nortear as ações e leis que proíbam a população de se instalar em áreas consideradas de risco, é imprescindível o conhecimento do nível de preparação dos municípios brasileiros no contexto da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Nesse sentido se desenvolve a discussão neste livro voltada ao município de Arambaré, visando realizar um levantamento dos eventos extremos do município e nortear melhoras nos órgãos gestores de defesa civil da região.

2. Desastres naturais

Abordando o tema desastres naturais, enfatizamos o fato de ocorrerem em consequência do impacto de um fenômeno natural preocupante, causando efeitos intensos em locais onde há população residente. Tais eventos causam danos e prejuízos materiais, sociais e econômicos, além de colocarem em risco a vida das pessoas. Os desastres são repentinos e inesperados, podendo ser súbitos (ocorrem sem aviso prévio), graduais (evoluem com o tempo) ou decorrentes de um somatório de eventos parciais que habitualmente se manifestam, como inundações, escorregamentos, secas, furacões, dentre alguns fenômenos que ocorrem por influência de características regionais, por exemplo, de solo e topografia (KOBAYAMA *et al.*, 2006).

Esses eventos muitas vezes estão ligados à relação entre o homem e a natureza, pelo fato de os homens ocuparem áreas sem infraestrutura que dê conta das necessidades humanas e naturais e sejam atingidas por episódios climáticos graves (PINHO *et al.*, 2019).

Todos os anos, mais de 200 milhões de pessoas são afetadas por secas, inundações, ciclones,

terremotos, incêndios florestais e outras ameaças. Além disso, a pobreza, a crescente densidade populacional, a degradação do meio ambiente e o aquecimento global estão fazendo com que o impacto das ameaças naturais seja cada vez pior (EIRD, 2019. p.1).

No Brasil, a situação mais crítica se dá nas áreas ocupadas pela população com alto índice de vulnerabilidade social, onde enfatiza-se a união da sua precariedade, com a baixa capacidade de auxílio do poder público em momentos de necessidade (SANTOS, 2015).

Em relação ao risco, podemos considerar como sendo uma situação futura em que um evento possa acontecer e afetar quem está em área de perigo (MARQUES; LIMA; SANTOS, 2020). Quanto à fragilidade ambiental, é possível relacionar-se à fraqueza dificuldade do sistema em passar por intervenções por quebrarem seu equilíbrio, em outras palavras, é um instrumento de auxílio para o planejamento territorial que ajuda a analisar os ambientes vulneráveis permitindo uma direção para as políticas públicas. Os resultados de fragilidade normalmente são apresentados de maneira visual por ferramentas de geoprocessamento, como por meio de mapas (SILVA, T. 2014).

Nada é capaz de conter a força com a qual a natureza age, no entanto, existem medidas que

podem ser tomadas para diminuir o impacto que os desastres causam. Embasado nisso, governos criaram medidas para reduzir o risco de desastres, chamado de Marco de Ação de Hyogo (Marco de Hyogo). Esse marco trabalha com 5 prioridades de ação, sendo elas: i. fazer com que a redução dos riscos de desastres seja uma prioridade; ii. combater o risco e tomar medidas; iii. desenvolver uma maior compreensão e conscientização; iv. reduzir o risco e v. estar preparado e pronto para atuar (EIRD, 2019).

Dentro desse contexto, vamos inserir Arambaré, cidade que inicialmente se chamava “Barra do Velhaco” por estar situada junto à Foz do Velhaco, que por volta de 1938 passou a se chamar “Paraguassu” e em meados de 1945 adotou o nome “Arambaré”, que por vez significa sacerdote que espalha luz (ARAMBARÉ, 2020).

Hoje emancipada, desde 20 de março de 1992, do município de Camaquã, o município de Arambaré, ocupa um território de 519,12km² e está localizado na região da Costa Doce, no Rio Grande do Sul, à 30° 54’54”S de latitude e à 51° 29’52”W de longitude. O município faz limite com os seguintes municípios: Camaquã, a Oeste; Sentinela do Sul, a Norte; Tapes, a Nordeste (ARAMBARÉ, 2018) (figura 1). Com aproximadamente 3.693 habitantes, conforme informações do último censo (IBGE,

conhecida como restinga. O município apresenta um único rio expressivo, conhecido como Arroio Velhaco, cuja foz deságua na Lagoa dos Patos, na região norte de Arambaré (ARAMBARÉ, 2020). Seu solo é caracterizado por áreas arenosas e baixas similares a de outros municípios de costa da lagoa, que juntamente com seu relevo plano (figura 2) propiciam o seu uso predominantemente para o cultivo de arroz (WERLANG; TRAININI; 2017).



Figura 2 - Imagem da Fazenda do Barroso, Arambaré, RS.
Fonte: AGTEC, 2020.

O município é conhecido por sua grande beleza natural e por possuir vegetação abundante, com diversos tipos de árvores. Destaca-se suas muitas figueiras, em especial a figueira da paz, que

é símbolo da cidade (figura 3). No verão, Arambaré oferece o mais famoso carnaval de rua da Costa Doce, recebendo milhares de turistas de todo o estado (figura 4). Assim a economia local é baseada na agricultura, na pecuária e no turismo (ARAMBARÉ, 2020) (figura 5).



Figura 3 - Imagem de placa de Arambaré.
Fonte: Arambaré, 2020.



Figura 4 - Imagem da praia de Arambaré, ponto turístico da região.

Fonte: Arambaré, 2020.



Figura 5 - Imagem de área da cidade de Arambaré dedicada a pecuária.

Fonte: ABHB, 2017.

Como pudemos ver na figura 1, Arambaré faz divisa com Camaquã e Tapes e seu acesso se dá pela RS-350 (próximo ao município de Camaquã), ou pela RS-717 (até o município de Tapes) e por uma estrada vicinal que liga o município a Tapes (ARAMBARÉ, 2018).

3. Planejamento de Riscos

As sociedades humanas sempre enfrentaram com relativa rapidez riscos e perigos como: terremotos, relações inter e intragrupoais, inundações, epidemias, ameaças de vários reféns ou massacre de um grande número de pessoas, avalanches, incêndios, tsunamis, entre outros fenômenos que marcaram a história humana durante séculos, senão eras (QUARANTELLI; LAGADEC; BOIN, 2007). Muitas vezes esses desastres são fonte de crises ao longo da história.

Saber que eventos como esses são inevitáveis só aumenta seu caráter primordial no desenvolvimento de mecanismos de enfrentamento que garantam à sociedade suas necessidades básicas como comida e abrigo. Nesse contexto, as palavras qualificação e preparação são essenciais. Essa mentalidade ainda precisa ser desenvolvida, pois, frente à natureza estocástica desses eventos, países em desenvolvimento como o Brasil ainda mantém uma cultura de agir somente com medidas de alívio pós-ocorrência de eventos, investindo muito pouco em medidas preventivas para evitar maiores impactos negativos ocasionados por esses eventos extremos (PERUZZO; LEANDRO, 2019).

No Brasil, como existe uma diversidade de instituições envolvidas na prevenção e resposta aos desastres naturais, tanto de forma direta como indireta, o planejamento regional é imprescindível, porém complexo. No âmbito local, é indispensável que sejam apropriados pelos tomadores de decisão e técnicos envolvidos na gestão dos municípios um planejamento municipal e que a Gestão de Riscos de Desastres (GRD) seja compreendida como componente de sustentabilidade do desenvolvimento urbano, econômico e social (NOGUEIRA; OLIVEIRA; CANIL, 2014).

Pensar, entender e organizar são a primeira fase desse processo. Assim, por meio deste livro buscamos nortear o caminho de Arambaré a uma cidade resiliente.

- Como o município está hoje?
- Em que precisa pensar para estar preparado para um evento extremo?
- Qual a estrutura que existe hoje e o que precisa ser melhorado?

Pois, o planejamento

[...] é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas

para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades (SANTOS, 2004. p. 184).

1. Importância da cidade se tornar resiliente

O termo Cidades Resilientes, embora nos remeta ao significado do termo resiliência (a capacidade de retornar a sua forma original após sofrer uma deformação ou de se adaptar às alterações ou infortúnios (MICHAELIS, 2021)), está relacionado com a construção da capacidade de uma cidade de organizar, preparar e delinear ações para conseguir absorver, recuperar e adaptar-se de forma eficiente a eventos adversos (FERREIRA, 2016). Sendo que os impactos negativos causados pelos desastres são tão maiores quanto o grau de despreparo das cidades para a sua ocorrência (SILVA,C.; 2014). Portanto, para se tornar uma cidade resiliente é necessário que ela se organize de forma a minimizar os riscos relacionados a desastres potenciais e aumentar a capacidade da comunidade lidar com quaisquer impactos futuros (KHALILI; HARRE; MORLEY, 2018). Em resumo, é o ato de os municípios desenvolverem políticas públicas que os tornem preparados para enfrentar e superar adversidades, baseadas na conscientização das partes envolvidas no processo como um todo (UNDRR, 2012).

A importância das cidades se tornarem resilientes está no fato de o aumento da urbanização estar provocando grande alteração nos ambientes naturais dos centros urbanos. A impermeabilização do solo, a remoção da cobertura vegetal, a ocupação das áreas de inundação dos rios e das encostas, além do descarte incorreto dos resíduos urbanos têm colaborado com a ocorrência de desastres naturais, que afetam negativamente a população, causando prejuízos materiais e humanos (PAIVA; SCHICCHI, 2019).

O crescimento da ocorrência de desastres ambientais é uma realidade mundial. Alterações climáticas extremas, terremotos, tsunamis, deslizamentos de terra, além dos eventos de origem antrópica estão colocando em risco a vida das pessoas e o desenvolvimento das cidades (UNDRR, 2012). Tanto que, em 2010, foi lançada a campanha: “Construindo Cidades Resilientes” (Making Cities Resilient - MCR), pelo Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres - UNISDR (ou United Nations International Strategy for Disaster Reduction - UNISDR), pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Encerrada em 2020, a campanha global tinha como finalidade criar resiliência aos perigos naturais aumentando a capacidade das cidades de lidarem com os eventos e com as suas

consequências (KHALILI; HARRE; MORLEY, 2018; MAGUIRE; CARTWRIGHT, 2008). A campanha era composta por 10 itens que objetivavam orientar o poder público no planejamento da resiliência das cidades e poderia servir de base para a tomada de decisões.

1 - Quadro Institucional e Administrativo: envolvendo o poder público de cada cidade, os funcionários municipais e estaduais, as universidades, os empresários e os grupos de cidadãos;

2 - Recursos e Financiamento: deve haver um orçamento para a redução de riscos e incentivo para a população residente em área de risco;

3 - Avaliações de Risco e Ameaças Múltiplas - Conheça seu Risco: conhecer os riscos é fundamental. É importante também manter os dados sobre riscos e vulnerabilidades atualizados;

4 - Proteção, Melhoria e Resiliência de Infraestrutura: manter uma infraestrutura para redução de risco, com enfoque estrutural e ações de adaptação às mudanças climáticas;

5 - Proteção de Serviços Essenciais - Educação e Saúde: avaliar a segurança de todas as escolas e centros de saúde e atualizar tais avaliações conforme necessário;

6 - Construção de Regulamentos e Planos de Uso e Ocupação do Solo: regulamentar o uso do solo, identificar as áreas seguras para moradia e urbanização dos assentamentos informais;

7 - Treinamento, Educação e Sensibilização Pública: desenvolvimento de programas de educação e treinamento sobre redução de riscos em escolas e comunidades;

8 - Proteção Ambiental e Fortalecimento dos Ecossistemas: proteção de ecossistemas e barreiras naturais para mitigação de inundações, tempestades e outras vulnerabilidades;

9 - Preparação, Sistemas de Alerta, Alarme e Resposta Efetivos: instalação de sistemas de alerta e alarmes, capacidades de gestão de emergências e a promoção de exercícios públicos de preparação para os eventos possíveis;

10 - Recuperação e Reconstrução de Comunidades: suprir as necessidades dos sobreviventes na reconstrução, de forma direta ou indireta, após qualquer desastre, de forma a implementar ações de resposta e recuperação, incluindo a reconstrução de casas e de meios de subsistência.



Figura 6 - Ilustração da Campanha Construindo Cidades Resilientes 2010-2020.

Fonte: CEPED, 2020.

O grande sucesso da campanha encerrada em 2020 (figura 6), que obteve a inscrição de mais de 4.300 cidades e na qual foi possível observar uma redução de risco de desastres do que em cidades que não se envolveram no projeto, motivou a criação do projeto Construindo Cidades Resilientes 2030. A partir das lições aprendidas na campanha anterior, esse novo projeto pretende levar as cidades parceiras à ação, à mudança efetiva, à implementação da resiliência urbana (UNDRR, 2015).

Eraydin (2013) ressalta que atualmente quando se fala em resiliência, deve-se abranger respostas a questões multidimensionais que incluem

preocupações ambientais/ecológicas contínuas, mudanças no ambiente urbano construído, movimentos de pessoas e evolução dos regimes socioeconômicos. Corroboram com esse ponto de vista Malalgoda, Amaratunga e Haigh (2013), que destacam que a resiliência em áreas urbanas a desastres naturais precisa unir projetos sociais e estruturais.

O plano de ação do MCR2030 tem como objetivo, oferecer ferramentas e conhecimento para que as cidades possam reduzir os riscos e criar resiliência por meio da troca de experiências e de autoapoio na implementação de medidas de resiliência (PASTORELLI JUNIOR, 2018). Além da orientação das cidades no desenvolvimento de capacidades técnicas que elas não possuem como: planejamento estratégico, conscientização da população, implementação de planos de uso e ocupação do solo baseados nos riscos, informações sobre financiamento para resiliência urbana, dentre outros (UNISDR, 2012). A foto de divulgação da campanha MCR2030 está na figura 7.



Figura 7 - Imagem ilustrativa do Projeto Construindo Cidades Resilientes 2030-2050.

Fonte: Daring Cities, 2020.

Em paralelo à Campanha Construindo Cidades Resilientes, o Marco de Ação de Hyogo (MAH), 2005-2015, surgiu como um instrumento adotado pelos Estados Membros das Nações Unidas para dar apoio às nações e comunidades em seus esforços na prática da redução de riscos de desastres e para aumentar a resiliência objetivando a diminuição de perdas de vidas humanas e recursos sociais, econômicos e ambientais (OLIVEIRA, 2018). Muito foi feito durante esse período, entretanto, durante essa década de esforços, muitas lacunas foram observadas. Baseado no MAH, pós-2015, foi adotado O Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030 (EIRD, 2019).

O Marco de Sendai vem da certeza de que a redução dos riscos de desastres exige constância e continuidade, portanto tem como objetivo além dos objetivos do Marco de Ação de Hyogo também a diminuição de perdas por desastres, dos meios de subsistência e saúde da população e de patrimônios das pessoas, empresas, comunidades e países. Esses resultados pretendem ser atingidos com o objetivo de:

Prevenir novos riscos de desastres e reduzir os riscos de desastres existentes, através da implementação de medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a perigos e a vulnerabilidade a desastres, aumentar a preparação para resposta e recuperação, e, assim, aumentar a resiliência (UNISDR, 2015, p. 12, tradução livre).

O Marco de Sendai apresenta aos países comprometidos, 7 metas globais e 13 princípios norteadores que irão ajudar na aplicação e avaliação dos resultados obtidos no processo. A partir da análise do aprendizado adquirido com O Marco de Ação de Hyogo foram estabelecidas

prioridades de ações para a obtenção do objetivo maior cuja responsabilidade está igualmente dividida entre os Estados, governos e partes interessadas com a cooperação internacional por meio de diferentes fontes como recursos financeiros e transferência de tecnologias, know-how, conhecimento e experiências (SILVA, 2018).

O Brasil foi signatário do Marco de Ação de Hyogo e é também do Marco de Sendai, reafirmando seu compromisso com a diminuição de riscos de desastres (ODS, 2020). Para tal, durante o MAH, em 2011, foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) com o objetivo de monitorar as ameaças naturais nas áreas de risco dos municípios brasileiros. O Cemaden possui a missão, também, de buscar soluções técnico-científicas para otimizar seu sistema de alerta antecipado. O sistema de alerta tem por função principal reduzir o número de vítimas fatais e prejuízos materiais, sendo parte do plano de prevenção e enfrentamento dos desastres naturais do país. Caracteriza-se um desastre natural como um evento natural que perturba de forma negativa um sistema social, gerando danos e prejuízos que inviabilizam a capacidade dos atingidos de conviverem com o impacto e com a intensidade do dano, não apenas pela ocorrência de óbitos (SAITO, 2015).

O sistema consiste em alertas precoces da chance de ocorrência de desastres naturais decorrentes de deslizamentos de encostas e inundações, os fenômenos naturais que mais vitimizam os brasileiros. O Cemaden envia esses alertas ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) baseado em informações de monitoramento e previsões hidrometeorológicas e geodinâmicas confiáveis na prevenção e mitigação dos desastres. O CENAD repassa esses alertas às defesas civis estaduais e municipais e são esses atores públicos os responsáveis pela preparação e resposta aos desastres. Os desastres naturais monitorados pelo Cemaden estão divididos em grupos e subgrupos como se vê na figura 8.

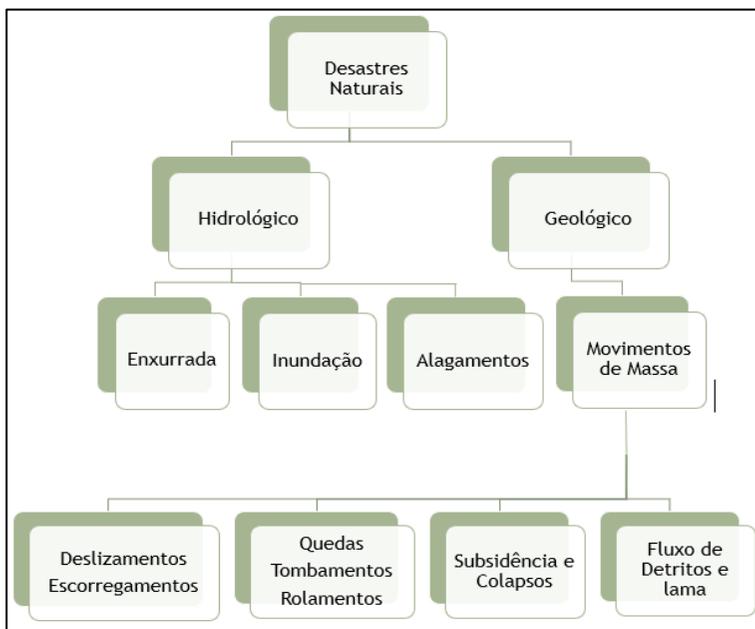


Figura 8 - Grupos e subgrupos de desastres naturais.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

O Cemaden mantém um banco de dados, formado a partir de informações enviadas pelas defesas civis por meio de Formulários de Ocorrência, mais especificamente pelo Registro de Eventos de Inundação e Deslizamentos (Reindesc), sobre os limiares de deslizamento, cotas de transbordamento de rios e histórico de ocorrências. A partir desses dados associados a outros advindos de entidades de pesquisa e dados de campo é feita a classificação do nível de alerta. Os alertas são classificados em 3 níveis: muito alto, alto e moderado. Por esse motivo é muito importante que

as cidades conheçam suas áreas de risco e suas vulnerabilidades.

Uma ferramenta fundamental nesse processo é o mapeamento das áreas de risco com a indicação do local das ocorrências. Isso possibilita a comparação com as áreas de risco mapeadas antes de eventos para a validação dos mapeamentos e identificação de novas áreas de risco. O processo de emissão de alerta de desastre natural pelo Cemaden está representado na figura 9.

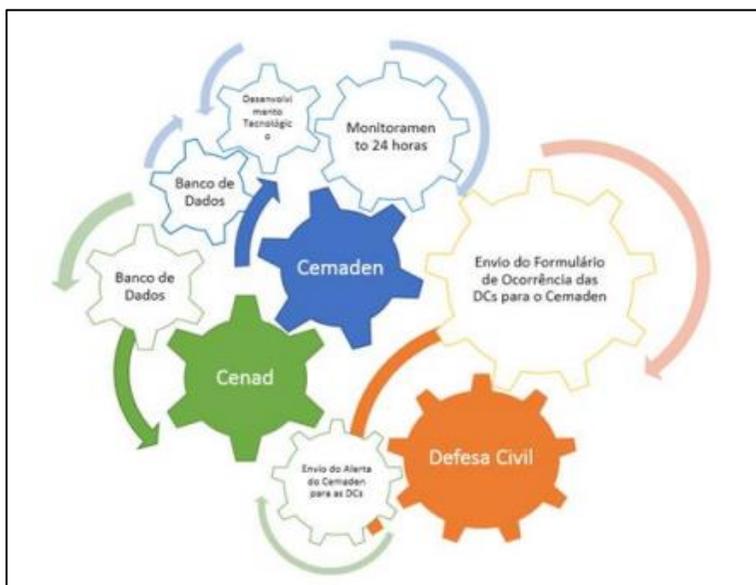


Figura 9 - Processo de emissão de um alerta de desastre natural.

Fonte: CEMADEN, 2019.

No Brasil, a maior parte dos riscos de desastre está relacionada a fatores climáticos, como inundações e movimentos de massa nos períodos chuvosos e estiagem, secas hídricas e incêndios nos períodos de seca. Segundo o Anuário Climático do Brasil de 2018, foram registradas 372 ocorrências de desastres naturais, sendo 198 enchentes e enxurradas e 174 deslizamentos de terra.

As estratégias do Cemaden para a redução de riscos de desastres no país estão representadas na figura 10, e são parte interdependente das defesas civis estaduais e municipais que além de fornecerem as informações sobre suas vulnerabilidades e mapeamento das áreas de risco são responsáveis pelas ações de resposta aos eventos.

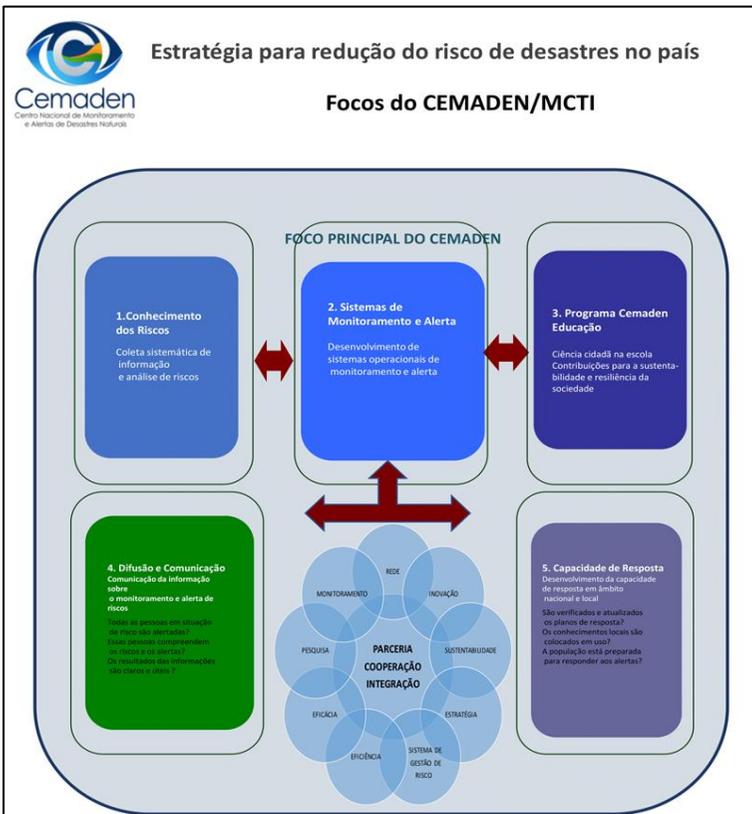


Figura 10 - Estratégia para redução do risco de desastre no país.

Fonte: CEMADEN, 2020a.

O monitoramento das áreas de risco no Brasil não ocorre de maneira uniforme, até porque os instrumentos utilizados no monitoramento não estão distribuídos de forma igualitária pelo país. O Cemaden faz o monitoramento a partir da plataforma Sistema de Alerta e Visualização de

Áreas de Risco (Salvar) que concentra informações fornecidas pela sua rede de monitoramento formado por 3.139 pluviômetros automáticos, 186 estações hidrológicas e 9 radares meteorológicos próprios, além de mais 27 de instituições parceiras, imagens de satélite, dados de descargas atmosféricas, modelos numéricos de previsão do tempo, entre outros.

São monitorados pelo Cemaden, no Brasil, 958 municípios sendo: 333 na região Nordeste, 323 na região Sudeste, 154 na região Sul, 117 na região Norte, e 31 na região Centro-Oeste. Segundo o Anuário da sala de situação do CEMADEN de 2017 (2019), 5,87% da população da região Sul do Brasil vivem em área de risco e nessa região foram emitidos 509 alertas, 24% do total do país devido as suas características climáticas e geomorfológicas (CEMADEN, 2020b).

A Defesa Civil do Rio Grande do Sul utiliza o serviço de SMS para enviar alertas sobre risco de desastres, como temporais e inundações, para a população e para divulgação de campanhas para incentivar a adesão da população gaúcha a esse serviço, veiculadas pelo governo do Rio Grande do Sul. A figura 11 mostra a imagem da campanha de 2020. É uma forma simples e barata de levar alertas que podem salvar vidas e prevenir perdas.



Figura 11 - Imagem do serviço de alertas por SMS da Defesa Civil RS.

Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2020.

Aliás, o Rio Grande do Sul tem sofrido com constantes desastres naturais como inundações, estiagens, enxurradas, vendavais e granizo (RIO GRANDE DO SUL, s.d.). Duas importantes ferramentas na construção da resiliência urbana são o Plano de Contingência e o Mapeamento das áreas de risco, conforme descritos e indicados nos documentos internacionais mencionados.

O Plano de Contingência para Risco de Desastres Naturais deve conter o planejamento, baseado nos possíveis cenários de risco de desastre de cada cidade. Nele também deve estar definido de forma clara e objetiva as ações que os atores envolvidos na resposta ao risco devem executar como: monitoramento, alerta e alarme, preparação e resposta aos eventos adversos (PROJETO GIDES, 2018).

O mapeamento das áreas de risco é um processo complexo, mas talvez seja a ferramenta mais importante na luta pela redução dos desastres ambientais e na criação da resiliência urbana porque a partir dele é possível elaborar medidas preventivas, planificar situações de emergência e estabelecer ações conjuntas entre a população e o poder público permitindo a intervenção necessária face aos desastres naturais. Conhecendo as áreas com maior propensão aos desastres, pode-se classificar as áreas de risco e propor medidas corretivas. Pode-se também determinar planos de evacuação, logística de enfrentamento às emergências, resgates de vítimas, a partir desse mapeamento (KOBİYAMA *et al.*, 2006).

Dos 154 municípios monitorados pelo Cemaden na região Sul do país, 39 estão no Rio Grande do Sul (CEMADEN, s.d.). Arambaré não é um deles. A cidade localizada às margens da Lagoa dos

Patos, pertence a Coordenadoria Regional de Proteção e Defesa Civil (CREPDEC) 4 - Pelotas, que tem como coordenador o Tenente Coronel Leonardo Nunes e como Adjunto, o 3º Sargento João Carlos Goullart Domingues. Arambaré possui um plano de contingência de desastres naturais, mas não possui um mapeamento das suas áreas de risco e vulnerabilidades. Assim como a maior parte dos municípios da região.

A Universidade Federal de Pelotas, por meio do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado a Estudos Ambientais (LGEA) em parceria com a Defesa Civil Regional, está trabalhando junto aos municípios da região sul do Estado no Projeto de Fortalecimento da Defesa Civil desde 2013. O trabalho consiste em apoiar os municípios para a resposta às demandas regionais, como a elaboração dos planos de contingência, além de uma avaliação da estrutura administrativa da defesa civil dos municípios da região. Uma pesquisa realizada em 2020 pelos alunos do LGEA junto aos municípios observou que 64,7% dos municípios possuem um órgão específico para atender a população em casos de desastres naturais. 58,8% possuem Defesa Civil Municipal e 17,6% possuem uma Secretaria Municipal para esse fim. Os outros municípios pesquisados (23,5%) utilizam diferentes secretarias municipais para o atendimento e resposta aos desastres (SCHLOSSER *et al.* 2015). A parceria com

a universidade possibilitará também aos municípios realizar o mapeamento das áreas de risco e de vulnerabilidades, algo que a maioria não possui.

Arambaré deverá ser a primeira cidade contemplada com esse mapeamento realizado pelo LGEA que, mantendo-se atualizado, trará um grande avanço na construção da resiliência a desastres ambientais na cidade.

4. Eventos com decretos de emergência no município

Muitos são os eventos que podem ocorrer quando estamos falando de tempo e natureza (fenômenos hidrometeorológicos), considerando a frequência com que eles ocorrem e o tipo do evento pela característica da região em questão. Pela análise dos dados fornecidos pelo município, os eventos com que ocorrem com mais frequência são enxurradas, enchentes, inundações e até mesmo estiagem.

Brevemente conceituando esses eventos mais frequentes, é possível estabelecer que: enxurrada - pode ser definida como o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, geralmente relacionada com obras de engenharia em áreas urbanas (COSTA *et al.*, 2016); enchente - podemos considerar como grandes cheias que ocorrem nos rios e gerando verdadeiros desastres como perdas na agricultura, pecuária e nas cidades próximas e sua característica principal é a irregularidade de ocorrência (CRISTO *et al.*, 2002); inundações - é quando ocorre o aumento do nível dos rios adiante da sua vazão normal, ou seja, é quando se tem o transbordamento das águas

atingindo a planície de inundação ou áreas de várzea (SANTOS *et al.*, 2012); estiagem - *substantivo feminino* 1. tempo seco e brando, após período de chuvas e trovoadas; 2. cessação de chuva.

Arambaré é marcada pela grande intensidade das chuvas, e as que ocorreram em dezembro de 1995 e janeiro de 1996 são exemplos disso. No entanto, em sua base de dados sobre esses eventos, talvez por não se ter o entendimento sobre a importância na época, não foram registrados com riqueza de detalhes, logo, o dado da sua existência e importância encontra-se no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013). Sobre o evento de 1995, foram encontradas no formulário de informações da defesa civil a Portaria n. 19 de 12 de fevereiro de 1996, informando o Decreto n. 076 de 24 de dezembro de 1995, do Prefeito de Arambaré, que oficializa situação de emergência na região por 60 dias em virtude de intensas precipitações pluviométricas, inundações e granizo.

Já passados anos desde esse acontecimento, 2005 foi um ano conturbado registrando, segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013) e o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), houve uma estiagem que atingiu quinze municípios da região Sul do Rio Grande do Sul, fazendo-os decretarem situação de emergência

por meio do Decreto n. 43.649 de 24 de fevereiro de 2005 (RIO GRANDE DO SUL, 2005). A seca foi sentida principalmente pela zona rural da cidade.

Nos anos seguintes não ocorreu nenhuma anormalidade, até o ano de 2009, quando um grande evento de chuva provocou estragos em boa parte do RS. No período de 13 de novembro (13/11) a 02 de dezembro (02/12) do referido ano, 127 municípios, dentre eles Arambaré, decretaram situação de emergência pelas chuvas fortes e ventos intensos, que chegaram a atingir velocidades entre 80-100 km/h, levando a vida de oito pessoas (UOL, 2009; CEPED, 2013).

No ano de 2010, no município, foi registrada uma enchente de menores proporções que as trabalhadas aqui, no entanto, segundo o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) deixou o município em alerta para a situação de emergência sob o Decreto n. 946 de 27 de novembro de 2009 (BRASIL, 2009).

Nos anos subsequentes houve outros episódios de cheias de menor magnitude, mas que ainda assim geraram transtornos para a população.

Em 2015 o ano foi mais conturbado, considerando que a região registrou três enxurradas em intervalos de tempo pequenos, mal dando

tempo do município se recuperar de um evento para o outro, seja no que se refere a perdas ou ao emocional da população. Nessa ocasião houve prejuízo no escoamento agrícola e na pecuária, na infraestrutura do município, como pontes e rodovias, prejudicando o transporte de mercadorias provindas ou vindas para a região, além do prejuízo ao turismo da cidade. A primeira enxurrada ocorreu em maio, a segunda em julho e a terceira no mês de outubro.

A primeira ocorreu entre os dias 27/05 e 28/05 somando 147 mm e 62 mm de chuva respectivamente na enxurrada que atingiu o município por inteiro, atingindo 25 casas e deixando 30 moradores desalojados, indo para casas de amigos ou parentes sem necessitar do auxílio da Defesa Civil. Além de a força natureza arrastar consigo duas pontes de madeira, entupiu e danificou bueiros totalizando um prejuízo de R\$ 335.000,00. Os danos causados por essa enxurrada estão exemplificados nas figuras 12, 13 e 14.



Figura 12 - Danos decorrentes da enxurrada em 2015, RS.

Legenda: (a) Fotografia da Estrada Coxilha Grande com transbordamento da enxurrada; (b) Fotografia dos danos causados na recapagem de compactação do solo.

Fonte: Formulário de Informações do Desastres - FIDE (S2ID), 2015a.



Figura 13 - Danos decorrentes da enxurrada em 2015 nos bairros, RS.

Legenda: (a) Fotografia das Ruas Antonio Menna Barreto, Luis Delfino Scherer; (b) Fotografia da Rua Waldemar Eilert. Nessas ruas, localizadas no Bairro Costa Doce, foram atingidas dezesseis casas com vinte três pessoas desalojadas.

Fonte: Formulário de Informações do Desastres - FIDE(S2ID), 2015a.



Figura 14 - Danos decorrentes da enxurrada em 2015 em estradas, RS.

Legenda: (a) Fotografia da Estrada Travessa Maria Gomes com transbordamento da enxurrada; (b) Fotografia dos danos a recapagem de compactação do solo, entupimento do escoamento lateral da água e afetando a estrutura da ponte Maria Gomes.

Fonte: Formulário de Informações do Desastres - FIDE (S2ID), 2015a.

A segunda enxurrada ocorreu entre os dias 18 e 21/07 somando um total de 142,10 mm de chuva, o que causou o transbordamento do Arroio Velhaco que atingiu as estradas do interior e as fazendas costeiras do arroio deixando 47 pessoas desalojadas, e causando ao município um prejuízo a longo prazo de R\$ 1.430.000,00 na agricultura e pecuária, além dos investimentos necessários para a reforma das pontes danificadas pela chuva. Imagens desses eventos podem ser observadas nas figuras 15, 16, 17 e 18.



Figura 15 - Danos decorrentes da segunda enxurrada em 2015, RS.

Legenda: (a) Fotografia do Bairro Caramuru às margens do Arroio Velhaco; (b) Fotografia do Bairro Cibislândia, também às margens do Arroio Velhaco.

Fonte: Formulário de Informações do Desastres - FIDE, (S2iD), 2015b.



Figura 16 - Danos decorrentes da segunda enxurrada em 2015 em estradas, RS.

Legenda: (a) Fotografia da Estrada da Coxilha Grande recapagem de compactação do solo danificado e valos de escoamento pluvial entupidos em uma extensão de dezoito quilômetros; (b) Fotografia da Estrada da Coxilha Grande com cinco bueiros de canos de concreto armado rompidos.

Fonte: Formulário de Informações do Desastres - FIDE, (S2iD), 2015b.



Figura 17 - Danos decorrentes da segunda enxurrada em 2015 nos bairros, RS.

Legenda: (a) Fotografia do Bairro Caramuru e Cibislândia, às margens do Arroio Velhaco; (b) Fotografia de um dique de contenção das águas no bairro Caramuru.

Fonte: Formulário de Informações do Desastres - FIDE, (S2iD), 2015b.



Figura 18 - Fotografia da Estrada Costa Doce com bueiros de tubos de concreto danificados e recapagem de compactação do solo danificado, além de valos de drenagem pluvial entupidos em uma extensão de 10 quilômetros e ponte danificada.

Fonte: Formulário de Informações do Desastres - FIDE, (S2iD), 2015b.

Na enxurrada ocorrida entre os dias 8 e 13 de outubro de 2015, sete pessoas ficaram desabrigadas e 31 desalojadas em uma chuva de 153,4 mm atingindo todo o município e transbordando o Arroio Velhaco. Essa enxurrada causou um dano de aproximadamente R\$ 887.000,00 em infraestrutura pública, por exemplo, danificação de bueiros de esgoto e danos nas estradas com impedimento de transporte. Essa cheia também elevou o nível da Lagoa dos Patos em 1,5m arrancando todas as

árvores e danificando as estradas e a praia local (FIDE, 2015b).

Três anos após, em 2018, uma chuva forte atingiu o RS. Conforme a Gaúcha ZH apresentou, no Sul do Estado, oito famílias tiveram que abandonar suas casas pela elevação de rios (LOPES, 2018). Em Arambaré não se chegou a tal ponto, mas, especialmente no bairro Caramuru, na orla houve alagamento da pista impossibilitando o trânsito nessa área do bairro.

Diferentemente dos outros anos em que houve muita chuva no município, em 2020 a situação foi de estiagem. Em 05 de maio foi publicada pelo Diário Oficial do Estado (DOE) a homologação de situação de emergência do município assinado pelo governador Eduardo Leite através do Decreto n. 1.824 de 09 de abril de 2020 (GARCIA, 2020).

Essa estiagem de 2020 atingiu toda a área rural do município causando diversos prejuízos à cultura dos pequenos produtores em suas principais culturas. Chegou a faltar água para o consumo humano e animal, assim, necessitando do auxílio de abastecimento de caminhões pipas por regiões vizinhas. A seca foi tanta que muitos açudes e sangas ficaram tão secos que várias áreas corriam risco de sofrerem com queimadas. Essa estiagem

atingiu 130 pessoas e gerou um prejuízo de R\$ 2.423,00 referente ao auxílio ao abastecimento de água potável de março a abril e de R\$ 220.440.000,00 ao setor da agricultura, segundo o levantamento que a EMATER apresentou ao SI2D (FIDE, 2020).

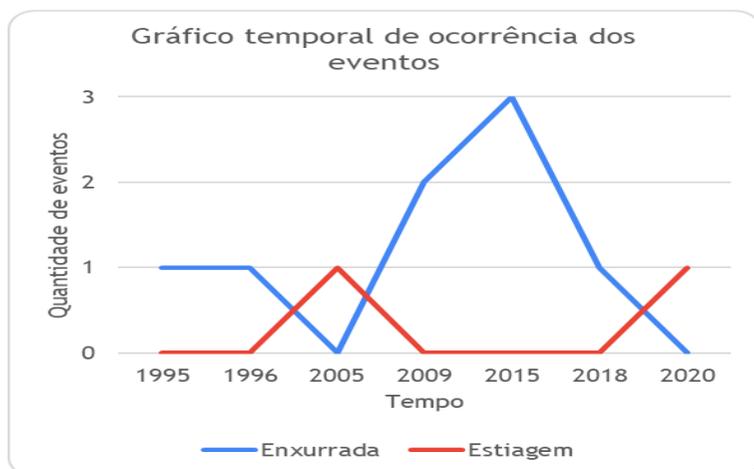


Figura 19 - Gráfico dos e ventos de estiagem e enxurrada de 1995 a 2020.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados FIDE (1995-2020).

Na figura 19 podemos observar a quantidade de eventos de estiagem e enxurrada que acometeram Arambaré entre o ano de 1995 e 2020. É importante salientar que quando o município passa eventos extremos e busca documentar e realizar levantamentos de perdas econômicas ou de

vidas, as portarias publicadas no Diário Oficial da União são de fundamental importância, pois o reconhecimento da situação de emergência pelo governo federal é necessário para que os municípios tenham acesso a recursos da União para ações de resposta, de socorro e assistência às vítimas, além de acesso a recursos para a reconstrução de áreas atingidas.

5. Eventos significativos sem decretos de emergência

O Rio Grande do Sul (RS) possui um território superior a 282 km², sendo assim maior em extensão que os territórios de seus dois vizinhos, Santa Catarina e Uruguai, somados. Também é o único estado brasileiro com território 100% abaixo do Trópico de Capricórnio. Segundo o Atlas Socioeconômico e Ambiental do Rio Grande do Sul, elaborado pelo governo do estado, o clima do RS é temperado do tipo subtropical, classificado como mesotérmico e subtropical úmido (conforme classificação de Köppen).

Devido à posição geográfica, entre os paralelos 27° 03' 42" e 33° 45' 09" de latitude Sul, e 49° 42' 41" e 57° 40' 57" de longitude Oeste, onde se encontra o estado do Rio Grande do Sul (RS), há um reforço nas influências das massas de ar oriundas da região polar e da área tropical continental e atlântica, de forma concomitante. A constante movimentação e os encontros dessas massas definem muitas das características climáticas gaúchas. Além disso, outro fator importante na questão climática é a grande variação altimétrica (de relevo) do RS, sendo bastante acidentado, com

Planaltos ao norte, Serras a nordeste e sudeste, Depressões na faixa central e Planície Costeira a leste, criando diferenças de elevação no terreno, variando entre menos de 100 metros a mais de 1.000 metros de altitude, tornando peculiar a sua grande variabilidade de fenômenos climáticos em relação ao clima do restante do Brasil.

As temperaturas apresentam grande variação sazonal, com verões quentes e invernos bastante rigorosos, com a ocorrência de geadas e, eventualmente, precipitação de neve. As temperaturas médias variam entre 15 e 18°C, com mínimas de até -10°C e máximas de quase 40°C. Com relação às precipitações, o estado apresenta uma distribuição relativamente equilibrada das chuvas ao longo do ano, em decorrência das massas de ar oceânicas que penetram no estado. Ainda, está sujeito, no outono e no inverno, ao fenômeno do veranico, que consiste em uma sucessão de dias com temperaturas anormalmente elevadas para a estação. No entanto, o volume de chuvas é diferenciado. Ao Sul, a precipitação média situa-se entre 1.299 e 1.500 mm, ao norte a média está entre 1.500 e 1.800 mm, com intensidade maior de chuvas a nordeste do estado, especialmente na encosta do Planalto com escoamento em direção à Lagoa dos Patos.

A Leste, o RS é banhado pelo Oceano Atlântico, já em seu interior é possível encontrar duas das maiores lagoas do Brasil: a Lagoa Mangueira e a Lagoa Mirim, além de possuir uma das maiores lagunas em todo o mundo, a Laguna dos Patos, que possui água salobra, portanto ligada ao mar. Essa é justamente a região onde se localiza o município de Arambaré.

Nesse contexto, a rápida dinâmica atmosférica da regional culmina em frequentes mudanças nas condições do tempo, com constante formação de fenômenos meteorológicos transientes de toda ordem e escala, muitas vezes, relacionados a eventos de tempo severo, resultando em perdas socioeconômicas. Por vezes, esses eventos são intensificados, tanto no que tange a sua força quanto no que se refere à frequência, devido a atuação de sistemas meteorológicos de grande escala (sinótica), por exemplo: bloqueios atmosféricos, ondas de leste, frentes, ciclones, dentre outros. Também importa mencionar fenômenos de escala global, como: ENOS (El Niño, Neutralidade e La Niña), oscilações oceânicas e o fenômeno das teleconexões. Alguns desses fenômenos podem eventualmente ocorrer de forma simultânea.

De forma análoga, o RS tem clima muito similar ao dos estados do extremo sul dos Estados

Unidos banhados pelo oceano Atlântico, como o Texas, a Louisiana, o Mississippi, o Alabama, a Geórgia e a Flórida. Sendo assim, os fenômenos meteorológicos que aqui ocorrem também se assemelham aos encontrados nessas regiões, porém geralmente se dão de forma mais branda.

Historicamente, Arambaré, por estar situada na Foz do Arroio Velhaco, é um município naturalmente suscetível a enfrentar eventos de cheia por eventuais transbordamentos da Lagoa dos Patos. Da mesma forma, períodos longos com falta de chuvas tendem a causar transtornos para a população em toda a região, especialmente tratando-se de uma área com fonte de renda voltada à agricultura familiar, pesca e criação de animais - com destaque para o cultivo do arroz que por sinal utiliza água do rio para a irrigação de suas plantações.

Médias climatológicas são baseadas em 30 anos de dados, de estações oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Como o município de Arambaré não conta com uma estação governamental própria de medição de dados meteorológicos, a única forma de estimar as médias climatológicas desse município é por meio de um método de interpolação de dados das estações meteorológicas mais próximas, existentes em torno da área de interesse.

Isso, de forma objetiva, leva em consideração o fato de que a maior parte dos sistemas meteorológicos transeuntes e cursos naturais de água se deslocam de oeste para leste, em direção à Lagoa dos Patos. Com auxílio de dados extraídos do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) é possível realizar algumas observações.

Na figura 20 pode-se observar a média climatológica de temperaturas em torno do município de Arambaré.

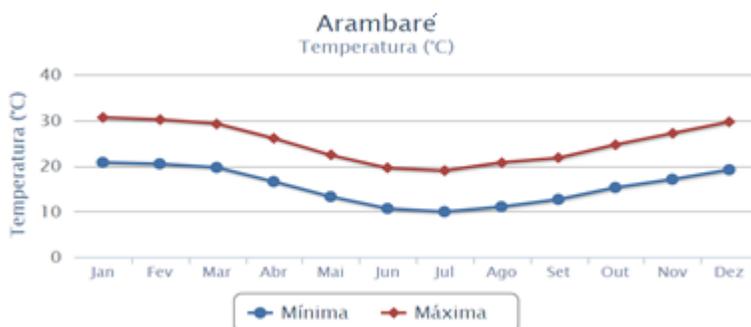


Figura 20 - Gráfico da média de temperaturas máximas e mínimas mensais registradas ao redor de Arambaré.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IRGA (2020).

Na figura 21, pode-se observar a média climatológica de precipitação em torno do município de Arambaré.

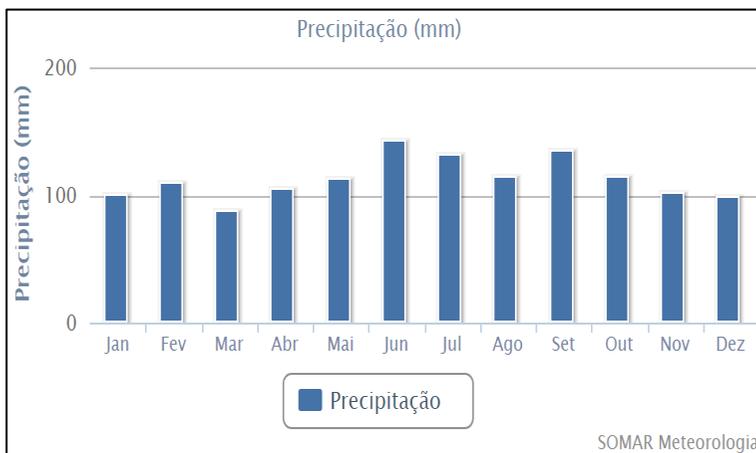


Figura 21 - Gráfico da média de precipitação mensal.

Fonte: SOMAR Meteorologia/IRGA.

Convertendo os gráficos em formato de tabela (figura 22), nota-se que a temperatura máxima observada na região de Arambaré naturalmente ocorre no período de verão, entre os meses de janeiro e fevereiro, ficando acima de 30 °C. Março é o mês com menor registro de precipitação, com aproximadamente 85 mm. Já a temperatura mínima ocorre no período entre julho e agosto, no ápice do inverno, ficando abaixo de 9 °C. Ao longo de quase todo o ano a precipitação no município de Arambaré fica próxima ou acima de 100 mm, porém com picos de até 140 mm ou mais, especialmente no começo do inverno entre junho e julho e perto do início da primavera, entre

setembro e outubro, sendo esses os períodos mais suscetíveis à ocorrência de enchentes na região.

Mês	Temp Min.	Temp Max.	Chuva
Jan	20.7 °C	30.6 °C	99.8 mm
Fev	20.4 °C	30.1 °C	109.7 mm
Mar	19.6 °C	29.2 °C	86.7 mm
Abr	16.5 °C	26 °C	104.4 mm
Mai	13.2 °C	22.3 °C	113 mm
Jun	10.6 °C	19.5 °C	142.3 mm
Jul	9.9 °C	18.9 °C	131.8 mm
Ago	11 °C	20.7 °C	114 mm
Set	12.6 °C	21.7 °C	134.2 mm
Out	15.2 °C	24.6 °C	114.9 mm
Nov	17 °C	27.1 °C	101.4 mm
Dez	19.1 °C	29.6 °C	97.8 mm

Figura 22 - Médias Climatológicas de Temperatura e Chuva de Arambaré (adaptada).

Fonte: SOMAR Meteorologia/IRGA.

Por vezes há ocorrências de extremos climáticos, tanto no tocante a temperaturas quanto à chuvas e ventos. Grandes eventos de seca já foram observados sobre a região de Arambaré. A maior seca registrada no estado aconteceu de 1943 a 1945. Nesse período houve apenas chuvas esparsas. A estiagem se prolongou por vários meses, e provocou perda total em muitas safras. De acordo com o historiador José Alfredo Schierholt, os verões de 2004, 2005 e 2006 castigaram diversas regiões do estado com perdas nas lavouras que chegaram a 90% em alguns municípios.

A seca mais antiga da qual se tem registros aconteceu entre os anos de 1876 e 1877. Antes disso, as secas mais danosas aconteceram em 1985 e 1996. Já entre 2011 e 2012 a região sofreu uma das piores secas, com dez meses de pouca chuva. Como resultado, o prejuízo nas lavouras chegou a 40 milhões de reais. No início de 2011. Os níveis de alguns rios do estado ficaram abaixo dos 30 centímetros em diversos pontos, o que provocou a mortandade de peixes, inclusive faltando água para o consumo humano. De janeiro a março de 2012, foram registradas as menores chuvas dos últimos 30 anos.

Naquele período, a justificativa para a pouca chuva foi devido ao fenômeno La Niña, marcado pelo esfriamento das águas do Pacífico Equatorial. Com isso, as frentes frias chegam com menos frequência e/ou intensidade ao RS. Na ilustração a seguir são apresentados os eventos de La Niña mais significativos da história e suas respectivas intensidades.

Tabela 1 - Eventos de La Niña mais significativos da história - Biênios de Ocorrências do La Niña.

1892-1893,	1893-1894,	1903-1904,	1906-1907,
1908-1909,	1909-1910,	1910-1911,	1916-1917,
1917-1918,	1924-1925,	1933-1934,	1937-1938,
1938-1939,	1942-1943,	1949-1950,	1954-1955,
1955-1956,	1967-1968,	1970-1971,	1973-1974,
1975-1976,	1988-1989,	1998-1999,	1999-2000,
2007-2008,	2010-2011,	2017-2018,	2019-2020.

Legenda: Forte | Moderado | Fraco

Fonte: CPTEC/INPE.

O último decreto de situação de emergência em decorrência da estiagem emitido em Arambaré ocorreu recentemente, junto com mais 354 municípios gaúchos, em 05 de maio de 2020, ano marcado por um episódio de La Niña de moderada à forte intensidade, com reflexos por todo o interior da região sul do Brasil. Os danos por conta da falta de chuvas regulares começaram a ser sentidos pelos moradores, sobretudo, pelos que residem na zona rural. A população precisou recorrer à Defesa Civil devido ao problema da falta de água potável para o consumo. Conforme estimativa levantada pela Emater e órgãos municipais competentes, houve

queda na produção de algumas culturas de grãos em Arambaré, especialmente a soja.

Outra consequência da estiagem prolongada na região de Arambaré são os frequentes incêndios na mata e nas lavouras da região, representados na figura 23.



Figura 23 - Incêndios florestais em Arambaré.

Legenda: (a) Fotografia de incêndio na área rural; (b) Fotografia dos bombeiros.

Fonte: Silva, 2020.

No inverno, em diversas ocasiões, as temperaturas na região ficam muito próximas a 0 °C ou abaixo disso, algo geralmente incomum para a região da Costa Doce. Sendo assim, eventualmente é possível observar ocorrências de geada fraca ou moderada pela região de Arambaré (como se pode ver na figura 24), o que pode trazer prejuízos para as culturas de fumo, grãos e hortaliças existentes por lá.

Em 15 de julho de 2020 diversas regiões do RS registraram recordes de temperaturas mínimas, algumas negativas. Foi o caso Tapes, município limítrofe com Arambaré, que amanheceu com termômetros a 1°C e Camaquã marcando -1°C.



Figura 24 - Registros de geada na região.

Legenda: (a) Fotografia da geada na lavoura de Eliane Crupinski; (b) Fotografia em Jacarezinho no Bairro Santo Antônio Pinvest.

Fonte: Cristina Tonetto via ANotícia Tapes (2020).

Arambaré, por ser à beira da Lagoa dos Patos, também tem uma ligação íntima com os ciclos de transbordamento de seu leito. Segundo Wollmann e Sartori (2010), os volumes de chuvas produzidos pelas frentes frias são muito superiores aos provocados pelas instabilidades de origem tropical, o que submete o estado a ocorrência de eventuais

60

enchentes durante atuação de sistemas frontais, principalmente no inverno, quando as massas de ar polares bem caracterizadas entram em confronto com as de origem tropical, intensificando processos de frontogênese. A distribuição espacial da precipitação média sobre o estado está representada na figura 25.

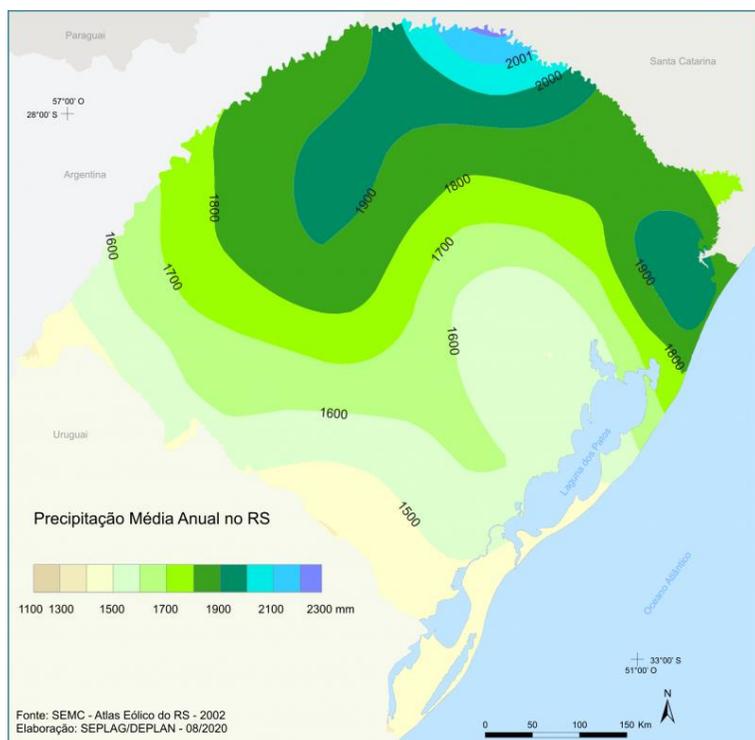


Figura 25 - Mapa representativo da distribuição Espacial da Precipitação Média sobre o RS.

Fonte: SEMC - Atlas Eólico.

Ressalta-se aqui a influência de eventos de El Niño sobre o RS, que ocorrem com certa periodicidade. O fenômeno, cuja origem está ligada ao aquecimento superficial das águas do Oceano Pacífico Central, cria mecanismos que barram o deslocamento de frentes frias, formando frentes estacionárias sobre o RS durante vários dias e favorecendo a formação de enchentes.

Levando-se em consideração o fortalecimento dos sistemas atmosféricos durante o inverno, que propiciaram certa sazonalidade ao fenômeno e não um padrão cíclico - como ocorre por exemplo nas cheias da Amazônia -, além do condicionamento estabelecido pelo relevo RS onde as regiões serranas do Nordeste e Sudeste do estado propiciam certo efeito orográfico sobre as precipitações no Rio Grande do Sul causando eventual fortalecimento da chuva sobre o estado.

Na tabela 2 são apresentados os anos dos eventos de El Niño mais significativos da história e sua intensidade, sendo que se destaca o evento de 2015-2016 que apresentou um número significativo de eventos extremos.

Tabela 2 - Eventos de El Niño mais significativos da história
- Biênios de Ocorrência de El Niño.

1896-1897	1899-1900	1902-1903	1904-1905
1905-1906	1911-1912	1913-1914	1914-1915
1918-1919	1919-1920	1925-1926	1930-1931
1939-1940	1940-1941	1941-1942	1951-1952
1952-1953	1957-1958	1963-1964	1965-1966
1968-1969	1969-1970	1972-1973	1976-1977
1979-1980	1982-1983	1986-1987	1987-1988
1991-1992	1992-1993	1997-1998	2002-2003
2006-2007	2009-2010	2015-2016	

Legenda: Forte | Moderado | Fraco

Fonte: CPTEC/INPE.

Ainda segundo levantamento realizado por Wollmann e Sartori (2010), foram registradas 96 enchentes em todo o RS no período entre os anos de 2000 e 2011, destas pelo menos 7 ocorreram na região da Encosta do Sudeste, onde estão localizados os municípios de Morro Redondo, Pelotas, Turuçu, Cristal, Tapes, Sentinela do Sul, Cerro Grande do Sul, Camaquã e Arambaré.

Destaca-se as enchentes de janeiro de 2009 e março de 2011, por suas magnitudes, causaram

grande perda socioeconômica à região, sendo ambas amplamente cobertas pela mídia televisiva e impressa (figura 26).



Figura 26 - Imagem de bloqueio por colapso de rodovia no RS devido às chuvas.
Fonte: G1, 2009.

Nessas ocasiões, rodovias federais de toda a região foram bloqueadas pela Defesa Civil devido ao desmoronamento de diversas pontes e trechos de estradas, como mostra a figura 27. Criações de animais se perderam pela enxurrada, lavouras foram totalmente perdidas, até embarcações chegaram a ficar à deriva, conforme a figura 28.



Figura 27 - Imagem do colapso de pontes e estradas na zona Sul do RS.

Fonte: G1, 2011.



Figura 28 - Imagens da enchente em São Lourenço.

Legenda (a) e (b): Imagens de barcos à deriva em meio a forte correnteza da enchente em São Lourenço.

Fonte: Vídeo do YouTube (Flaviao1000, 2011).

Existem outros fatores responsáveis por eventuais oscilações no volume da Lagoa dos Patos. Um deles é conhecido cientificamente como

Fenômeno do Transporte de Ekman. Segundo estudo realizado por Castelão e Möller Jr. (2003), a mecânica desse fenômeno hidrometeorológico consiste no efeito da atuação do vento sobre a plataforma continental (efeito remoto) causando elevação ou abaixamento no nível da costa.

Ventos de Nordeste causam abaixamento no nível na costa, enquanto ventos de Sudoeste causam elevação. A tensão do vento atua também diretamente sobre a superfície da lagoa (efeito local do vento), ocorrendo uma transferência de momento do vento para a água. Esse tipo de atuação causa desníveis entre as extremidades do sistema (*setup/setdown*). Os anti-nós (lugares onde as cristas e vales produzem distúrbios que rapidamente se alternam, para cima e para baixo) dessa oscilação são a Ponta da Feitoria e Itapuã, sendo que a linha nodal se encontra nas proximidades de Arambaré. Ventos de nordeste causam empilhamento de água na Feitoria, enquanto ventos de sudoeste causam empilhamento de água na região de Itapuã. A região da Feitoria funciona como o ponto de inflexão do sistema. Nessa região são encontrados os máximos e mínimos valores de elevação da superfície d'água.

Em 28 de novembro de 2009, aproximadamente entre 7:30 e 8:00 da manhã,

ventos empurraram a Lagoa dos Patos para dentro de ruas e casas na cidade de Arambaré. Segundo a população local, há mais de 25 anos não ocorria um aumento tão significativo na localidade, ilustrado na figura 29.



Figura 29 - Avanço da Lagoa dos Patos sobre bairros de Arambaré.

Fonte: Extraída via YouTube (ANGELROREIRA, 2009).

Em junho de 2015, esse fenômeno fez alguns bairros de Arambaré serem surpreendidos por uma repentina cheia do leito do Arroio Velhaco (figura 30). Na tentativa de conter o avanço da água, funcionários da prefeitura de Arambaré utilizaram

escavadeiras para construir diques de contenção a 500 metros da entrada do bairro.



Figura 30 - Dique para contenção de águas do Arroio Velhaco em Arambaré.

Fonte: Luz, 2015.

Infelizmente os esforços na ocasião não foram suficientes. Na manhã da terça-feira (21/07) dois diques se romperam e a água invadiu ruas dos bairros Cibislândia e Caramuru (figura 31).



Figura 31 - Águas do Arroio Velhaco invadindo Arambaré.
Fonte: Luz, 2015.

Conforme análise de Wollmann e Sartori (2010), verificou-se que as frentes quentes (parte dianteira de uma massa de ar quente em movimento, produzindo uma larga faixa de nuvens de chuva persistente) foram os sistemas meteorológicos que participaram em mais de 60% das gêneses das enchentes no estado do RS. Nesses casos, as frentes polares não conseguiram avançar, permanecendo vários dias sobre o território sul-riograndense, produzindo muita chuva e gerando, nesses casos, enchentes. Em segundo lugar estão os ciclones, associados a quase 15% dos eventos de enchentes registradas entre 2000 e 2011, sendo mais comum durante o inverno devido a continentalização dos ramos frontais associados ao ciclone, inclusive podendo ocorrer ciclogêneses

sobre o Estado, gerando chuva orográfica e culminando em eventuais enchentes.

Outra situação inusitada em decorrência do fenômeno de Transporte e Ekman que pode eventualmente ser observada por moradores no entorno da Costa Doce é o recuo das águas da Lagoa dos Patos. Durante a atuação de pistas de vento fortes e sustentadas nas direções Sudoeste e Oeste, por várias horas, geralmente associadas a centros de alta pressão que impulsionam ciclones extratropicais, “empilham” a água em direção à margem Leste da lagoa, expondo por vários metros a faixa de areia do fundo da margem Oeste (figura 32).



Figura 32 - Recuo da Lagoa dos Patos na Costa Doce.
Fonte: Oliveira, 2012.

Além de sistemas meteorológicos de grande escala, como frentes e ciclones, também existem os fenômenos meteorológicos de microescala (≥ 20 km). Eles podem influenciar localidades trazendo consequências imprevisíveis. Nuvens de tempestade associadas à passagem de sistemas meteorológicos transientes, por exemplo: Cumulonimbus (CB) ou mesmo uma Nuvem Torre (TCU), podem gerar tempo adverso. Frequentemente a ocorrência de chuva forte acompanhada de descargas elétricas (raios) e precipitação de granizo são observados nesse tipo de tempestade mais localizada.

Sem aviso prévio, tempestades de chuva forte e curta duração atingiram a região dos municípios da Costa Doce em 30/09/2020. Os moradores do bairro Costa Doce em Arambaré foram surpreendidos com uma chuva de granizo naquela tarde (figura 33).



Figura 33 - Granizo em Arambaré.
Fonte: Martins, 2020.

Outra consequência dessas tempestades de curta duração são os ventos fortes. Foi o que aconteceu na noite de 11 para 12 de junho de 2020, entre Camaquã, Cristal e Arambaré. Destelhamentos ocorreram por toda a região (figura 34).



Figura 34 - Imagens de destelhamentos no interior de Arambaré.

Fonte: Clic Camaquã, 2020.

Em outra ocasião, várias árvores e postes caíram (figura 35), complicando o acesso de motoristas que trafegavam pela ERS-350 com destino à Arambaré, além de deixar centenas de moradores da região sem energia elétrica por horas.



Figura 35 - Imagem de postes tombados na entrada de Arambaré.

Fonte: Clic Camaquã, 2020.

Com certa frequência, esses eventos ocorrem de forma mais concentrada, em especial no entorno da Costa Doce, em forma de trombas d'água. Embora esse nome seja erroneamente associado à chuva torrencial localizada, o popular “toró”, na realidade trata-se de um tornado formado sobre a superfície líquida (mar, rio ou lago). Eles ocorrem devido à interação entre a forte instabilidade atmosférica e a Lagoa, sendo gerados por mudanças repentinas na direção da brisa e com a diminuição na pressão atmosférica local em virtude de uma variação de temperatura entre a própria Lagoa e a atmosfera acima dela, o que cria um ambiente com forte cisalhamento e levantamento do ar.

Essa combinação pode gerar uma espiral de vento chamada “tuba” de aspecto límpido que se conecta entre a base da nuvem e a superfície d’água, sugando água e casualmente alguns peixes que por ali estiverem nadando. Em casos raros é possível que gere um fenômeno conhecido como “chuva de peixes” nas imediações. O fenômeno já foi observado diversas vezes, não apenas na praia de Arambaré, mas também em diferentes balneários na região (figuras 36 e 37).



Figura 36 - Tromba d’água avistada em Arambaré em (14/12/2011).

Fonte: Fábio Raphaelli (arquivo pessoal) via G1, 2011.



Figura 37 - Imagem da tromba d'água em (31/01/2020), na Laguna dos Patos em Arambaré.

Fonte: Launi de Fraga Guedes via postagem de Tornados no Brasil, 2020.

Em entrevista concedida ao jornal Correio do Povo, em junho de 2016, o climatologista e professor do Departamento de Geografia da UFRGS, Francisco Eliseu Aquino, falou sobre os impactos das mudanças climáticas no Rio Grande do Sul. Ele diz: “O que observamos neste cenário de mudança climática global e seu efeito no Sul do Brasil é uma intensificação dos contrastes. O Estado sempre teve as quatro estações do ano bem marcadas. O que observamos é que a intensidade desses fenômenos

está aumentando e, claro, a sequência desses eventos se tornam importantes. O Estado deverá sofrer nas próximas cinco décadas com esses incrementos climáticos em todas as estações do ano. É uma característica esperada para regiões no planeta que tenham as mesmas semelhanças que o Rio Grande do Sul, por conta da mudança da circulação geral da atmosfera”. Ele também salientou a importância para que gestores públicos e empresários façam investimentos em pesquisas na área do clima e invistam na divulgação do serviço de previsão do tempo para a sociedade, conforme registrado no site do Sindicato dos Engenheiros-RS (SENGERS, 2016).

6. Mapeamento de áreas de risco

Neste capítulo trataremos sobre a importância do mapeamento de risco e passaremos para o mapeamento de Arambaré, com o desenvolvimento de materiais específicos para o município.

Nesse contexto, cita-se como um evento comum que representa um risco para a população as inundações urbanas, caracterizadas pelo extravasamento do canal de drenagem devido ao aumento do nível dos rios e conseqüentemente o aumento da vazão desses afluentes. De acordo com Saavedra, Muñoz e Reis (2015), a suscetibilidade à inundação de uma região pode ser compreendida como o conjunto de condicionantes naturais que predisõem que a área seja inundada, e que podem ser observadas anteriormente à ocorrência de um evento.

Sabemos que ao decorrer dos anos o processo de urbanização tem se intensificado, podendo ser um dos agravantes no processo de inundações, uma vez que gera maior pressão sobre a infraestrutura urbana. Só na década de 1960 o processo de

urbanização brasileira atingiu 44,6%, taxa significativamente elevada (MONTEIRO, 2004). Segundo Guerzoni Filho (2014), estima-se que o prejuízo econômico relacionado aos eventos de inundação e enchentes no Brasil nos últimos dez anos foi de cinco bilhões de reais, colocando o Brasil no 18° lugar no ranking de países que mais sofrem prejuízos econômicos decorrentes de chuvas.

Nesse cenário, o sistema hídrico é um dos primeiros a apresentar os sinais da interferência decorrente de um processo de urbanização inadequado, principalmente por falta de planejamento e aumento de impermeabilização urbana. Os problemas apresentados no sistema hídrico podem ser o assoreamento de rios, o incorreto sistema de drenagem, que acaba por alterar os parâmetros de vazão e escoamento superficial, além de ocupação das áreas de várzea.

Segundo Tucci, Porto e Barros (1995), as cheias em áreas urbanas são consequência de dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada: as enchentes em áreas ribeirinhas, que são cheias naturais e que ocupam o leito maior dos rios; e os eventos decorrentes da urbanização, que são enchentes provocadas pelas modificações impostas pelo ser humano no meio em que vive. No caso específico da inundação, a unidade de

planejamento e gestão é a bacia hidrográfica, considerada como um sistema de múltiplas relações em que os elementos naturais e as ações antrópicas estão interligadas, influenciando, assim, na dinâmica da bacia e dos municípios envolvidos (FONSECA, 2020).

Algumas medidas estruturais favorecem diretamente o amortecimento dos escoamentos causados pelas precipitações intensas atuando sobre a macrodrenagem com a finalidade de reduzir o pico das enchentes. O planejamento dos sistemas de drenagem urbana deve ser uma combinação adequada entre medidas estruturais e não estruturais visando critérios econômicos e ambientais. Segundo Rezende (2010), as medidas para o controle de inundação são classificadas em estruturais (extensivas e intensivas) e não estruturais, conforme detalhado na tabela 3.

Como instrumentos legais para as ações de planejamento e considerados medidas não estruturais, visto que são ferramentas que fornecem embasamento para a implantação das medidas estruturais, estão inseridos: os Planos Diretores Municipais, as delimitações e especificações do uso do solo por meio de Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEEs), a manutenção das Áreas de Preservação Permanentes

(APPs), os Planos de Drenagem Urbana e Rural, entre outros.

Tabela 3 - Classificação das medidas de controle de inundação.

Estruturais	Extensivas	Modificam as relações entre precipitação e vazão.
	Intensivas	Atuam nas grandezas hidráulicas e características hidrodinâmicas do escoamento
Não Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> • Regulamentação do uso do solo e zoneamento das áreas de inundação • Construção à prova de inundações • Sistema de previsão e alerta de inundações • Educação ambiental 	

Fonte: Adaptado de Rezende, 2010.

Segundo Tucci (2005) os mapas de perigo (físico-ambiental), vulnerabilidade (social) e risco (socioambiental) fazem parte do conjunto de medidas não estruturais, e são considerados importantes instrumentos técnicos que fornecem

subsídios a ações de planejamento e regulamentação.

A integração entre modelos hidrológicos e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) vem crescendo significativamente nos últimos anos, principalmente em mapeamentos de áreas de inundação, seja em áreas urbanas ou rurais, em virtude principalmente do potencial que essa ferramenta apresenta na combinação de dados de tipos e formatos diferentes (CABRAL, 2016; ARAUJO *et al.*, 2019). O emprego do geoprocessamento como instrumento auxiliar à análise ambiental na gestão pública e aos gestores serve para aquisição, manipulação, armazenamento, combinação, análise e recuperação de informações importantes que direcionam à tomada de decisões (BRAGA *et al.*, 2020).

Vários estudos têm sido realizados visando a busca por novas metodologias para identificação de áreas suscetíveis à inundação, algumas mediante a classificação de imagens, outras por meio do modelo digital de elevação (MDE), bem como a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas. Entretanto, na maioria dessas metodologias, as condicionantes não são analisadas de forma conjunta, o que dificulta um entendimento mais completo da espacialização do

fenômeno ao longo da bacia hidrográfica (MOURA *et al.*, 2019).

Portanto para a análise do mapeamento de risco de inundação no município de Arambaré-RS, com uma população de 3.693 habitantes e uma área de 519,124 km² (IBGE, 2010), a metodologia adotada foi o método de AHP (*Analytic Hierarchy Process*) proposto por Saaty (1977). A modelagem digital foi realizada no *software* QGIS e executada uma rotina no módulo dentro do *software*.

Os mapas dos fatores ambientais - altitude, classes de declividade, tipo de solo etc. - foram obtidos do mosaico SRTM e via processamento na plataforma, sendo reclassificados em classes, as quais receberam valores em uma escala de zero a dez. As cenas de imagens utilizadas são imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), resolução espacial de 30 m, DATUM WGS84, O sistema de coordenadas planas utilizado foi o Datum SIRGAS 2000, fuso 22 Sul. As imagens estão disponíveis gratuitamente no site do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE).

Com o modelo digital de elevação (MDE) definiu-se o mapa de declividade para a região em formato matricial e associado ao uso do solo. Em sequência foi definida uma escala linearmente hierárquica de importância entre esses fatores. A

reclassificação dos mapas variou entre 0 a 10, sendo que o valor 0 foi atribuído a classes menos suscetíveis e o valor de 10 a classes mais suscetíveis à inundação.

A matriz de comparação foi realizada e aplicada no *software*, no qual os mapas foram cruzados utilizando método de álgebra da ferramenta *Raster Calculator*, obtendo a interação dos dados coletados. Para verificar a consistência dos pesos estatísticos calculados será verificada a razão de consistência (equação 1), a qual deve ser menor que 0,10 para que o modelo seja aceitável.

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

(Equação 1)

Em que:

RC é a razão de consistência;

IR é o índice aleatório;

IC é o índice de consistência.

Sendo assim, após a validação dos pesos estatísticos, para a elaboração do mapa de risco de inundação, utiliza-se o modelo matemático da equação 2, neste caso, específica para o município de Arambaré.

$$\text{Risco de inundação} = (0,5653 \times D) + (0,2439 \times A) + (0,0639 \times CS)$$

(Equação 2)

Em que:

D é o Mapa de declividade (%);

CS é o Mapa de classe de solo;

A é o Mapa de altitude (m).

Durante o ano de 2019 o município de Arambaré-RS apresentou ajustes no Plano de Contingência adotado anteriormente em 2018, indicando as áreas de risco do município, conforme a tabela 4. Além de áreas de risco também foram inseridas quais ações devem ser desenvolvidas sempre que houver a necessidade de respostas rápidas a emergências e desastres.

Algumas dessas ações são o monitoramento e contenção das águas, assim como a rápida identificação e resgate das vítimas e a avaliação de danos. Em conformidade com o Plano de contingência, o mapa temático de classe de solos, utilizado para a geração do mapa de risco de inundação apresentado na figura 38, inclui dois tipos de solos.

Tabela 4 - Áreas de Risco do Município.

Local	Risco	Observações
Margens do Arroio Velhaco	Enchentes e inundações	Pontos de risco variado no grau de periculosidade
Estradas do interior do município	Erosão, trafegabilidade e isolamento de comunidades e propriedades rurais	Estradas de solo arenoso com alto risco de danos severos
Pontes no interior do município	Erosão de cabeceiras, desabamento, trafegabilidade e isolamento de comunidades e propriedades rurais	Algumas pontes no interior do município com alto risco de danos devido ao estado precário em que se encontram atualmente
Lavouras e áreas rurais Agropecuária	Queda de granizo, estiagem, seca, enxurradas e enchentes	As lavouras do município, em sua maioria de arroz e soja, estão suscetíveis aos eventos climáticos

Fonte: Elaboração própria.

A classificação dos solos foi retirada da base de dados da EMBRAPA, sendo que a maior parte do município apresenta o solo de classe Planossolo Hidromórfico. Saliente-se que essa classe de solo

tem como sua principal característica ser mal drenado, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, tendo também uma permeabilidade lenta, interfere diretamente no ciclo hidrológico e a resposta de escoamento superficial em picos de cheia.

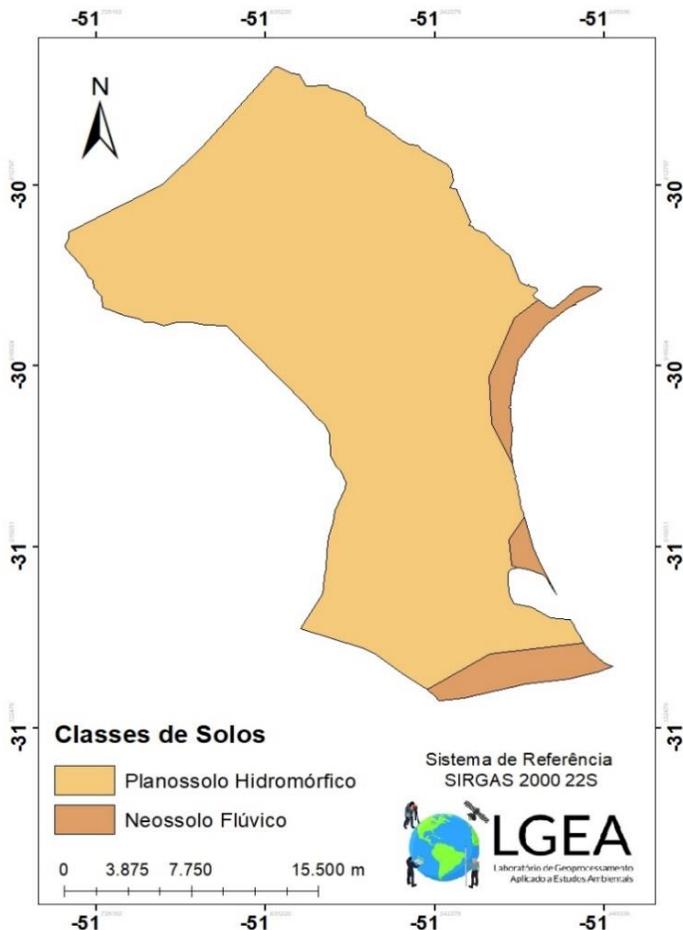


Figura 38 - Classes de Solos.
 Fonte: Elaboração própria.

O segundo solo apresentado pelo município é o Solo Neossolo Flúvico um solo pouco desenvolvido e muitas vezes considerado apenas massa de solo. Outro fator relevante é que essa classe de solos só

é encontrada próximo à costa por ser solo trazido por meio de erosão, assim como sedimentos transportados por processos fluviais e ali depositados. A figura 39 apresenta a rede de drenagem do município e as bacias hidrográficas delimitadas por meio da *Hidrology* dentro da plataforma do *software* utilizado, a partir das imagens de satélite Lansad 5, extraídas da plataforma TOPODATA, a qual apresenta uma base de dados disponibilizadas pelo INPE.

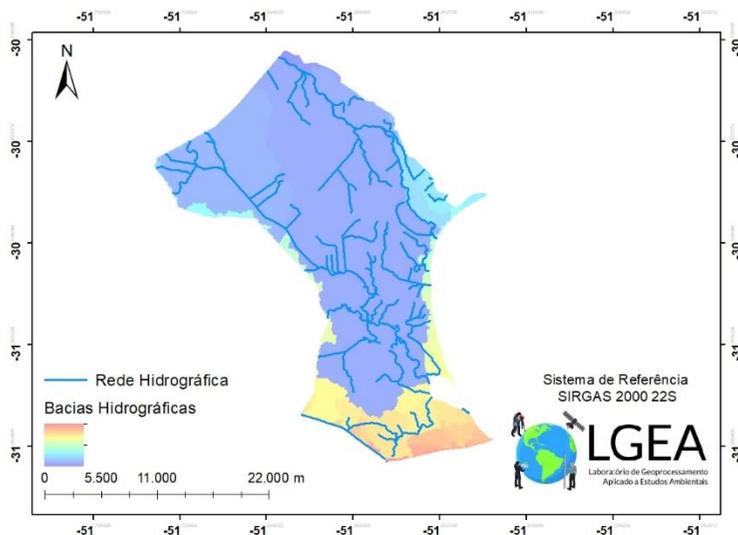


Figura 39 - Bacias Hidrográficas e Rede de Drenagem.

Fonte: Elaboração própria.

Por meio da rede de drenagem podemos observar que praticamente todos os exutórios das

bacias encontradas se direcionam exatamente para a área costeira do município e, conseqüentemente, para a área urbana do município. A fim de facilitar a análise, somente foram consideradas as bacias de maior influência hídrica, sendo elas as duas em azul mais escuro e a outra, mais ao sul do município, em tom amarelo.

Geralmente áreas com risco alto são identificadas principalmente nas proximidades de corpos hídricos, por conta do possível transbordamento destes. Quanto maior a altitude e declividade, menos suscetível é a área à ocorrência de inundações (OLIVEIRA; SALDANHA; GUASSELLI, 2010; KANG *et al.*, 2013; RUDARI *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

As áreas que apresentam risco altíssimo e alto de inundação estão, em sua maioria, sobre as áreas de relevo plano a suave ondulado (BRAGA *et al.*, 2020). Na figura 40 é possível observar o mapa altimétrico do município em metros.

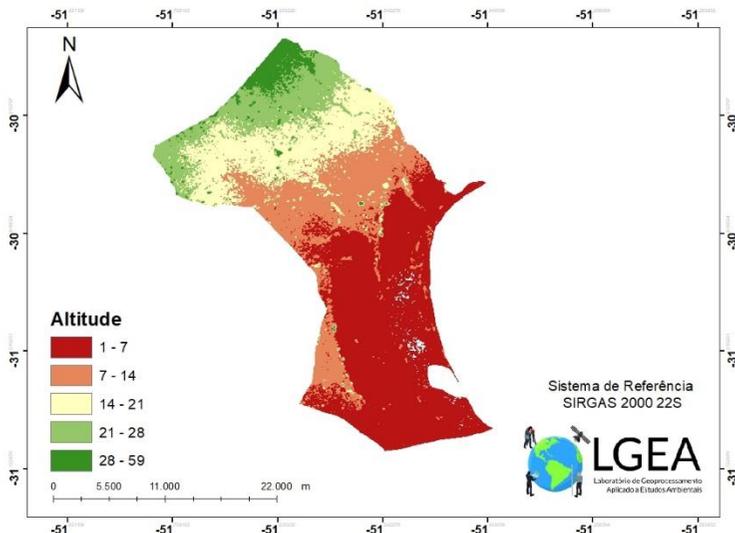


Figura 40 - Mapa de Altitudes.

Fonte: Elaboração própria.

No mapa de altitudes podemos observar claramente que a partir do meio do município a variação altimétrica é muito pequena e que novamente a área com menor altitude é a área urbana e costeira. Essas áreas do município apresentam um relevo praticamente plano, o que, associado ao solo com má drenagem, propicia um acúmulo de pontos de inundação e pode interferir um tempo de concentração das bacias hidrográficas quanto ao volume de chuva em relação ao tempo. Os padrões do relevo são determinantes para a delimitação de áreas suscetíveis a inundações e enchentes (OLIVEIRA; GUASSELLI, 2011).

Outro fator de extrema importância é que as alterações ambientais por interferência antrópica, principalmente pela ocupação de áreas próximas dos cursos d'água e em áreas de baixa declividade, ocasionam mudanças na cobertura vegetal, por diversas vezes aumentando o escoamento superficial. Quanto menor for a declividade do local, mais a capacidade de escoamento tende a diminuir, gerando por consequência um maior tempo de retenção e acúmulo de água em eventos extremos. A figura 41 apresenta o mapa de declividade em porcentagem gerada a partir do modelo digital de elevação do terreno (MDE).

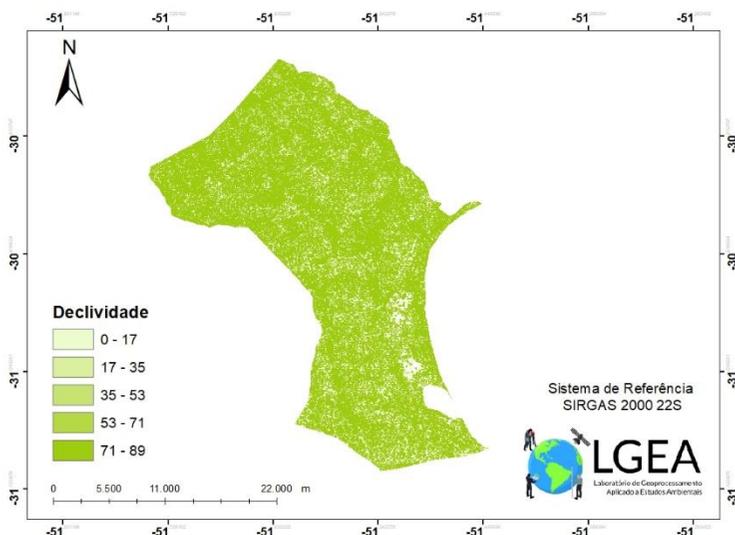


Figura 41 - Mapa de declividade.

Fonte: Elaboração própria.

Após a reclassificação e concessão dos valores referentes ao grau de susceptibilidade, definido a partir da importância de cada fator, e com o auxílio da ferramenta “*raster calculator*” do *software* utilizado operou-se a álgebra de mapas, gerando então o mapa temático de Risco de Inundação (figura 42).

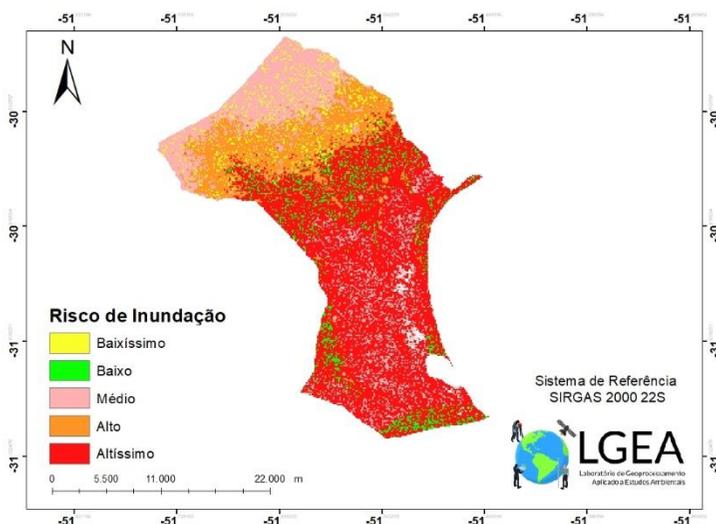


Figura 42 - Mapa de Risco de Inundação Arambaré-RS.
Fonte: Elaboração própria.

No mapa de risco de inundação observam-se as áreas de risco para o município de Arambaré-RS em cinco níveis de susceptibilidade - Baixíssimo,

Baixo, Médio, Alto e Altíssimo -, conforme indicado na literatura. Como visto na figura 42 a maior parte do município apresenta de médio a altíssimo risco de inundação. Destacam-se as áreas do município como de risco alto, posto que são as áreas que margeiam os corpos hídricos.

Segundo Araujo (2018), as ferramentas de SIG e técnicas de análise multivariada têm sido empregadas em diferentes áreas do conhecimento e em análises ambientais e de recursos hídricos, ganhando cada vez mais espaço no meio das pesquisas. O mapa de risco de inundação gerado pelo método AHP pode ser utilizado como medida mitigadora de problemas alertando a população e os órgãos governamentais.

A avaliação de risco é de fundamental importância para um bom planejamento e desenvolvimento das estratégias de redução de desastres. Ressalta-se ainda, devido ao fato de o município ser extremamente plano, que a aquisição de dados LIDAR em uma escala de 1:1000 permitiria gerar simulações de inundação realísticas para a área.

7. Plano de contingência

A vulnerabilidade dos assentamentos populacionais, diante dos riscos de desastres ambientais, suscitou a necessidade de organização das sociedades para responderem de forma rápida e eficaz a eventos adversos. Por se tratar de uma preocupação mundial, protocolos internacionais com diretrizes e metas foram lançados ao longo dos anos com o objetivo de orientar países com as mais diversas realidades físicas, estruturais, climáticas e financeiras.

O Marco de Hyogo, posteriormente o Marco de Sendai e a Agenda 2030 da ONU são exemplos de protocolos que determinam metas e servem de base para o desenvolvimento de estratégias para a redução de riscos de desastres e também disseminam informações de experiências adquiridas entre os países. O Brasil, como signatário desses protocolos, começou a adequação de suas políticas e processos, originando os planos de contingência como os conhecemos hoje.

Dessa forma, o plano de contingência é um processo de gestão que analisa os riscos de desastres e estabelece arranjos, procedimentos e ações, com a antecedência necessária, para permitir respostas oportunas, eficazes e adequadas

visando reduzir a possibilidade de perdas materiais e humanas, ou seja, permitem que se esteja em prontidão, preparando-se com antecipação para uma possível emergência (IFRC, 2007; AMORIM; QUELHAS; MOTTA, 2014; UNDRR, 2020). De acordo com a IFRC (2007), a preparação é baseada em eventos específicos ou riscos conhecidos em nível local, nacional, regional ou mesmo global (por exemplo, terremotos, enchentes ou surtos de doenças) e estabelecem procedimentos operacionais para resposta com base nos recursos e capacidades previstos. No Brasil, o Plano de Contingência (PLANCON) também é conhecido por Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) (MORAIS, 2019) e tem por objetivo principal estabelecer, frente a desastres ambientais, uma série de atividades para as equipes competentes em cada município.

O Plano de Contingência pode ser definido também como o documento que registra o planejamento, elaborado a partir de um estudo sobre cenários de risco de desastres, estabelecendo os procedimentos para ações de monitoramento, de alerta e alarme, assim como ações de preparação e resposta ao evento adverso. Sendo assim, todo Plano de Contingência tem a função de preparar instituições, profissionais e a população para uma resposta efetiva ao desastre. Seu desenvolvimento

envolve a tomada de decisão de forma antecipada no que diz respeito à gestão dos recursos humanos e materiais a serem utilizados em uma situação emergencial (PROJETO GIDES, 2018).

“A resposta a desastres e o planejamento de contingência levam a prontidão para antecipação de uma emergência. Isso inclui gerenciamento de recursos humanos e financeiros, disponibilidade de suprimentos de emergência, e procedimentos de comunicação. Esse planejamento pode ajudar a mitigar os efeitos destrutivos de um desastre, garantindo oportuna e eficaz prestação de ajuda humanitária aos mais necessitados. O tempo gasto no planejamento de resposta a desastres é igual ao tempo economizado quando um desastre ocorre. Atrasos na prestação de serviços podem resultar em sofrimento desnecessário para indivíduos e famílias afetadas por um desastre, e criar encargos para aqueles que respondem. Planejamento eficaz de resposta a desastres leva a operações de socorro oportunas e eficazes. Também ajuda a construir expectativas realistas (IFRC, 2007, p. 7).”

No Brasil, duas leis federais fundamentam os planos de contingência e sua aplicação. A Lei n. 12.608/2012, art. 8º, inciso XI, dispõe que é responsabilidade dos municípios elaborar planos de

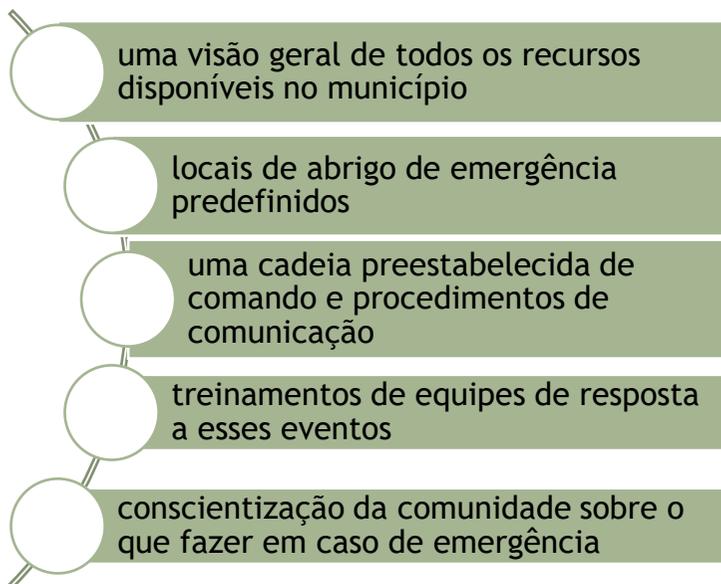
contingência, os quais têm como principal objetivo definir mecanismos de preparação e resposta a possíveis desastres. Esse processo possibilita que os municípios estejam preparados para tais situações e que proporcionem o processo de gestão municipal sistemática, preocupando-se com a atualização contínua desse documento e com ações correlacionadas para a Defesa Civil (figura 43).



Figura 43 - Identidade visual da Defesa Civil Nacional.
Fonte: Brasil, 2021.

A Lei n. 12.340/2010 dispõe sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas, dentre outras providências (PROJETO

GIDES, 2018). Isso porque no decorrer de uma situação de emergência real existe a necessidade de ações rápidas e eficazes e para que isso seja possível é essencial que o município tenha:



Essas informações são necessárias para que quando alertas forem emitidos as informações cheguem a todos os atores envolvidos com rapidez e todos saibam exatamente o papel que têm no processo de resposta, no sentido de evitar que vidas não se percam e agir na minoração dos danos. O processo de planejamento de contingência é um processo contínuo e deve ser atualizado regularmente, além de ser publicizado. Por esse

motivo é importante que o mapeamento das áreas de risco seja revisto após cada evento para a atualização e inclusão de novas áreas suscetíveis a desastres. Seria importante também que, a partir desse mapeamento das áreas de risco, a população fosse avisada **antes** que pessoas se instalassem nesses locais. Desse modo estariam cientes dos riscos que correm, por exemplo, quando buscassem uma licença para construção, instalação de serviços como fornecimento de energia elétrica ou qualquer outro serviço público. Isso poderia evitar a ocupação de áreas sabidamente sujeitas a desastres. Um alerta como um tipo de pintura diferente nos postes de energia de todas as áreas com risco de alagamento faria com que as pessoas não deixassem seus automóveis estacionados em dias de muita chuva e chamaria a atenção de possíveis novos compradores de imóveis interessados em morar na localidade.

Plano de contingência de Arambaré

Situado na Costa Doce do Rio Grande do Sul, o município de Arambaré possui uma secretaria relacionada ao gabinete do prefeito, cuja estrutura inclui, além da prefeitura, os bombeiros civis e voluntários municipais. A cidade possui dois planos

de contingência ativos atualmente. O primeiro é o Plano de Contingência e Ação do Município de Arambaré para Infecção Humana COVID-19 de 2020, que define o nível de resposta e a estrutura de comando frente à pandemia de coronavírus e surgiu da emergência que a doença se tornou. O segundo é o Plano de Contingência para Emergências e Desastres de 2019, objeto deste capítulo, o qual estabelece os procedimentos para órgãos predeterminados, responsáveis por apresentar uma resposta rápida e eficiente às emergências e desastres. Acrescente-se que o Plano de Contingência para Emergências e Desastres é contínuo e mantém a cidade em alerta máximo todo o tempo.

A cidade de Arambaré está localizada na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) Arroio Velhaco, posicionada nas áreas mais baixas da bacia do Rio Camaquã em uma planície cuja declividade varia entre 0 e 5 graus. Também fica às margens da Laguna dos Patos (como dito, a maior da América do Sul), na foz do Arroio Velhaco, conforme mostra a figura 44 (ARAMBARÉ, 2018).

Essa posição a coloca em risco durante as cheias da bacia. Aliás, a hidrologia de toda região em torno da Laguna dos Patos é influenciada por

vários fatores como a precipitação nas bacias de drenagem que deságuam na laguna, os fortes ventos que castigam a região e as marés, já que a laguna é ligada ao mar por meio de um canal localizado em sua extremidade sul (COPPE, 2019). Assim, nas épocas de chuvas, o município sofre com alagamentos frequentes (Arambaré, 2018) pela grande quantidade de precipitação, mas também pela dificuldade de drenagem da água da chuva para a laguna em decorrência do aumento do nível de suas águas durante esses eventos.



Figura 44 - Fotografia da Foz do Arroio Velhaco.
Fonte: Mapio, s.d.

Arambaré possui áreas urbanas e rurais, sendo a área urbana subdividida em dois distritos e toda a área restante do município sendo considerada como região rural, com atividades agrícolas e pecuárias, a saber:

- O 1º Distrito, onde fica localizada a sede do município, se estende entre Tapes e o limite do 2º Distrito e é composto pelos bairros Caramuru, Cibislândia, Centro e Costa Doce.
- O 2º Distrito compreende Santa Rita do Sul. Possui um subprefeito.

O acesso à cidade de Arambaré se dá por duas vias. A principal via de acesso ao município é a rodovia estadual RS-350, a partir do quilômetro 396 da BR-116, asfaltada até a entrada da cidade. A via de acesso secundária é uma rota que reúne uma parte asfaltada e uma parte sem asfalto, da RS-717 que liga a BR-116 a Tapes, por uma estrada vicinal que interliga Tapes e Arambaré. Como o município está às margens da Laguna dos Patos, o acesso também pode ocorrer por barco, pela laguna, que é navegável.

Segundo o Plano de Contingência para Emergências e Desastres do município, cabe ao Prefeito e ao Coordenador Municipal de Defesa Civil

o acionamento do plano em caso de emergências e desastres. Na elaboração do Plano de Contingência foram listadas 4 áreas de risco em Arambaré:

- Margens do Arroio Velhaco.
- Estradas do Interior do Município.
- Pontes do Interior do Município.
- Lavouras, áreas rurais e agropecuária.

A identificação das áreas de risco é fundamental para saber efetivamente as condições às quais a região está sujeita. Vale a pena frisar que a avaliação e o mapeamento das áreas de risco devem ser constantes pois podem sofrer alterações com o tempo, o que demandaria mudanças no plano de ação regional. Além dos riscos já identificados no Plano de Contingência existem outros pontos a serem observados em caso de desastres ambientais, naturais ou não, por exemplo:

- Abastecimento de água potável para a cidade em uma situação de emergência.
- Interrupção das rotas terrestres, de entrada e saída, do município.
- Fornecimento de energia elétrica.
- Remoção rápida de paciente graves.
- Em caso de desastre com produto químico ou combustível, o que fazer?

Dentre os problemas mais frequentes no município de Arambaré, pode-se citar:



Segundo a Defesa Civil municipal, a frequência desses acontecimentos está entre moderado e eventual. Entretanto, já houve eventos extremos como os listados no capítulo 5 em que decretos de emergência foram emitidos. Além disso, as mudanças climáticas observadas no planeta nos deixam apreensivos a respeito de eventos extremos no futuro. Analisaremos então cada área de risco indicada e ainda outras, que merecem uma observação maior segundo o julgamento deste grupo.

Historicamente o Arroio Velhaco, principal curso d'água do município de Arambaré, é usado para a irrigação do arroz, o que provocou muitas disputas por causa da instabilidade da vazão do arroio. Apesar de vários grupos tentarem gerenciar essas questões, foi preciso recorrer à justiça. A inconstância da vazão gerou a instalação de represas para garantir a irrigação. Um grupo formado pelo Departamento Estadual de Recursos Hídricos (DRH), pela Promotoria de Justiça de Camaquã e pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã iniciou em 2018 um processo de estabilização e recuperação do Arroio Velhaco. A ideia é que permaneçam 10 das 16 represas existentes e que os canais de irrigação dessas represas sejam unificados. Além disso, o projeto prevê o desassoreamento do canal do arroio e a recuperação da mata ciliar de suas margens (COMITÊ CAMAQUÃ, 2018; Arambaré, 2018).

Tais ações podem trazer grande benefício para o arroio, mas o que não se sabe ainda é como isso influenciará o regime de cheias do rio e os eventos de alagamento na região. Se a retirada das 6 represas resultar na diminuição da quantidade de água retirada do arroio para irrigação isso aumentará o volume de água na calha principal do arroio? Isso pode influenciar na incidência de enchentes? A velocidade do fluxo das águas do

arroio, mudaria? Apresentaria algum risco ao seu entorno e à própria cidade? Essa é a primeira etapa de um trabalho que prevê novos estudos na recuperação integral da sub-bacia do Arroio Velhaco. Está prevista também a criação de um programa de conservação do solo, privilegiando a revitalização das vertentes e a eliminação de todas as represas com projeto integrado de irrigação, de acordo com as ações previstas no Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã.

Hoje, as populações residentes no entorno do rio são as mais atingidas por alagamentos e inundações, principalmente nos bairros Caramuru e Cibislândia, como nas ruas São Sepé, no entroncamento das ruas Saldanha José Pereira e Rosalina Ribeiro, Rua Virgílio G. Silva, Rua Zapican, Rua São João, Rua Adelino Machado. Nos bairros Centro e Costa Doce os locais mais suscetíveis a inundações são o entroncamento da Rua Luís Delfino Scherer com a Rua Jacó Centeno, Rua dos Navegantes, além da Rua João Nunes entre João Xavier Pereira e Gustavo Xavier.

Ao considerarmos o risco de inundações e alagamentos, um ponto importante a ser observado no Plano de Contingência do município de Arambaré é o fato de a RS-350 em direção à Tapes, pelo município, atravessar a ponte sobre o Arroio

Velhaco, figura 45, local sujeito a inundações. Trata-se de uma ponte de madeira, de pista única em que a direção do fluxo é feita por um sistema de sinal luminoso, figura 46. No caso da elevação do nível das águas do arroio acima da altura da ponte o tráfego por ela seria interrompido. Isso deixaria o município com apenas uma entrada e saída para evacuação da população em caso de emergência, assim como para transporte de bens e serviços. A RS-350 seria também o único acesso ao hospital mais próximo e, assim, a única via possível para ambulâncias e carros de bombeiros.

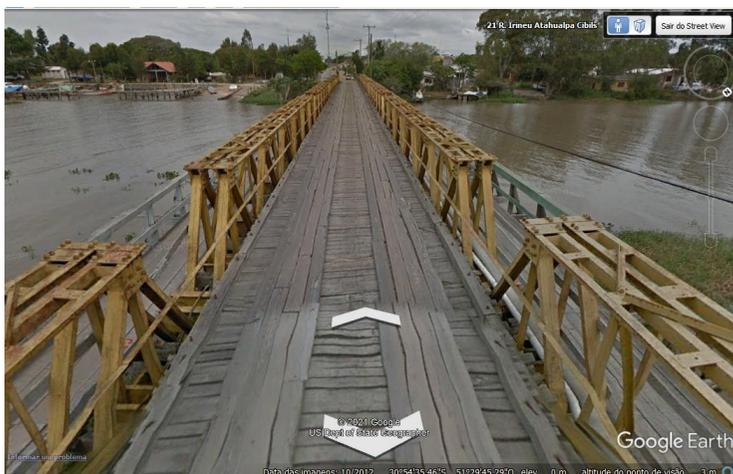


Figura 45 - Imagem da Ponte sobre o Arroio Velhaco em Aramaré, RS.

Fonte: Google Earth Pro.

Ademais, o Plano de Contingência da cidade indica nas pontes do município os riscos de erosão de cabeceiras, desabamento, trafegabilidade e isolamento de comunidades e propriedades rurais. Desse modo, no caso da RS-350 sofrer algum tipo de bloqueio na saída para a BR-116, a cidade de Arambaré dependerá da saída pela cidade vizinha de Tapes. Nesse caso, a travessia da ponte sobre o Arroio Velhaco será fundamental para o deslocamento de todos os insumos necessários para a cidade e se daria por esse trajeto de continuação da RS-350, que dentro da área urbana de Arambaré é pavimentado por paralelepípedos e PVS, e após o final da área urbana, é de terra, até Tapes.



Figura 46 - Fotografia da Ponte sobre o Arroio Velhaco e a sinaleira de controle de fluxo de trânsito.

Fonte: Rodrigues, 2011.

Outras estradas vicinais do município também são de terra, e o solo arenoso da região acentua os riscos de danos severos como erosão. Em caso de um desastre ambiental, a obstrução dos acessos além de interferir na trafegabilidade e no isolamento de comunidades e propriedades rurais também dificultaria o socorro às vítimas.

Observando o Plano Municipal de Saneamento Básico de Arambaré, de 2018, realizado por meio de um convênio entre a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS),

que apresenta um diagnóstico detalhado das condições sanitárias da cidade, viu-se que em caso de desastres, no que se refere ao fornecimento de água potável para a população, Arambaré possui uma situação relativamente tranquila acerca da obtenção desse recurso pois a água consumida na cidade é retirada de um manancial subterrâneo por meio de 5 diferentes pontos de captação, o que reduz muito o risco de falta de água.

Ainda no contexto do fornecimento de água potável, este só se tornaria um ponto problemático para o município caso houvesse uma contaminação do manancial. Contudo, cuidados preventivos para evitar esse problema devem ser tomados evitando o transporte de produtos químicos e combustíveis nas fontes de abastecimento do manancial e cuidando também quanto a possíveis contaminações causadas pelo esgoto e por resíduos sólidos urbanos. A degradação de mananciais subterrâneos é um pouco mais difícil, pois depende de o contaminante alcançar o reservatório por infiltração, por exemplo. A contaminação das águas superficiais, além de fácil, é bastante comum, pelo contato com resíduos (domésticos, industriais, perigosos) e efluentes (domésticos e industriais), podendo se transformar em um problema de saúde pública no caso da população exposta a águas de inundação contaminadas.

Outro fato preocupante no caso de um desastre interferir no abastecimento de água potável para a população estaria relacionado à baixa capacidade de armazenamento que o município possui. Arambaré tem 3 reservatórios de água. Um deles está localizado no 2º Distrito, em Santa Rita do Sul, o qual está desativado. Os outros dois ficam no 1º Distrito, mas um deles é usado exclusivamente para a lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA) da cidade. Desse modo, somente um reservatório acaba sendo utilizado para armazenamento de água, com capacidade de 250m³. Segundo o IBGE (2020), a população estimada de Arambaré era de 3.562 habitantes. Se considerarmos o consumo médio de água no Brasil por habitante, que, segundo Ferreira (2018), é de 154 litros de água por dia. Assim, o consumo diário da população seria de 548.548 litros por dia, o que evidencia que o consumo seria muito maior que a capacidade de armazenamento do reservatório de 250.000l. A situação seria ainda mais preocupante no verão, quando milhares de turistas escolhem Arambaré para passar a estação.

Além disso, o bombeamento da água tratada para o reservatório é realizado por bombas, então o fornecimento de energia elétrica é primordial para a manutenção do abastecimento de água, uma vez que o município não possui geradores ou

qualquer outra forma alternativa de fornecimento de energia para uma emergência. Já que a distribuição e a transmissão de energia elétrica são feitas pela Companhia Estadual de Energia (CEEE) a partir da sede da Gerência Regional da companhia em Camaquã, também responsável pelo atendimento dos consumidores de 14 municípios. Em Camaquã estão localizadas as subestações que atendem Arambaré, fornecendo também os serviços de manutenção da rede e instalações para Arambaré. A cidade possui apenas um posto de atendimento ao consumidor para solicitação de serviços e esclarecimento de dúvidas, inaugurado em 2016, entretanto o funcionamento está condicionado à liberação das atividades do município devido à pandemia. Nesse caso, a população tem à disposição somente a agência virtual, em caso de necessidade.

Essa dependência do município vizinho no que se refere ao fornecimento de eletricidade deixa a cidade muito mais vulnerável em caso de desastres. Havendo interrupção na transmissão de energia e problemas de tráfego nas vias de acesso, como seria restaurado o serviço? Quanto tempo isso pode acrescentar ao período de interrupção? Os locais de comando e responsáveis por respostas em caso de desastres (Defesa Civil, Bombeiros, Prefeitura, Abrigos) possuem geradores ou outra

alternativa ao fornecimento de energia para suprir as necessidades emergenciais? Esse tipo de deficiência pode influenciar negativamente em um momento de crise.

A UPGRH Arroio Velhaco, segundo o Plano de Saneamento Básico, é a que possui a segunda maior demanda de água da bacia. Ainda, o consumo direto da água do Arroio Velhaco, sem tratamento, não é indicado pois suas águas são classe 4, que, conforme a Resolução Conama n° 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), só podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Portanto, todo o consumo humano, dessedentação animal e irrigação - as maiores demandas do município - não podem ser atendidas pelas águas do rio. Uma solução possível seria a instalação de fontes alternativas de geração de energia elétrica como a energia solar, figura 47, o que resolveria, por exemplo, o abastecimento de energia para as bombas de fornecimento de água, em caso de emergência.



Figura 47 - Usina Fotovoltaica de Solo.
Fonte: Eng3, 2018.

Na zona rural de Arambaré o abastecimento também é realizado por meio do manancial subterrâneo. Apenas o abastecimento para o consumo animal é realizado por açudes instalados nas propriedades. Salienta-se ainda que as águas do Arroio Velhaco correm por várias cidades e áreas usadas na agricultura, o que pode influenciar a qualidade de suas águas.

Existem atividades que podem agir na contaminação das águas e do solo, como o cemitério municipal localizado na beira do arroio, em área de proteção ambiental (APP), onde os sepultamentos ocorrem no solo, como mostra a figura 48. Segundo a página de Gestão Ambiental referente a licenças, no site da Prefeitura, o cemitério possui uma licença de operação que está vencida desde 2019.

Essa licença de operação possuía condicionantes ambientais, estabelecendo, por exemplo: prazos para apresentação de Plano de Monitoramento das águas infiltradas no solo e possíveis contaminações ou influência de necrochorume nas águas subterrâneas; Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, com descrição dos resíduos gerados, tratamento e disposição, com a devida ART; a necessidade de manutenção da área de APP, não podendo aumentar ou construir sepulturas na faixa de 60 metros do Arroio Velhaco, conforme determina a Legislação Federal 12.651/2012 e Lei Orgânica do Município; análise físico-química de no mínimo dois poços tubulares no entorno, para monitoramento das águas do freático.



Figura 48 - Sepultamento no solo.

Fonte: Arambaré, 2018.

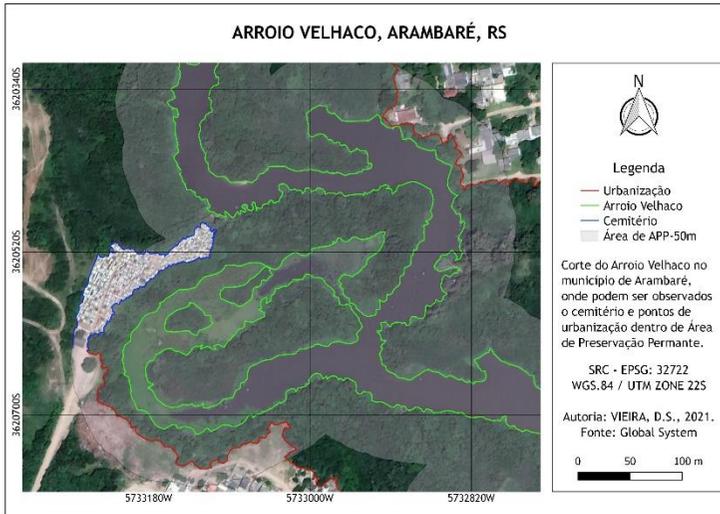


Figura 49 - Localização do cemitério.
Fonte: Elaboração própria.

Observando a área do cemitério por imagem de satélite, pode-se observar que um dos itens, a preservação da área de APP, não está atendendo a legislação. Esse é um ponto diretamente relacionado com as preocupações que a defesa civil deve ter, porque em ocasiões de cheia as águas do arroio tendem a ocupar seu leito de inundação, onde a maior parte do cemitério está situada (figura 49). Ainda, o cemitério está sendo ampliado na parte mais próxima da margem do arroio, o que, além de aumentar riscos ambientais, pode fazer

com que durante um evento, resíduos (construções, resíduos orgânicos e inorgânicos) sejam levados por enxurradas, agravando os danos materiais e os riscos à vida humana.

A necessidade de expansão do serviço de sepultamento poderia ser aproveitada para se efetuar a mudança do empreendimento para uma região mais adequada. Conforme as Resoluções CONAMA 335/2003, 368/2006 e 402/2008, a implantação de cemitérios não é permitida em áreas sujeitas à inundação permanente ou sazonal, nem em locais com alta permeabilidade do solo, assim como em Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2006).

No Brasil, as Resoluções CONAMA n. 335/2003 e 338/2006 normatizam a instalação e operação dos cemitérios do país, com o objetivo de evitar impactos ambientais negativos. Na mudança, seria possível investir em uma solução mais indicada ambientalmente, como a construção de jazigos verticais (figura 50), considerando que eles reduzem os riscos de contaminação do solo, necessitam de menos espaço físico para instalação e, portanto, um melhor aproveitamento do terreno, oferecendo grandes vantagens.



Figura 50 - Imagem de um tipo de cemitério vertical.

Fonte: Amures, 2014.

Tendo em vista uma possível ampliação ou mudança desse empreendimento, o poder público deve se atentar à escolha do espaço para instalação considerando itens como a localização física, incluindo o tipo de solo, profundidade do lençol freático, inclinação do terreno dentre outros. Em todas as situações, a Área Diretamente Afetada (ADA), a área do empreendimento e a Área Indiretamente Afetada (AIA), de 200m no entorno (LELI *et al.*, 2012), devem ser consideradas e todos os parâmetros constantes nas normativas devem ser analisados.

Devido à localização extremamente inadequada do cemitério atual, seria interessante sua retirada total do local no futuro. Não seria uma tarefa fácil ou simples, pelo contrário, o conteúdo de cada sepultamento deveria ser retirado com cuidado e respeito e realocado no novo empreendimento ou onde as famílias indicassem. Após a retirada de todo o conteúdo, a área deveria ser recuperada de acordo com o passivo ambiental observado.

Quanto ao sistema de esgoto do município é basicamente do tipo fossa, filtro e sumidouro e, segundo o Plano de Saneamento Básico da cidade, há problemas de infiltração no solo, o que propicia a contaminação do lençol freático, dos arroios e da própria Laguna dos Patos, onde todos os sistemas desembocam. O lodo resultante do tratamento de água na ETA é lançado diretamente no dreno da lavoura de arroz das terras dos Barroso e no esgoto da Rua Olavo Bilac que desagua na Laguna, figura 51. Dessa forma, não há como pensar em melhora na qualidade de água do arroio e em uma nova forma de uso delas, que não seja a paisagística e navegabilidade, sem que os conflitos relacionados às fontes de contaminação ambiental sejam solucionados ou pelo menos mitigados.



Figura 51 - Resíduos do tratamento de água no canal de drenagem.

Fonte: Arambaré, 2018.

Já foram relacionados alguns itens de conflito ambiental que podem gerar contaminação das águas subterrâneas, das águas do arroio e dos canais de drenagem. As águas das chuvas, que escoam pela superfície desses ambientes de risco, também são ameaças a serem consideradas em eventos de inundação e alagamentos. É preciso considerar também os resíduos sólidos urbanos (RSU), que talvez sejam os mais preocupantes nesses casos. O descarte inadequado dos RSU possibilita seu carreamento pelas águas superficiais

para as redes de micro e macrodrenagem, causando obstruções e até mesmo impossibilitando a drenagem, causando alagamentos e aumentando a gravidade dos eventos de inundação.

Até mesmo os RSU deixados pela população na porta de casa podem ser levados pela enxurrada se dispostos no solo e não recolhidos antes do evento. Por isso, a colaboração da população é muito importante e mensagens de conscientização e educação ambiental devem ser veiculadas com frequência na mídia e transmitidas também nas escolas. Outro ponto importante em relação aos RSU de Arambaré é o fato de a cidade não possuir coleta seletiva, apenas EcoPontos. Desse modo, o sucesso desse tipo de serviço depende do grau de comprometimento da população em separar e se deslocar até o EcoPonto mais próximo para fazer o descarte. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305/2010, a destinação ambientalmente adequada dos resíduos engloba a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético tendo apenas os rejeitos na disposição final em aterros sanitários. A falta de coleta seletiva pode passar a falsa mensagem de que todos os resíduos são iguais, desestimulando a separação.

Como hoje a cidade paga, por volume descartado (toneladas), para levar seus resíduos sólidos domésticos para a Companhia Rio-Grandense de Valorização de Resíduos (CRVR), em Minas do Leão (figura 52), que fica a aproximadamente 200 km de distância de Arambaré, a destinação correta também implicaria em menores custos para o município. Além disso, surgiria a possibilidade de geração de renda por meio de cooperativas de reciclagem.

Arambaré não possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e nem Plano Diretor Municipal, no qual o plano de gestão dos resíduos poderia estar incluído. Esse fato inviabiliza o acesso a recursos da União, ou a recursos controlados por ela, para empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos. Também é condição limitante para que os municípios recebam financiamentos ou incentivos de entidades federais de crédito ou fomento para esse tipo de serviço, conforme disposto na Seção IV, Art. 18 da Lei 12.305 (BRASIL, 2010a). Ressalte-se que tais recursos seriam muito bem-vindos para o aprimoramento do setor.



Figura 52 - Aterro Sanitário CRVR, Minas do Leão.

Fonte: CRVR, s.d.

Em casos de desastres em que haja pessoas desabrigadas, a defesa civil de Arambaré disponibiliza abrigo para essas pessoas. No atual Plano de Contingência da cidade os locais indicados como abrigo são:

- Galpão do Parque de Eventos Municipal, no bairro Costa Doce, com capacidade para 1.500 pessoas;
- Escola Municipal Atahualpa Irineo Cibilis, no bairro Caramuru, com capacidade para 400 pessoas;

- Ginásio de Esportes Sadi Schumacher, em Santa Rita do Sul, com capacidade para 700 pessoas.

Esses abrigos possuem cozinha, banheiros, almoxarifado, manutenção e segurança. Os locais habilitados para abrigar vítimas de desastres também não possuem geradores ou outra fonte de energia elétrica.

O abrigo localizado em Santa Rita do Sul fica às margens da Lagoa Graxaim. Distante 17 km do centro do município, o acesso para essa localidade se dá por estradas de terra ou por barco, sendo um abrigo mais indicado para a população local. Porém, como o abrigo está localizado à beira da lagoa, em caso de extravasamento, sua utilização poderia ser inviabilizada, sendo necessária a indicação de um outro local para essas situações. O acesso único por via terrestre, de uma estrada não pavimentada, também pode acrescentar empecilhos ao resgate de vítimas e no acesso de carros de serviços ao local.

Ainda sobre os abrigos, um ponto que a defesa civil deve questionar é se a população das áreas propensas a esses eventos sabe onde pode buscar abrigo e qual a rota mais segura para chegar até eles e se existe nas escolas dessas áreas algum tipo de treinamento para o deslocamento para esses abrigos, se os responsáveis pelas crianças

(professores, diretores, e outros funcionários) sabem como proceder em emergências desse tipo.

De qualquer forma, a cidade precisa estar preparada para situações extremas como a ocorrida na cidade de São Lourenço do Sul, localizada a cerca de 64 km de Arambaré. Em 2011, uma enchente fez com que a cidade fosse declarada área de desastre e foi decretado estado de calamidade pública. Na ocasião, moradores locais precisaram ser resgatados por meio de helicópteros devido à inacessibilidade por terra (figura 53).



Figura 53 - Imagem de resgate de vítima da enchente de 2011 em São Lourenço do Sul.

Fonte: Vídeo do YouTube (Julio Medina, 2011).

Caso Arambaré fique temporariamente inacessível por terra e o resgate imediato de feridos, desabrigados ou emergência médica seja necessário, existe um local predefinido para que um helicóptero possa pousar? Essa área não está prevista no atual plano de contingência do município. Um local para o pouso de uma aeronave desse tipo precisa ser definido com antecedência e deve estar localizado fora da área de risco ou suscetível a inundações, em um local de fácil movimentação (figura 54).



Figura 54 - Fotografia de resgate de vítima da enchente em São Lourenço do Sul, 2011.

Fonte: Vídeo do YouTube (Bruninha1RL, 2011).

A indicação de locais seguros para pouso de helicópteros de resgate deveria constar no Plano de

Contingência, principalmente se próximos a locais de acesso restrito como Santa Rita do Sul. Essa localização deverá estar clara no plano e todos os atores envolvidos nas respostas a desastres devem possuir conhecimento prévio desses detalhes, pois um evento de emergência, com a necessidade de atendimento médico-hospitalar na cidade, demandaria maior logística e coordenação já que Arambaré não possui hospital.

O atendimento da população é realizado pelo Hospital Nossa Senhora Aparecida, localizado em Camaquã, a aproximadamente 34 km, o que demora mais ou menos 30 minutos pela RS-350. No município de Arambaré há uma Unidade Básica de Saúde (UBS) e duas unidades de Estratégia Saúde da Família (ESF), uma no centro e outra em Santa Rita do Sul.

Com uma população estimada em 3,5 mil habitantes, número que cresce bastante no verão pois é quando a cidade recebe milhares de turistas, um desastre necessitaria de uma logística maior para o atendimento de todos. Os postos de saúde estão preparados? Há um plano de atendimento para esses casos? O destino continuaria sendo somente o hospital de Camaquã ou há indicação de algum outro hospital em caso de necessidade? No plano de contingência não constam essas informações.

Analisando o Plano de Contingência do município de Arambaré do ano de 2019, observa-se que no documento constam vários tópicos solicitados pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), que abrangem ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil. Nele está determinado que a cidade deve instituir respostas rápidas na identificação, no resgate de vítimas e na avaliação de danos, assim como o cadastramento e abrigo dos afetados por um evento adverso. Contudo, falta detalhamento e diretrizes claras para as ações necessárias em um desastre. A logística de separação e distribuição de água, alimentos, roupas, colchões e material de higiene é de fundamental importância, sendo que os estoques desses artigos devem estar armazenados em local seguro, longe do alcance de possíveis enchentes e alagamentos. A quantidade armazenada também deve estar sempre atualizada, num nível razoável.

O fato de a cidade possuir apenas dois acessos faz com que a ação rápida para a manutenção ou recuperação da normalidade no trânsito em estradas e pontes seja fundamental para garantir abastecimento de víveres, fluxo de carros de serviços, ambulâncias, caminhões de bombeiros e resgate de desabrigados e feridos. Aponta-se que um plano para desobstrução das vias

deveria constar no documento. Ainda relacionado a garantir a circulação na cidade e buscar a proteção de patrimônios públicos e particulares visando resguardar a vida da população residente em áreas de risco, o monitoramento das águas e a construção de estruturas que possam controlar ou conter as águas pode fazer a diferença na administração da cidade.

Aliás, um ponto que merece uma avaliação do poder público se refere a uma integração maior da defesa civil com outros atores governamentais. O planejamento e gestão de risco municipal podem começar a ser pensado pela defesa civil, mas ele só funciona se houver integração entre as diversas secretarias, com o apoio de todos. Assim, os questionamentos que se deve fazer são, com referência a assentamentos populacionais: essas áreas são irregulares ou regulares? Se irregulares, existe um plano de deslocamento dessas famílias para áreas seguras? Se essas áreas são regulares, os entes públicos envolvidos na consolidação desses locais de moradia possuem algum tipo de planejamento para implementação de normativas com o objetivo de definir princípios para construção e manutenção de edifícios residenciais nesses ambientes problemáticos? Nas áreas regulares propensas à inundação, há diretrizes para o uso e ocupação do solo com o objetivo de diminuir o risco

da população ocupante dessas áreas? Essas pessoas sabem que vivem em uma área de risco? Há demarcações visuais dentro da zona de risco, identificando os níveis históricos máximos de inundações para facilitar o entendimento da população?

Esse planejamento seria bastante útil não só para o uso e ocupação da região para moradia, mas também para estacionamento de veículos e instalação de estabelecimentos de comércio, serviços e determinação de rotas seguras para transportes em geral. Uma cidade propensa a eventos potencialmente graves, como ciclones, inundações e deslizamentos, que geram custos substanciais para recuperação, limpeza, reconstrução, resgate, abrigo e cuidados com a população atingida, além de irreparáveis perdas de vida, não deveria priorizar evitar tais ocorrências? Políticas e normativas para o uso e ocupação de áreas de risco para que as residências sejam mais resistentes e seguras e sofram menos em eventos naturais perigosos podem trazer excelentes resultados.

O ponto inicial para isso seria a delimitação de áreas propensas à inundação, como já explanamos anteriormente, começando por práticas simples como a marcação de postes, a vista

de todos os moradores, do nível em que as águas podem atingir na região em função dos eventos históricos. O passo seguinte seria desenvolver padrões de projetos e construções mais adequados para essas áreas e normatizar regras para as novas construções. Muitas vezes, os servidores responsáveis podem imaginar que soluções desse porte sejam muito complexas, no entanto, não estamos nos referindo à reinvenção de processos e sim à adaptação destes à realidade local, por meio de técnicas já consolidadas, usando como base sistemas construtivos como o da FEMA (2011).

Um outro item importante para reduzir riscos em eventos de desastre seria a instalação de um sistema de alarmes. Por exemplo, sirenes poderiam ser acionadas nas áreas de risco quando as águas do Arroio Velhaco alcançassem um nível crítico, além de mensagens por SMS, que poderiam ser enviadas à população, como o sistema já usado pela Defesa Civil Estadual. Uma outra possibilidade, seria o uso de carros de som para informar a população sobre os riscos, mas essa opção dependeria do acesso pelas vias de trânsito.

Como as mudanças climáticas globais podem aumentar a incidência de eventos climáticos extremos, como tempestades e ciclones, o mapeamento e monitoramento das áreas de risco,

aliados a um bom plano de contingência e preparo dos responsáveis pelas respostas a situações de desastre e da população, são fundamentais para um eficaz enfrentamento das situações adversas.

8. Eventos extremos e vulnerabilidade socioambiental

O termo vulnerabilidade vem sendo amplamente utilizado pelas mais diversas áreas do conhecimento, das ciências humanas e sociais até as ciências exatas, cada qual com o seu objeto de estudo e interesse (KUHLCHE *et al.*, 2011). Devido a sua disseminação, o termo carece de determinações, visando delimitar as concepções teóricas que acarretaram em sua utilização, permitindo a determinação da população vulnerável e ao que ela estaria sujeita (GALLOPÍN, 2006; MONTEIRO, 2011).

De acordo com o documento *Como Construir Cidades Mais Resilientes: um guia para gestores públicos* (UNDRR, 2012), os espaços urbanos e as cidades se tornam mais propensas a desencadear situações de risco de desastre. Isso porque são espaços habitados pelo risco devido à complexidade existente no território; alguns fatores que contribuem para a existência do risco são:

l) Infraestrutura e aspectos ambientais:

1.1) crescimento da população, adensamento da malha urbana;

1.2) gestão dos recursos hídricos, dos sistemas de drenagem e de resíduos sólidos de maneira inadequada;

1.3) degradação dos ecossistemas devido à atividade antrópica;

1.4) mudanças climáticas, alterações no clima e aumento da ocorrência de eventos extremos (temperatura, precipitação, ventos).

Como consequência dessas mudanças climáticas há a interferência e impermeabilização do solo, ocupação de zonas de encosta, deslizamentos de terra, inundações, emergências sanitárias ocasionadas por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) como leptospirose, dengue, diarreias, entre outras (NUGEM, 2015).

II) Governança:

2.1) falha na coordenação de serviços de emergência;

2.2) participação insuficiente e fragilizada da população local no planejamento e gestão urbana;

2.3) centralização de recursos no âmbito nacional, falta de fiscalização, recursos humanos e capacidade no governo local.

Como consequência dessa desorganização, essas fragilidades afetam a capacidade de resposta e preparação dos municípios perante situações adversas.

Nos espaços rurais, o risco está atrelado à degradação ambiental e condições climáticas que possuem como consequência a capacidade limitada de responder aos impactos negativos devido à falta de recursos humanos e financeiros (RIBOT; MAGALHÃES; PANAGIDES, 1996). Além disso, o fato de serem espaços afastados da infraestrutura urbana pode interferir na agilidade da resposta de órgãos responsáveis frente a diferentes eventos.

Cada espaço, de acordo com as suas características, exprime uma predisposição a um determinado grupo de risco. Para além de buscar determinar os riscos existentes, estudos recentes se propõem a determinar as populações sujeitas às injustiças sociais, à distribuição desigual e desproporcional dos riscos (CARTIER *et al.*, 2009). Vistos como consequência de uma situação de injustiça, posto que algumas populações são atravessadas não apenas pelos riscos regionais, mas também por um conjunto de situações ambientais e sociais sobrepostas, podem tomar proporções de desastres socioambientais (LONDE *et al.*, 2018).

Ou seja, as situações de vulnerabilidade não se limitam apenas ao crescimento desordenado das

idades ou à precariedade ou inexistência de infraestrutura por parte da segurança pública, mas também com indicadores de vulnerabilidade social como renda, educação, raça, gênero etc. (SMYTH; ROYLEB, 2000; BARATA *et al.*, 2007). A vulnerabilidade social está intimamente relacionada ao espaço ocupado pelo sujeito, abrangendo a parcela da população que está à margem da sociedade, compondo setores mais desprovidos de prestígio social (MONTEIRO, 2011).

O processo de vulnerabilização não é de responsabilidade do indivíduo, um reflexo das suas escolhas, mas um fator socialmente produzido a partir de uma proteção desigual relacionada a maior ou menor exposição aos riscos e à capacidade de recuperação perante essas situações (ACSELARD, 2006). Isso porque antes de acontecer a estação mais chuvosa, trazendo consigo suas consequências, já se tem noção de quem serão os mais atingidos, com menor capacidade de reação perante à situação e onde se encontram (LONDE *et al.*, 2018).

Os indicadores utilizados para a determinação de vulnerabilidade são os indicadores de acesso, como os provenientes dos censos do IBGE, do atlas de saneamento do SNIS, do Atlas de Vulnerabilidade Social do IPEA, por exemplo. A utilização desses indicadores permite mapear não apenas a população vulnerável, mas o conjunto de fatores que as tornou vulneráveis, pois cada

população se torna vulnerável perante um conjunto específico de situações.

O município de Arambaré, para o ano de referência de 2010, foi classificado com o índice 0,242, ou seja, com baixa vulnerabilidade social, de acordo com o Atlas de Vulnerabilidade Social, do IPEA. A escala para determinação varia entre 0 e 1, sendo os valores mais próximos a 0 os que expressam menor vulnerabilidade e os mais próximos a 1 os que expressam maior vulnerabilidade. O indicador está dividido em 5 categorias: muito baixa (0-0,2); baixa (0,2-0,3); média (0,3-0,4); alta (0,4-0,5); e muito alta (0,5-1,0). De acordo com o IPEA, O zero indica a inexistência de uma determinada situação ou a menor dentro de um grupo de estudo, enquanto o 1 indica a pior situação encontrada.

A relação de alguns indicadores para o município pode ser encontrada na tabela 5. Entre os dados disponibilizados para os anos 2000 e 2010, percebe-se que houve a diminuição do IVS de 0,311 para 0,242, de alta para baixa vulnerabilidade. Ou seja, no aspecto global, o município foi considerado menos vulnerável em relação aos indicadores em 2010 do que em 2000. Porém, por mais que o desempenho do município tenha melhorado, houve a piora de alguns pontos, como: a porcentagem da população com abastecimento de água e

esgotamento sanitário inadequado; a porcentagem de mães chefes de família sem ensino fundamental completo e com filho menor de 15 anos; a porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (de 2010).

O conhecimento de indicadores, necessidades e carências dessa população permitem um olhar mais atento e uma otimização na elaboração de políticas públicas que visem minimizar a exposição a riscos, a desigualdade ambiental e melhorar a qualidade de vida local. Quando bem elaboradas, as políticas públicas se tornam um instrumento fundamental para a construção de sociedades saudáveis e socialmente justas, ajudando a promover inclusão social a partir da sua relação com os serviços socioeconômicos e também redução e mitigação da degradação ambiental (GIRONDI *et al.*, 2010; MONCADA *et al.*, 2020; POTT, ESTRELA, 2017).

Para o planejamento das políticas públicas que se propõem a minimizar danos e prejuízos, torna-se necessário formulação, implementação, acompanhamento e avaliação de projetos e ações, passando pelo mapeamento e conhecimento dos processos que acarretam situações de vulnerabilidade a priori da emergência ou situação de calamidade pública (LONDE *et al.*, 2018).

Tabela 5 - Indicadores de Arambaré no Atlas de Vulnerabilidade Social.

	2000	2010
IVS	0.311	0.242
% de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	0.89	3.13
% da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo	1.16	0.16
Mortalidade até 1 ano de idade	21.50	12.80
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com filho menor de 15 anos de idade	4.30	12.11
Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	14.02	7.38
% de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo	53.07	32.93
% de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (de 2010)	17.73	18.54
Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (de 2010)	57.19	34.44
% de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	58.55	44.38
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	22.88	43.45
% de 18 a 20 anos com médio completo	20.06	45.25
Renda per capita	389.28	599.72

Fonte: IPEA, Atlas de Vulnerabilidade Social, IPEA, s.d.

9. Conclusão

Para Arambaré, verificou-se que os eventos que mais ocorrem são relacionados a chuvas intensas que provocam estiagens, enxurradas e vendavais, fazendo com que as áreas mais afetadas sejam estradas no interior do município e áreas agrícolas, o que leva à evacuação de famílias, perda de vidas e quedas na produção de soja e arroz.

Destaca-se também que os municípios brasileiros vêm evoluindo, mas que ainda há uma grande caminhada pela frente até os objetivos serem alcançados de forma plena, por meio de: criação de leis, realização de mapeamento para caracterização de localidades expostas, controles de ocupação do solo e articulação entre os mais variados setores sobre regulamentações e qualificações dos órgãos e servidores que atuam diretamente na defesa civil.

Nesse contexto, o Brasil é um país que ainda tem muito a evoluir com relação às ações de enfrentamento a desastres para se tornar um país resiliente. Contudo, pode-se perceber que as instituições competentes fazem o que podem. Infelizmente no nosso país não se destinam recursos

suficientes para essa área, o que torna o desenvolvimento mais lento e os métodos de execução um pouco inferiores quando comparados com as políticas de países europeus.

Um destaque positivo é que os primeiros passos já foram dados, e temos a capacidade de ser um país símbolo nesse quesito. Esperamos que este livro seja um material de apoio à Defesa Civil de Arambaré para o seu desenvolvimento e que em breve o município seja um exemplo para o país.

Referências

ABHB. **Prova de Avaliação a Campo**. 2017. Disponível em: <https://www.abhb.com.br/wp-content/uploads/2017/07/PAC-HB.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2021.

ACSELRAD, H. **Vulnerabilidade ambiental, processos e relações**. Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, v. 25, 2006.

AGTEC. Assessoria Rural. **Fazenda do Barroso após 65 mm de chuva**. Verificação das drenagens em arroz e soja. Disponível em: <https://www.facebook.com/watch/?v=3609720585741644>. Acesso em: 08 jan. 2021.

AMORIM, M. F. de; QUELHAS, O. L. G.; MOTTA, A. L. T. S. da. A resiliência das cidades frente a chuvas torrenciais: estudo de caso do plano de contingência da cidade do Rio de Janeiro. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 3, p. 519-534, 2014.

AMURES. Para preservar o meio ambiente cemitérios adotarão sistema de gavetas. **Amures - Associação de Municípios da Região Serrana**, 24

nov. 2009. Atualizado em 19 set. 2014. Disponível em:
<https://www.amures.org.br/noticias/index/ver/codMapaltem/41771/codNoticia/115817>. Acesso em: 08 abr. 2021.

ANGELROREIRA, Lagoa dos patos invadindo arambaré. 2009. Disponível em:
<https://youtu.be/T442xGlG4as>. Acesso em: 06 abr. 2021.

ANOTÍCIA TAPES. Frio intenso na Costa Doce teve geada e temperaturas abaixo de zero. **A Notícia**, 15 jul. 2020. Disponível em:
<http://www.anoticiatapes.net.br/frio-intenso-na-costa-doce-teve-geada-e-temperaturas-abaixo-de-zero/>. Acesso em: 6 jan. 2021.

ARAMBARÉ. Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB. 2018. Disponível em:
<https://www.arambare.rs.gov.br/projeto/view/10/pmsb-plano-municipal-de-saneamento-basico>. Acesso em: 06 abr. 2021.

ARAMBARÉ. Prefeitura Municipal de Arambaré (PMA) - RS. **Institucional**. 2020. Disponível em:
<https://www.arambare.rs.gov.br/pagina/view/6/institucional>. Acesso em: 06 abr. 2021.

ARAUJO, M. M. F. Análise Hierárquica através de SIG para reservatórios de detenção e retenção como medida mitigadora para cheias, estudo de

caso: São Lourenço do Sul-RS. 2018. 98f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Hídrica. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

ARAUJO, M. M. F. *et al.* Caracterização hidrológica e suscetibilidade de risco à inundação nas bacias do município de Arroio do Padre/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 283-296, 2019.

BARATA, R. B. *et al.* Health inequalities based on ethnicity in individuals aged 15 to 64, Brazil, 1998. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 305-313, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v23n2/06.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2021.

BRAGA, S. E. *et al.* Aplicação da Análise Hierárquica para mapeamento de risco de inundação: O caso no município de Limoeiro (Pernambuco - Brasil). **OPEN JOURNAL SYSTEMS**. ISSN: 2675-3065. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 1, 2020.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2010a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-

2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 16 mar. 2021.

BRASIL. Lei n. 12.340, de 1º de dezembro de 2010. Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm. Acesso em: 16 mar. 2021.

BRASIL. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis n.º 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, p. 1, Brasília, DF, 2012a. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/l>

ei-12608-10-abril-2012-612681-norma-pl.html.
Acesso em: 16 mar. 2021.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012b. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 16 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Defesa Civil Nacional reconhece situação de emergência em oito municípios do País**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/defesa-civil-nacional-reconhece-situacao-de-emergencia-em-oito-municipios-do-pais>. Acesso em: 02 fev. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA n. 335, de 3 de abril de 2003. **Diário Oficial da União**, n. 101, seção 1, p. 98, Brasília, DF, 2003. Disponível em:
<http://www.mppa.mp.br/data/files/3B/B5/07/20/BFBB17107E4491F6180808FF/RESOLUCAO%20CON>

AMA%20n%20335_%20de%203%20de%20abril%20de%202003.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Conama n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA n. 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Conama n. 402, de 17 de novembro de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2008. Disponível em:

http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/Resolu%C3%A7%C3%A3o-Conama-402-08-cemit%C3%A9rios.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

BRUNINHA1RL. **Tragédia em São Lourenço do Sul..RS.wmv**. 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Gt8TY3ajaY&t=320s>. Acesso em: 06 abr. 2021.

CABRAL, F. G.. Uma proposta de um modelo periódico multivariado autorregressivo multiplicativo para geração de cenários de afluência aplicável ao modelo de planejamento do setor elétrico brasileiro. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

CARTIER, Ruy *et al.* Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 12, p. 2695-2704, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2009001200016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 06 abr. 2021.

CASTELÃO, R. M.; MÖLLER JR., O. O. Sobre a circulação tridimensional forçada por ventos na Lagoa dos Patos. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 91-106, 2003. Disponível em:

<http://www.repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2866/SOBRE%20A%20CIRCULA%C3%87%C3%83O%20TRIDIMENSIONAL%20FOR%C3%87ADA%20POR%20ENTOS%20NA%20LAGOA%20DOS%20PATOS.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06 abr. 2021.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN. **Anuário da sala de situação do CEMADEN 2017**. São José dos Campos, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/Anuario_Sala_Situa%C3%A7%C3%A3o_2017.pdf. Acesso em: 05 mar. 2021.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN. **Imagem da estratégia para redução do risco de desastres no país**. Focos do CEMADEN/MCTI. 2020a. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/estrategia-para-reducao-de-desastres-no-pais/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN. **Municípios Monitorados**. s.d. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/municipios-monitorados-2/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN. **O Alerta**. 2020b. Disponível em:

<http://www.cemaden.gov.br/o-alerta/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES - CEPED. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: UFSC, 2013. Disponível em: ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS_mioloWEB.pdf. Acesso em: 05 mar. 2021.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES - CEPED. **Foto divulgação da Campanha Construindo Cidades Resilientes 2010-2020**. 2020. Disponível em: <http://www.ceped.pr.gov.br/galeria/159/826/Campanha-Construindo-Cidades-Resilientes.html>. Acesso em: 06 abr. 2021.

CLIC CAMAQUÃ. FOTOS: Temporal destelha casas, derruba postes e deixa moradores da região sem luz. **Clic Camaquã**, 12 jun. 2020. Disponível em: <https://www.cliccamaqua.com.br/noticia/54750/fotos-temporal-destelha-casas-derruba-postes-e-deixa-moradores-da-regiao-sem-luz.html>. Acesso em: 06 abr. 2021.

COMITÊ CAMAQUÃ. O Arroio Velhaco, sua história e importância. **Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã**. 28 set. 2018. Disponível em: <http://www.comitecamaqua.com/index.php/notic>

ias/item/145-o-arroio-velhaco-sua-historia-e-importancia. Acesso em: 13 jan. 2021.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS - CRVR. **Central de Resíduos do Recreio**. s.d. Disponível em: <http://crvr.com.br/area-de-atuacao/central-de-residuos-do-recreio/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

COPPE. PROJETO BAÍAS DO BRASIL. **Projeto Baías do Brasil**. Lagoa dos Patos - RS. Julho/2019 - Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.baiasdobrasil.coppe.ufrj.br/assets/re-latorios/rel_lagoa_dos_patos.html. Acesso em: 06 abr. 2021.

COSTA, I. R. S. *et al.* Alagamentos e enxurradas: uma análise do uso e cobertura do solo na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Turu, em São Luís-MA. **Revista Geonorte**, v. 7, n. 26, p. 1-13, 2016.

CRISTO, S. S. V. de *et al.* **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor leste da bacia hidrográfica do rio Itacorubi**, Florianópolis-SC. 2002.

DARING CITIES. **Launch of Making Cities Resilient 2030 (MCR 2030)**. 28 out. 2020. Disponível em: <https://daringcities.org/program/making-cities-resilient-2030/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

ENG3 SOLUÇÕES EM ENGENHARIA. **Página Inicial**. s.d. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RVdyEsUYyh0> . Acesso em: 06 abr. 2021.

ERAYDIN, A. Resilience Thinking for Planning. *In: Resilience Thinking in Urban Planning. The GeoJournal Library*. Springer, Dordrecht, v. 106, n. 1, p. 17-37, 2013.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUÇÃO DE DESASTRES - EIRD. **Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres**. Nações Unidas. 2019. Disponível em: <https://www.defesacivil.sc.gov.br/download/brochura-acao-de-hyogo/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY - FEMA. **Coastal Construction Manual: Principles and Practices of Planning, Siting, Designing, Constructing and Maintaining Residential Buildings in Coastal Areas (Fourth Edition)**. v. 1, ago. 2011. Disponível em: https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-08/fema55_voli_combined.pdf. Acesso em: 6 abr. 2021.

FERREIRA, K. A. **Resiliência Urbana e a Gestão de Riscos de Escorregamentos: uma avaliação da defesa civil do município de Santos - SP**. 2016. 135f. Dissertação de Mestrado (Programa de

Engenharia Civil, área de Engenharia de Construção Civil e Urbana). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-06122016-082329/publico/KarolyneAndradeFerreiraCorr16.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2021.

FERREIRA, P. Brasileiro consome significativo volume de água que não sai das torneiras. **Agência Brasil**, Brasília 16 mar. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-03/brasileiro-consome-significativo-volume-de-agua-que-nao-sai-das-torneiras>. Acesso em: 6 jan. 2021.

FLAVIAO1000. **sao lourenço do sul**. Flaviao1000. 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KNZoxDIQR1c>. Acesso em: 6 abr. 2021.

FONSECA, M. N; GARCIAS, C.M. Comunicação De Risco De Inundação: Instrumento Fundamental Da Gestão De Riscos De Desastres. DRd - Desenvolvimento Regional em debate (ISSNe 2237-9029) v. 10, p. 1139-1159, 2020.

FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES DO DESASTRE - FIDE. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. Enxurrada em dezembro de 1995. Disponível em: <https://cdn.labtrans.ufsc.br/s2id/RS/RS-P->

4300851-12200-19960124.pdf. Acesso em: 6 abr. 2021.

FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES DO DESASTRE - FIDE. **Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sindec)**. Avaliação de danos. Enxurrada de outubro de 2009. Disponível em: <https://cdn.labtrans.ufsc.br/s2id/RS/RS-A-4300851-12100-20091127.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2021.

FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES DO DESASTRE - FIDE. **Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sindec)**. Enxurrada de julho de 2015. 2015a. Disponível em: <https://cdn.labtrans.ufsc.br/s2id/RS/RS-F-4300851-12200-20150721.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2021.

FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES DO DESASTRE - FIDE. **Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sindec)**. Enxurrada de outubro de 2015. 2015b. Disponível em: <https://cdn.labtrans.ufsc.br/s2id/RS/RS-F-4300851-12200-20151013.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2021.

FORMULÁRIO DE INFORMAÇÕES DO DESASTRE - FIDE. **Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sindec)**. Estiagem de 2020. Acesso via e-mail defesa civil. 2020.

G1. Tromba d'água é registrada na Lagoa dos Patos, RS. **G1 - Globo**. São Paulo, 14 dez. 2011. Disponível em <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/12/tromba-dagua-e-registrada-na-lagoa-dos-patos-rs.html>. Acesso em: 08 abr. 2021.

G1. Sobe para 10 número de mortos pelas chuvas no Rio Grande Do Sul. **Gazeta do Povo**. 30 jan. 2009. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/sobe-para-10-numero-de-mortos-pelas-chuvas-no-rio-grande-do-sul-beevrpelt0k397ia5for99gzy/>. Acesso em: 08 abr. 2021.

GALLOPÍN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 293-303, jun. 2006.

GARCIA, M. Arambaré tem situação de emergência por causa da estiagem. **Blog do Juarez**, 08 maio. 2020. Disponível em: <https://blogdojuares.com.br/noticia/45888/arambare-tem-situacao-de-emergencia-por-cao-da-estiagem-homologada-pelo-estado.html>. Acesso em: 06 abr. 2021.

GIRONDI, J. B. R. *et al.* Risco, vulnerabilidade e incapacidade: reflexões com um grupo de enfermeiras. **Revista Eletrônica de Enfermagem**,

v. 12, n. 1, 2010. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.5216/ree.v12i1.5815>. Acesso em: 08 abr. 2021.

GUERZONI FILHO, J. Metodologia para determinação de volume de detenção em pequenas bacias urbanas: o caso do Córrego Wenzel, Rio Claro/SP. Trabalho de Formatura Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, São Paulo, 2014.

IPEA, Atlas de Vulnerabilidade Social, IPEA, s.d. Disponível em:
<http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama**. 2020. Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/arambare/p/anorama>. Acesso em: 13 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo 2010. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 13 jan. 2021.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ - IRGA. **Médias Climatológicas**. Disponível em <https://irga.rs.gov.br/medias-climatologicas>. Acesso em: jan. 2021.

INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES - IFRC. **Disaster response and contingency planning guide**. Switzerland, 2007. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/2527_disasterresponseen.pdf. Acesso em: 08 abr. 2021.

KANG, M.S.; GOO, J.H.; SONG, I.; CHUN, J.A.; HER, Y.G.; HWANG, S.W.; PARK, S.W. Estimating desing floods based on the critical storm duration for small watersheds. *Journal of Hydro-environment Research*, v. 7, p. 209-218, 2013.

KHALILI, S.; HARRE, M.; MORLEY, P. A temporal social resilience framework of communities to disasters in Australia. **Geoenvironmental Disasters**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40677-018-0114-4>. Acesso em: 07 abr. 2021.

KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. Disponível em: [http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Livro%20\(Prevencao%20de%20Desastres%20Naturais\).pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Livro%20(Prevencao%20de%20Desastres%20Naturais).pdf). Acesso em: 3 jan. 2021.

KUHLICKE, C. *et al.* Contextualizing social vulnerability: findings from case studies across Europe. **Natural Hazards**, v. 58, n. 2, p. 789-810, 2011.

LELI, I. T. *et al.* Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 45-54, 2012.
https://site.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/3_Doutrina/Artigo_Ambiental_EIA_RIMA_Cemiterio.pdf. Acesso em: 07 abr. 2021.

LONDE, L. de R. *et al.* Vulnerabilização, saúde e desastres socioambientais no litoral de São Paulo: desafios para o desenvolvimento sustentável. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 21, epub 08 nov 2018. 2018. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0102r2vu18l1ao>. Acesso em: 05 mar. 2021.

LOPES, C. Oito famílias tiveram de sair de casa devido à chuva no RS. **Gaúcha ZH**. 2 set. 2018. Disponível em:
<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2018/09/oito-familias-tiveram-de-sair-de-casa-devido-a-chuva-no-rs-cjll90u6p001g01pxyzbqdbcs.html>. Acesso em: 08 abr. 2021.

LUZ, J. de. Cheias do Arroio Velhaco e Rompimento de diques, dois bairros ficam alagados em Aramabaré. **Blog do Juares**, 21 jul. 2015. Disponível em:
<https://blogdojuares.com.br/noticia/6698/com-cheias-do-arroio-velhaco-e-rompimento-de-diques->

dois-bairros-ficam-alagados-em-arambare.html.
Acesso em: 06 abr. 2021.

MAGUIRE, B.; CARTWRIGHT, S. **Assessing a community's capacity to manage change: A resilience approach to social assessment.** Canberra: Bureau of Rural Sciences, 2008.

MALALGODA, C.; AMARATUNGA, D.; HAIGH, R. Creating a disaster resilient built environment in urban cities: the role of local governments in Sri Lanka. **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, v. 4, n. 1, p. 72-94, 2013.

MAPIO. **Fotografia da Foz do Arroio Velhaco em Arambaré.** s.d. Disponível em: <https://mapio.net/pic/p-12779990/>. Acesso em: 6 abr. 2021.

MARQUES, J. M. da R.; LIMA, J. S. Q.; SANTOS, J. O. Fragilidade ambiental, vulnerabilidade social e riscos de desastres no baixo curso do rio Maranguapinho, Fortaleza-Ceará-Brasil. **Territorium**, v. 27, n. 1, p. 25-35, 2020.

MARTINS, G. Temporal de Granizo assusta moradores de Arambaré. **Acústica FM**, 30 set. 2020. Disponível em: <https://www.acusticafm.com.br/noticias/35846/temporal-de-granizo-assusta-moradores-de-arambare.html>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MAYER, S. S. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Análise das secas e dos danos causados à sociedade - Rio Grande do Sul - 1980 à 2009.** Elaborado por Shawana Stephanie Mayer. 2010. Disponível em: http://www3.inpe.br/crs/crectalc/pdf/shawana_ceos.pdf. Acessado em: 08 abr. 2021.

MEDINA, J. Tenente **FERRAZ - Brigada Militar de São Lourenço do Sul.** 13 mar. 2011. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=JyboYyX6AcE&ab_channel=JulioMedina. Acesso em: 13 jan. 2021.

MONCADA, J. R. *et al.* Las políticas públicas: conceptualización e importancia en la búsqueda de la sustentabilidad ambiental. **Revista Ambientis Occidentales**, v. 1, p. 87-95, 2020.

MONTEIRO, C. A. F. A cidade desencantada - entre a fundamentação geográfica e a imaginação artística. *In*: MENDONÇA, F. (org.). **Impactos socioambientais urbanos.** Curitiba: UFPR, 2004. p. 13-78.

MONTEIRO, S. R. da R. P. O marco conceitual da vulnerabilidade social. **Sociedade em Debate**, Pelotas, v. 17, n. 2, p. 29-40, 2011. Disponível em:

<https://revistas.ucpel.edu.br/rsd/article/view/695>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MORAIS, N. L. Capacidade adaptativa específica do município de São Paulo às mudanças climáticas: uma análise a partir do mapeamento das áreas de risco, sistema de alerta e planos de contingência de Defesa Civil. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOURA, M. M., ARAUJO, M. M. F., CASTRO, T. A. D., LEANDRO D.; Suscetibilidade À Inundação Da Bacia Hidrográfica Do Rio Piratini - RS. Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade. v.6, n.2, p.17-25, dez. 2019.

NOGUEIRA, F. R.; OLIVEIRA, V. E.; CANIL, K. Políticas públicas regionais para gestão de riscos: o processo de implementação no ABC, SP. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 4, p. 177-194, 2014.

NUGEM, R. C. **Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) em Porto Alegre-RS.** 2015.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS. **Objetivo 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis:** Indicador 11.b.1 Número de países que adotam e implementam estratégias nacionais de redução de risco de desastres em linha com o Marco de Sendai para a Redução de Risco de Desastres 2015-2030. 2020. Disponível em:

<https://odsbrasil.gov.br/objetivo11/indicador11b1>
. Acesso em: 07 abr. 2021.

OLIVEIRA, A. P. Rajadas de vento 'empurram' água da Lagoa dos Patos, em Pelotas. **G1 - Globo**, RBS TV - Rio Grande do Sul. 23 out. 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2012/10/rajadas-de-vento-empurram-agua-da-lagoa-dos-patos-em-pelotas.html>. Acesso em: 08 abr. 2021.

OLIVEIRA, G. C. *et al.* Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após 20 anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 335-344, 2004.

OLIVEIRA, G. G. de; SALDANHA, D. L.; GUASSELLI, L. A. Espacialização e análise das inundações na bacia hidrográfica do Rio Caí/RS. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 413-427, 2010.

OLIVEIRA, G. G.; GUASSELLI, A. L. Relação entre a Suscetibilidade a Inundações e a falta de Capacidade nos Condutos da Sub-bacia do Arroio da Areia, em Porto Alegre/RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, Rio Grande do Sul, v. 16, n. 1, p. 5-15, jan./mar. 2011.

OLIVEIRA, L. N. **Análise da capacidade de resiliência do ambiente na área do baixo curso**

da bacia hidrográfica do Rio Poti (Piauí). 2018. 131f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/29713/1/TESE%20Liv%C3%A2nia%20Norberta%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2021.

PAIVA, M.; SCHICCHI, M. C. S. O conceito de resiliência urbana: uma ferramenta para a análise de intervenções recentes no centro histórico de São Paulo. **XI SIIU Seminario Internacional de Investigación em Urbanismo.** Barcelona/Santiago de Chile. 2019. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/171637/6760-8323-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 abr. 2021.

PASTORELLI JUNIOR, J. H. **Estudo da sustentabilidade e resiliência urbana no contexto da redução de risco de desastres.** 2018. 247p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/332015>. Acesso em: 07 abr. 2021.

PERUZZO, A. S.; LEANDRO, D. Mapeamento de risco da bacia hidrográfica do Santa Bárbara - aplicação do método IMAAI. *In*: 5ª Semana Integrada de Inovação, Ensino, Pesquisa e Extensão

- XXI Encontro de Pós-Graduação, **Anais...**, 2019, Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2019. v. 1. p. 1-4.

PINHO, G. M. *et al.* Mapeamento da vulnerabilidade de evacuações em caso de desastres naturais empregando a sintaxe espacial. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 2, p. 328-366, 2019.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100271&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 06 abr. 2021.

PROJETO GIDES. **Manual de Planos de Contingência para Desastres de Movimento de Massa**. Volume 3. PROJETO GIDES - Acordo de Cooperação Internacional Brasil - Japão. Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/publications/c8h0vm000001w9k8-att/volume3.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2021.

QUARANTELLI, E. L.; LAGADEC, P.; BOIN, A. A Heuristic Approach to Future Disasters and Crises:

New, Old, and In-Between Types. *In*: ANDERSSON, W. A.; KENNEDY, P. J.; RESSLER, E. **Handbooks of Sociology and Social Research**. New York: Springer, 2007.

RAMOS, A. M. *et al.* **Anuário Climático do Brasil-2018**. Ano 1, n. 1, 2018. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/anuarioclima2018_Final.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

REZENDE, O. M.; Manejo sustentável de águas pluviais: uso de paisagens multifuncionais em drenagem urbana para controle das inundações- Rio de Janeiro:UFRJ/Escola Politécnica, 2010.

RIBOT, J. C.; MAGALHÃES, A. R.; PANAGIDES, S. S. **Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, 1996, p. 13-54.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto n. 43.649, 24 de fevereiro de 2005. Homologa Situação de Emergência nos municípios de Salvador do Sul, Três Arroios, Arambaré, Taquara, Aceguá, Jaguarão, Protásio, Alves, São Valentim do Sul, Bagé, Cerro Grande do Sul, Candiota, Vila Flores, Fagundes Varela, Guabiju e Ipê. **Leis Estaduais**. Legislação Estadual do Rio Grande do Sul. 24 fev. 2005. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rs/decreto-n-43649-2005-rio-grande-do-sul-homologa-situacao-de>

emergencia-nos-municipios-de-salvador-do-sul-tres-arroios-arambare-taquara-acegua-jaguarao-protasio-alves-sao-valentim-do-sul-bage-cerro-grande-do-sul-candiota-vila-flores-fagundes-varela-guabiju-e-ipe. Acesso em: 06 abr. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. Atlas Socioeconômico e Ambiental do Rio Grande do Sul. Apresentação. **Clima, temperatura e precipitação.** s.d.

Disponível em:

<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao>. Acesso em: 06 abr. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura - SEMA. **Política Estadual de Gestão de Riscos de Desastres.** s.d. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/politica-estadual-de-gestao-de-riscos-de-desastres>. Acesso em: jan. 2021.

RIO GRANDE SUL. Defesa Civil do Estado tem 625 mil celulares cadastrados para receber alertas. **Portal do Estado do Rio Grande do Sul.** 11 set. 2020. Disponível em:

Disponível em:

<https://www.estado.rs.gov.br/defesa-civil-do-estado-tem-625-mil-celulares-cadastrados-para-receber-alertas>. Acesso em: 08 abr. 2021.

RODRIGUES, N. Fotografia da Ponte sobre o Arroio Velhaco e a sinaleira de controle de fluxo de

trânsito. **Laifi**, 2011. Disponível em:
http://www.laifi.com/laifi.php?id_laifi=1573&idC=30941#. Acesso em: 6 abr. 2021.

RUDARI, R.; GABELLANI, S.; DELOGU, F. A simple model to map areas prone to surface water flooding. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 10, p. 428-441, 2014.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, v. 15, p. 234-281, 1977.

SAAVEDRA, O. F. C.; MUÑOZ, V. A.; REIS, J. B. C. Delimitação da planície inundável e avaliação a partir de um evento de inundação ocorrido no município de São Borja (RS). *In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, Anais...*, João Pessoa, PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE, p. 6290-6297.

SAITO, S. M. **Desastres Naturais: conceitos básicos**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2015. Disponível em:
http://www.inpe.br/crs/crectalc/pdf/silvia_saito.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

SANTOS, J. O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. *Revista Mercator*, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 75-90, 2015.

SANTOS, L. B. L. *et al.* Sobre risco, ameaça e vulnerabilidade à Leptospirose em situações pós-alagamentos, inundações e enxurradas: reconstruindo o episódio do Vale do Itajaí (2008-2009). *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE DESASTRES NATURAIS. Anais...*, 2012.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental - Teoria e Prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SCHLOSSER, B. T., et al. **SITUAÇÃO DA DEFESA CIVIL NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUL-RS.** 2015.

SENGERS - SINDICATO DOS ENGENHEIROS.
Aquecimento Global cria clima extremo no Rio Grande do Sul. jun. 2016. Disponível em:
<https://www.sengers.org.br/site/noticias/2485/aquecimento-global-cria-clima-de-extremos-no-rs>.
Acesso em: 06 abr. 2021.

SILVA, A. O. da. **Estratégias para construir cidades resilientes.** 2018. 98Fp. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos, na Especialidade Ciência do Risco), Coimbra, Portugal. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. 2018. Disponível em:
https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/82388/1/AntonioSilva_Versaofinal.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

SILVA, C. A. M. **Em busca da Resiliência?:** Urbanização, ambiente e riscos em Santos (SP). 2014. 253p. Tese (Doutorado) - Campinas, SP. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

SILVA, C. O. da. Incêndios florestais mobilizam bombeiros e causam estragos em Arambaré. **CLICR**, 27 jan. 2020. Disponível em: <https://clicr.com.br/incendios-florestais-mobilizam-bombeiros-e-causam-estragos-em-arambare/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

SILVA, T. C. P. da. **Diagnóstico da fragilidade ambiental como subsídio ao Zoneamento Ambiental do município de Pains/MG.** 2014. 34 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SMYTH, C. G.; ROYLEB, A. Urban landslide hazards: incidence and causative factors in Niterói, Rio de Janeiro State, Brazil. **Applied Geography**, v. 20, n. 2, April 2000. 95-118. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622800000047>. Acesso em: 06 abr. 2021.

TORNADOS NO BRASIL. Tromba d'água na manhã desta sexta-feira (31/01), na Laguna dos Patos em Arambaré. Postagem do Facebook. Foto

capturada por Launi de Fraga Guedes. 31 jan. 2020. Disponível em: <https://www.facebook.com/TornadosnoBrasilOficial/photos/2497900357004948>. Acesso em: 06 abr. 2021.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre-RS: ABRH, 2005.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ABRH, 1995.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION - UNDRR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. UN world conference on Disaster Risk Reduction, 2015. March 14-18, Sendai, Japan. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction; 2015. Disponível em: http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION - UNDRR. **Como Construir Cidades Mais Resilientes: Um Guia para Gestores Públicos Locais**. Genebra, Suíça: Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres. 2012. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION - UNDRR. Terminology. **Contingency planning**. 2020. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/contingency-planning>. Acesso em: 06 abr. 2021.

UOL. **Enchente mata seis pessoas e arrasta ponte no RS**. 2009. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2009/01/496014-enchente-mata-seis-pessoas-e-arrasta-ponte-no-rio-grande-do-sul.shtml>. Acesso em: 06 abr. 2021.

VIEIRA, R. *et al.* Política pública urbana de gestão de riscos de desastres naturais em Blumenau-SC: processos e ações. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 22, 2019. Epub May 16, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/asoc/v22/pt_1809-4422-asoc-22-e01182.pdf. Acesso em: 06 abr. 2021.

WERLANG, A.; TRAININI, M. M. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Regional da Região Centro-Sul 2015-2030**. São Jerônimo: Fotografica, Revelação Digital e Serviços Gráficos, 2017.

WOLLMANN, C. A.; SARTORI, M. da G. B. Sazonalidade dos episódios de enchentes ocorridos na bacia hidrográfica do Rio Caí-RS, e sua relação com a atuação do fenômeno El Niño, no período de 1982 a 2005. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 7, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25637/17174>. Acesso em: 06 abr. 2021.