

RESSALVA

Atendendo a solicitação do(a) autor(a), o texto completo desse trabalho será disponibilizado no repositório a partir de 04/07/2027.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia



Ministério da Ciência,
Tecnologia e Inovações



LUCIANNA MARIA BAJOTTO FERNANDES TAKEMURA

**GESTÃO DE RISCOS DA SECA: diagnóstico, estratégias e
recomendações para o município de Nova Palma no Rio
Grande do Sul.**

LUCIANNA MARIA BAJOTTO FERNANDES TAKEMURA

**GESTÃO DE RISCOS DA SECA: diagnóstico, estratégias e recomendações para o
município de Nova Palma no Rio Grande do Sul**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRA pelo Programa de Pós-Graduação em DESASTRES NATURAIS.

Área: Desastres Naturais. Linha de pesquisa Desastres associados a eventos extremos, secas, estiagens, incêndios florestais e escassez de água.

Orientadora: Profa. Dra. Luana Pampuch Bortolozzo

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Paula Cunha

São José dos Campos

2025

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2025]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Takemura, Lucianna Maria Bajotto Fernandes

Gestão de riscos da seca: diagnóstico, estratégias e recomendações para o município de Nova Palma no Rio Grande do Sul / Lucianna Maria Bajotto Fernandes Takemura. - São José dos Campos : [s.n.], 2025.
93 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Pós-graduação em Desastres Naturais - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos, 2025.

Orientador: Luana Pampuch Bortolozzo
Coorientador: Ana Paula Cunha

1. Gestão de riscos;. 2. Capacidade de monitoramento;. 3. Vulnerabilidade;. 4. Seca;. 5. Nova Palma. I. Bortolozzo, Luana Pampuch , orient. II. Cunha, Ana Paula , coorient. III. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. V. Universidade Estadual Paulista (UNESP). VI. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). VII. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP
com adaptações - STATI, STRAUD e DTI do ICT/UNESP.

Renata Aparecida Couto Martins CRB-8/8376

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta pesquisa de dissertação tem como objetivo desenvolver estratégias e recomendações para um Plano Municipal de Gestão de Riscos da Seca em Nova Palma/RS, com potencial para gerar impactos significativos em seis diferentes dimensões:

Científico e acadêmico: Avanço no conhecimento sobre gestão local de riscos de secas, com integração de dados climáticos, socioeconômicos e ambientais, servindo de referência para futuras pesquisas.

Políticas Públicas Locais: Subsídios técnicos e tecnológicos para a elaboração de um Plano Municipal de Gestão de Riscos à Seca, alinhado às diretrizes estaduais e nacionais; Proposição de medidas concretas, como: Sistema de monitoramento e alerta precoce de secas; Identificação das vulnerabilidades e incentivos a práticas agrícolas adaptativas e ao uso da água sustentável. Além da possibilidade de influenciar a criação de leis e programas municipais voltados à segurança hídrica.

Socioeconômico: Apoio à agricultura local por meio da redução de perdas e custos com emergências, fortalecendo a economia do município.

Ambiental: Conservação de mananciais, combate à degradação do solo e promoção do uso racional da água.

Institucional e Comunitário: Fortalecimento da cooperação entre instituições, capacitação de profissionais e conscientização da população sobre a gestão da água.

As estratégias e recomendações propostas no trabalho poderão ser utilizados para outros municípios.

A presente pesquisa não apenas preenche uma lacuna acadêmica sobre gestão de secas em escala local, mas também oferece ferramentas práticas para transformar desafios em oportunidades de desenvolvimento sustentável. Seus resultados têm o potencial de influenciar políticas públicas, reduzir vulnerabilidades e melhorar a qualidade de vida da população, servindo como modelo para outras regiões afetadas pela seca.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This dissertation aims to develop strategies and recommendations for a Municipal Drought Risk Management Plan in Nova Palma/RS, with the potential to generate significant impacts across six different dimensions:

Scientific and Academic: Advancement of knowledge on local drought risk management through the integration of climatic, socioeconomic, and environmental data, serving as a reference for future research.

Local Public Policy: Provision of technical and technological support for the development of a Municipal Drought Risk Management Plan aligned with state and national guidelines. It proposes concrete measures such as an early warning and monitoring system for droughts, identification of vulnerabilities, and incentives for adaptive agricultural practices and sustainable water use. It also holds the potential to influence the creation of municipal laws and programs focused on water security.

Socioeconomic: Support for local agriculture by reducing losses and emergency-related costs, thereby strengthening the municipality's economy.

Environmental: Conservation of water sources, mitigation of soil degradation through drought-resilient agricultural practices, and promotion of rational water use in both urban and rural areas.

Institutional and Community: Strengthening cooperation between the local government, environmental agencies, universities, and the productive sector; training of professionals and farmers for proactive drought risk management; and public awareness campaigns on sustainable water consumption.

The strategies and recommendations proposed in this work can be adapted for use in other municipalities.

This research not only fills an academic gap regarding local-scale drought management but also offers practical tools to transform challenges into opportunities for sustainable development. Its results have the potential to influence public policy, reduce vulnerabilities, and improve the population's quality of life, serving as a model for other drought-affected regions.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Luana Pampuch Bortolozzo (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Profa. Dra. Daniela Rossato Stefanello

Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Departamento de Ciências Humanas

Campus de Barreiras

Profa. Dra. Tatiana Sussel Gonçalves Mendes

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 04 de julho de 2025.

DEDICATÓRIA

Aos meus amados filhos, João e Francisco, minhas maiores fontes de inspiração e força - seu amor incondicional e compreensão foram meu sustento nessa jornada. Cada sorriso de vocês renovou minhas energias para seguir em frente.

Ao meu esposo, David, meu companheiro de todas as horas - obrigada por cada palavra de incentivo, por cada momento que dividimos, e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava. Esta conquista é nossa.

À minha mãe, Gleci, mulher de incansável dedicação - suas lições de vida e exemplos de resiliência me ensinaram que nenhum obstáculo é grande demais quando temos determinação.

Aos meus familiares, irmão, cunhados, sogros, tios, primos e avó - obrigada pelo apoio e por sempre torcerem por mim. Nossa família é meu porto seguro.

Por fim, à minha Nova Palma querida - àquela criança que correu livre pelos campos e ruas dessa cidade, e que hoje retorna trazendo um pouco do conhecimento adquirido para contribuir com sua terra natal. Minhas raízes sempre me guiaram de volta para casa.

Esta obra é fruto de muitas mãos e histórias que se entrelaçaram para torná-la possível. A cada um de vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Programa de Mestrado em Desastres Naturais, em especial à minha Orientadora Professora Luana - meu profundo reconhecimento pelo conhecimento compartilhado, pelas inúmeras orientações e por ampliar meus horizontes científicos.

Aos colegas de mestrado - companheiros de jornada acadêmica, que se tornaram amigos para vida. Nossas discussões, trocas e risadas foram fundamentais nesse percurso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de Mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

" No meio da rotina entre filhos, trabalho, casa e prazos de pesquisa, descubro que o saber não escolhe idade, nem fase da vida – ele espera por quem ousa voltar a aprender e tem coragem de recomeçar." Lucianna Bajotto

RESUMO

TAKEMURA, L M B F. **Gestão de riscos da seca:** diagnóstico, estratégias e recomendações para o município de Nova Palma no Rio Grande do Sul. 2025. Dissertação (Mestrado em Desastres Naturais) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos, 2025.

A gestão de riscos de secas requer um planejamento contínuo, envolvendo previsão, monitoramento, alertas precoces e ações mitigatórias. Esta pesquisa elaborou e recomendou estratégias para um plano municipal de gestão de riscos da seca em Nova Palma/RS, afetada por secas recorrentes com impactos na agricultura e qualidade de vida. O estudo analisou a capacidade de previsão mediante indicadores climáticos como o Índice Integrado de Seca, pluviômetros automático localizado no município, dados de precipitação provenientes do CHIRPS, Monitor de secas; identificou e caracterizou 26 indicadores de vulnerabilidades (capacidade adaptativa, sensibilidade e exposição) customizado para o município considerando fatores climáticos, ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos resultando em dados interessantes como a precipitação média anual vem reduzindo nos últimos 30 anos e o IIS (4,93) revelando uma frequente ocorrência de secas moderadas a severas, indicando vulnerabilidade hídrica, a população rural é composta por mais de 51% o que a torna diretamente exposta às variações climáticas, atividade agrícola é intensa, com 77,2% de lavoura temporária e 45,8% das terras usadas para cultivo — o que reforça a dependência climática da economia local. No que diz respeito a sensibilidade (socioeconômica e tecnológica), O PIB per capita (R\$ 58.703) é elevado, o que reduz a vulnerabilidade econômica, o uso de irrigação no município (4,4%) é muito baixo, o que aumenta a exposição agrícola à seca. No que tange a capacidade adaptativa, a alta alfabetização (97,7%) e IDH-M (0,744) demonstram forte capital humano; e propôs ações de mitigação e preparação baseado em quatro eixos, incluindo um plano integrado que contemple a infraestrutura hídrica, matriz de responsabilidades, políticas públicas e capacitação técnica e comunitária.

A metodologia combinou revisão bibliográfica, análise de dados secundários e comparação de planos bem-sucedidos. Como resultado, sugeriu estratégias e metodologias para se fazer um plano estruturado para Gestão de riscos em Nova Palma, que também servirá de modelo para outros municípios.

Palavras-chave: Gestão de riscos; seca; vulnerabilidade; capacidade de monitoramento; mitigação; Nova Palma.

ABSTRACT

TAKEMURA, L M B F. **Drought risk management:** diagnosis, strategies, and recommendations for the municipality of Nova Palma in Rio Grande do Sul. 2025. Dissertation (Master's in Natural Disasters) - São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; National Center for Monitoring and Alerts of Natural Disasters (Cemaden), São José dos Campos, 2025.

Drought risk management requires continuous planning, involving forecasting, monitoring, early warning systems, and mitigation actions. This study developed and recommended strategies for a municipal drought risk management plan for Nova Palma/RS, a municipality affected by recurrent droughts with impacts on agriculture and quality of life. The research evaluated predictive capacity through climatic indicators such as the Integrated Drought Index (IIS), an automatic rain gauge located in the municipality, precipitation data from CHIRPS, and the Drought Monitor. It identified and characterized 26 vulnerability indicators (adaptive capacity, sensitivity, and exposure), customized for the local context, considering climatic, environmental, social, economic, and technological factors. The data revealed significant findings: the annual average precipitation has decreased over the past 30 years, and the IIS (4.93) indicates frequent moderate to severe droughts, signaling water vulnerability. Over 51% of the population lives in rural areas, making them directly exposed to climate variability. Agriculture is intense, with 77.2% of land dedicated to temporary crops and 45.8% used for cultivation—highlighting the local economy's climate dependency. Regarding sensitivity (socioeconomic and technological), the municipality has a high per capita GDP (R\$ 58,703), reducing economic vulnerability; however, irrigation usage is low (4.4%), increasing agricultural exposure to drought. In terms of adaptive capacity, the municipality demonstrates strong human capital, with a high literacy rate (97.7%) and Human Development Index (0.744). The study proposed mitigation and preparedness actions based on four pillars, including an integrated plan addressing water infrastructure, accountability matrix, public policies, and technical and community training. The methodology combined literature review, analysis of secondary data, and comparison with successful plans. As a result, it suggested strategies and methods for developing a structured drought risk management plan for Nova Palma, which may also serve as a model for other municipalities.

Keywords: Risk management. Drought. Vulnerability. Monitoring capacity. Mitigation. Nova Palma.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos e subgrupos de perigos naturais na classificação de perigos.....	20
Figura 2 - Ocorrência de desastres no Brasil X Mundo.	21
Figura 3 - Número de afetados por tipo de desastre de 1928 a 2023.	21
Figura 4 - Relação entre os tipos de secas e duração dos processos.	25
Figura 5 - SPEI12 para o município de Nova Palma-RS.	31
Figura 6 - Índice Integrado de Seca no município de Nova Palma em abril de 2025.....	32
Figura 7 - Anos das ocorrências de estiagens e secas no RS de 1991 a 2024.....	38
Figura 8 - Meses das ocorrências de estiagens e secas no RS de 1991 a 2024.....	38
Figura 9 - Tipos de desastres no Brasil de 1991 a 2024.....	40
Figura 10 - Tipos de desastres no Rio Grande do Sul de 1991 a 2024.	41
Figura 11 - O ciclo de Gestão de Risco de Desastres baseado na metodologia de Nys et al., (2016).	42
Figura 12 - Eixos principais de um SARD.....	47
Figura 13 - Fluxograma de estratégias e recomendações para elaboração de um Plano Municipal de Gestão de Riscos para a Seca baseado na metodologia de Wilhite (2000).....	51
Figura 14 - Mapa da localização de Nova Palma.	54
Figura 15 - Bacia hidrográfica do baixo Jacuí.	55
Figura 16 - Acumulado anual de Precipitação para o município de Nova Palma – RS com dados dos CHIRPS no período de 1981-2023.....	68
Figura 17 - Anomalias anuais de precipitação no período de 1981 a 2023 para o município de Nova Palma – RS com dados do CHIRPS (baseado na climatologia de 1991-2020).....	69
Figura 18 – IIS de 2003 a 2023 para o município de Nova Palma.	70
Figura 19 - Monitor de Secas: (a) março/2025; (b) abril/2025.	71
Figura 20 - Progressão alerta da situação de seca para o mês de abril/2025.....	71
Figura 21 - IIS para o município de Nova Palma-RS (maio/2024 a abril/2025).	72
Figura 22 - Os quatro eixos das ações de mitigação e preparação em Nova Palma.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores do índice de precipitação padronizado e categorias de seca.....	29
Tabela 2 - Camada de exposição e descrição para avaliação na exposição à seca.	34
Tabela 3 - Definição dos ângulos de vulnerabilidades.....	35
Tabela 4 - Objetivos da PNPDEC (Lei 12.608/2012).....	45
Tabela 5 - Dados do comportamento da temperatura e precipitação ao longo do ano do município de Nova Palma -RS.	56
Tabela 6 - Classificação do IVS.....	63
Tabela 7 - Vulnerabilidades mapeadas para o município de Nova Palma-RS adaptado de Rosendo (2014).....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ADS	Água disponível no solo
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisa em Desenvolvimento
CHIRPS	<i>Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data</i>
CMI	<i>Climate Moisture Index</i>
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EM-DAT	<i>Emergency Events Database</i>
EN	<i>El Niño</i>
ENOS	<i>El Niño-Oscilação Sul</i>
GWP	<i>Global Water Partnership</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IIS	Índice Integrado de Seca
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LN	<i>La Niña</i>
MDR	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NIDIS	<i>National Integrated Drought Information System</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PDSI	<i>Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index</i>
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
REDEC	Regionais de defesa civil

RS	Rio Grande do Sul
SARD	Sistema de Alerta e Resposta a Desastres
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
S2iD	Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres
SPI	<i>Standardized Precipitation Index</i>
SPEI	<i>Palmer Drought Severity Index</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNDRR	<i>United Nations Office for Disaster Risk Reduction</i>
USAID	<i>United States Agency for International Development</i>
VHI	Índice de Saúde da Vegetação
VSWI	Índice de Suprimento de Água para a Vegetação
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Desastres.....	18
2.2 Secas.....	22
2.2.1 Tipos de Seca.....	24
2.2.2 Índices de secas	26
2.2.3 Monitor de secas	32
2.3 Perigo, exposição e vulnerabilidade da Seca.....	33
2.4 Seca no Rio Grande do Sul.....	36
2.5 Impactos da Seca	39
2.6 Gestão de risco e crise	41
2.7 Pilares da Gestão de Riscos	46
3 PROPOSTA DE PESQUISA.....	50
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
4.1 Região de estudo	53
4.2 Análise da capacidade de previsão e monitoramento de secas no município	57
4.3 Identificação e avaliação de vulnerabilidades através de indicadores socioeconômicas e ambientais.	59
4.4 Planejamento de ações de mitigação e preparação para eventos futuros	66
5 RESULTADOS.....	68
5.1 Análise da capacidade de previsão e monitoramento de secas no município	68
5.2 Identificação das vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais	72
5.3 Planejamento de ações de mitigação e preparação para eventos futuros	74
6 DISCUSSÕES	76
7 CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

Um desastre, segundo a Lei nº 14.750, é definido como o resultado de um evento adverso – que pode ter origem natural ou ser causado por ações humanas – atingindo ecossistemas e populações vulneráveis. Esses eventos provocam danos significativos, que podem ser: humanos, materiais e ambientais. Além disso, geram prejuízos econômicos e sociais, como interrupção de atividades produtivas e aumento da desigualdade (BRASIL, 2023).

Os desastres naturais são causados por fenômenos, de origem hidrológica, meteorológica, climatológica, geofísica ou biológica que degradam o ambiente natural e construído das regiões afetadas, provocando danos materiais e vítimas a um nível tal que excedem a capacidade de auto recuperação da comunidade local, exigindo recursos da assistência externa (ALCÁNTARA, 2002; LIMA et al., 2013). A seca destaca-se entre os desastres naturais mais complexos e devastadores, com impactos em cascata na agricultura, no abastecimento hídrico, na saúde e economia (UNDRR, 2021).

A seca constitui um evento climático comum em diversas partes do mundo, que adquire características de ameaça natural quando atinge proporções significativas em regiões populosas. Sua transformação em desastre ocorre quando os mecanismos locais de enfrentamento se mostram inadequados para prevenir impactos relevantes - tanto no âmbito material quanto humano - gerando consequências socioeconômicas adversas. Em contextos geográficos propensos a períodos de seca, observa-se uma marcante heterogeneidade na exposição aos riscos entre diferentes grupos populacionais. Essa disparidade reflete-se tanto nas condições de vulnerabilidade quanto nos recursos disponíveis para adaptação e resiliência diante de episódios prolongados de estiagem. A materialização do desastre está intrinsecamente vinculada à interação entre ameaça, fatores de vulnerabilidade, capacidade institucional e comunitária de resposta e as políticas de mitigação (CUNHA et al., 2019).

No Brasil, onde secas e estiagens representaram 30.705 das 67.230 ocorrências registradas entre 1991-2024 - afetando 109 milhões de pessoas (Atlas de Desastres, 2024) -, esse fenômeno, embora menos frequente que inundações, é o que mais afeta a população: 33 milhões de brasileiros impactados apenas entre 2000-2018 (EM-DAT, 2024). No Rio Grande do Sul, estado que ocupa o 2º lugar nacional em ocorrências de seca, os anos de 2005, 2020 e 2023 registraram os piores episódios (RIO GRANDE DO SUL, 2024). Neste contexto, municípios como o de Nova Palma, altamente dependentes do setor agropecuário, enfrentam

desafios crescentes, exigindo ações coordenadas conforme as diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) para a gestão integrada de riscos em escala municipal (BRASIL, 2012).

A abordagem de gestão de riscos para a seca, de forma preventiva, estrutura-se em três pilares: monitoramento e alerta precoce (indicadores climáticos e gatilhos de ação), avaliação de vulnerabilidades (quem e o que está em risco); e mitigação e preparação (respostas de curto e longo prazos) programa de resposta operacional bem definido e estabelecido para quando a seca iniciar; programas de segurança e social, pesquisas e extensão (MARTINS et al., 2015; WILHITE; HAYES; KNUTSON, 2005).

Em Nova Palma, a falta de um plano municipal de gestão de risco agrava os impactos das secas, ameaçando a segurança hídrica, a produção agrícola e a qualidade de vida. Diante disso, este estudo visou: analisar a capacidade de previsão e monitoramento de secas no município; identificar os indicadores de vulnerabilidades e propor ações de mitigação e preparação adaptadas à realidade local.

A escolha do município justificou-se pela sua relevância no setor agropecuário regional e pela recorrência de episódios de seca, conforme constatado pelas análises realizadas através dos indicadores de seca, que demandam respostas estruturadas e baseadas em evidências. A pesquisa buscou, ainda, contribuir para o preenchimento de uma lacuna crítica na gestão local de desastres naturais em relação a Gestão de Riscos para a seca, propondo estratégias adaptáveis e aplicáveis à realidade socioeconômica e ambiental da região.

A metodologia adotada combinou revisão bibliográfica, análise de dados climáticos e socioeconômicos, e consulta a atores locais, permitindo um diagnóstico abrangente das condições atuais.

Como resultado, ofereceu recomendações e estratégias práticas para a construção de um Plano de Gestão de Riscos de Secas incluindo sistemas de alertas baseados em indicadores e monitoramentos locais, mapeamento de áreas vulneráveis através de indicadores e propostas de ações de mitigações para técnicos, comunidade, agricultura e abastecimento hídrico, alinhado às diretrizes nacionais e estaduais, customizado às necessidades específicas de Nova Palma.

A relevância deste estudo reside não apenas na sua aplicação local, mas também no potencial de servir como modelo para outros municípios gaúchos que enfrentam desafios similares, fortalecendo a resiliência climática do estado como um todo.

7 CONCLUSÕES

Esta pesquisa alcançou seu objetivo geral de desenvolver estratégias para um Plano Municipal de Gestão de Riscos de Seca em Nova Palma-RS através de três eixos fundamentais. Primeiramente, a análise da capacidade de previsão e monitoramento revelou padrões climáticos críticos, com secas severas recorrentes (2004, 2020, 2022 e 2023) e uma redução progressiva da precipitação média após 2000, confirmada pelos dados do CHIRPS (1981-2023) e do Índice Integrado de Seca (2003-2023), revelando que o município possui a capacidade de previsão e monitoramento de dados climáticos e hidrológicos suficientes para antecipar seus eventos de secas, porém necessita de sistemas de alerta precoce operacionalizados e integração institucional entre secretarias e órgãos federais/estaduais. Para tal, recomenda-se implementar um centro municipal de monitoramento com técnicos capacitados e com acesso a plataformas como o Monitor de Secas da ANA e Monitoramento de Secas e impactos do Cemaden.

A seleção dos 26 indicadores de vulnerabilidades levou em consideração a alta dependência dos rios Soturno e Jacuí, fragilidade institucional na gestão de secas prolongadas e limitações na capacidade adaptativa, particularmente na agricultura familiar. No eixo climático observou-se que a precipitação média anual vem reduzindo nos últimos 30 anos e o IIS (4,93) revela uma frequente ocorrência de secas moderadas a severas, indicando vulnerabilidade hídrica. A população rural é composta por mais de 51% o que a torna diretamente exposta às variações climáticas, atividade agrícola é intensa, com 77,2% de lavoura temporária e 45,8% das terras usadas para cultivo — o que reforça a dependência climática da economia local. A formação florestal (39%) representa uma certa resiliência ecológica, podendo auxiliar na regulação hídrica e climática. No que diz respeito a sensibilidade (socioeconômica e tecnológica), O PIB per capita (R\$ 58.703) é elevado, o que reduz a vulnerabilidade econômica. O uso de irrigação no município (4,4%) é muito baixo, o que aumenta a exposição agrícola à seca. A infraestrutura de abastecimento de água é moderada: 62,16% têm rede geral, mas ainda há uso de poços (16,14%) e fontes rasas (4,66%). No que tange a capacidade adaptativa, a alta alfabetização (97,7%) e IDH-M (0,744) demonstram forte capital humano. A assistência técnica (81,5%) e o acesso à educação formal (84,7%) entre produtores são pontos muito positivos.

Por fim, propõe que as ações de mitigação e preparação demonstram que o município não está preparado para o enfrentamento dos eventos de secas, para tal se sugere o

fortalecimento através de ações no modelo integrado em quatro eixos: (1) articulação institucional via comitês municipais; (2) medidas proativas como ampliação de reservatórios e irrigação eficiente; (3) capacitação técnica para gestão de riscos; e (4) mobilização comunitária através de educação hídrica. Essas estratégias, alinhadas ao GIRD (MDR, 2021), não apenas fortalecem a resiliência local, mas servem de referência para municípios de pequeno porte enfrentarem secas num cenário de mudanças climáticas.

Os resultados reforçam que a combinação de monitoramento, diagnóstico e identificação de vulnerabilidades e planejamento participativo pode transformar riscos climáticos em oportunidades de desenvolvimento sustentável. Como perspectivas futuras, recomenda-se a implantação de uma central de monitoramento, com dados em tempo real e a incorporação de projeções climáticas nos planos municipais, garantindo que Nova Palma avance de uma cultura reativa para uma gestão proativa das secas. Esta pesquisa contribui, assim, tanto para o campo acadêmico - ao adaptar metodologias globais a realidades locais - quanto para a gestão pública, oferecendo ferramentas concretas para reduzir impactos socioeconômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

- ADGER, W.N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v.16, n.3, p.268-281, 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Monitor de Secas: Síntese - abril/2025.* Brasília: ANA, 2025. Disponível em: https://ana-monitor-secas-files.s3.sa-east-1.amazonaws.com/uploads/mapas/Monitor_Secas_Sintese_abril2025.pdf. Acesso em: 19 de mai. 2025.
- ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). A origem do Monitor. 2024. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/a-origem-do-monitor>. Acesso em: 12 de jun. 2024.
- ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). Seca e os Impactos da Seca no Brasil. Relatório Técnico. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/publicacoes/2022/seca-e-os-impactos-da-seca-no-brasil>. Acesso em: 5 de jul. 2024.
- ATLAS DIGITAL DE DESASTRES NO BRASIL, mapa interativo. 2024. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>. Acesso em: 1 de jul. 2024.
- ATLAS SOCIOECONOMICO DO RIO GRANDE DO SUL. 2022; Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/populacao-absoluta>. Acesso em: 1 de jul. 2024
- ALBUQUERQUE, A. M; RIBEIRO, J. R. Cl; SALES, M. C. L. A aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da área de influência direta do Açude Castanhão. Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 21, n. 2, p. 674-685, set. 2019. Disponível em: <http://uvanet.br/rcgs>. Acesso em: 3 de fev. 2025.
- ALBUQUERQUE, T. M. A; MENDES, C. A. B. Avaliação do processo de gestão de seca: estudo de caso no Rio Grande do Sul. REGA, n. 1, p. 17-29, jan./Jun. 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/241425/000722847.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 de ago. 2024.
- ALCÁNTARA, A. I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural

disasters in developing countries. *Geomorphology*, Amsterdam: Elsevier, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00083-1](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00083-1). Acesso em: 10 de ago.2024.

ACSELRAD, Henri. Vulnerabilidade ambiental, processos e relações. Comunicação apresentada no II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, Rio de Janeiro: FIBGE, 24 de ago. 2006.

BANCO MUNDIAL. Gestão de risco de seca no setor agropecuário. Banco Mundial, 2018. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/680361562830185332/pdf/Gestao-de-Risco-de-Seca-no-Setor-Agropecuario-do-Nordeste.pdf>. Acesso em: 8 de ago. 2024.

BANCO MUNDIAL. Avaliação de risco e perigo de seca. Washington, DC: World Bank, 2019. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/3e90e6df-9a59-5e33-9104-580cf7b97b31/content>. Acesso em: 18 de fev. 2025.

BARRA, T. S.; COSTA, J. N. M. da; RAO, T. V. R.; SEYDIAMA, G. C.; FERREIRA, W. P. M.; NETO, F.S.D. (2002). Caracterização Climatológica da Severidade das Secas do Estado do Ceará – Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.266-272. Campina Grande, PB.

BHATTACHARYA Sumana, e DASS Aditi. Vulnerability to drought, cyclones and floods in India. **Winrock International**, India, September 2007.

BRAZ, Dejanira Ferreira. Impacto de eventos severos na agricultura do Rio Grande do Sul. 94 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Meteorologia, Pelotas, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Diário Oficial da União, 11 abr. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm. Acesso em: 30 de jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.750, de 28 de dezembro de 2023. Diário Oficial da União, 29 dez. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14750.htm. Acesso em: 3 de abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde esclarece como será novo índice de equidade para classificar os municípios. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/novembro/ministerio-da-saude-esclarece-como-sera-novo-indice-de-equidade-para-classificar-os-municipios>. Acesso em: 16 de jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Cidadania. Explorador de Dados: Nova Palma/RS. Brasília, DF 2023. Disponível em: <https://aplicacoes.cidadania.gov.br/vis/data3/data-explorer.php?search=nova%20palma>. Acesso em: 16 de jul. 2024.

BRASIL. MDR (Ministério do Desenvolvimento Regional). Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil. Brasília, DF: MDR, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil>. Acesso em: 23 de fev. 2025.

BRASIL. MDR (Ministério do Desenvolvimento Regional). GIRD+10 – Caderno técnico de Gestão Integrada de Riscos e Desastres. Brasília: MDR, 2021. 1. ed. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec>. Acesso em: 03 de ago. 2024.

CALOW, R. C.; MACDONALD, A. M.; NICOL, A.; ROBINS, N. S.; KEBEDE, S. The struggle for water: drought, water security and rural livelihoods. British Geological Survey Commissioned Report, CR/02/226N. Keyworth, Nottingham: **British Geological Survey**, 2006.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS). O Cemaden e sua competência no âmbito do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais. Brasília: CEMADEN, 2021. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/o-cemaden-e-sua-competencia-no-ambito-do-plano-nacional-de-gestao-de-risco-de-riscos-e-resposta-a-desastres-naturais/>. Acesso em: 12 de nov. 2024.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS). Cemaden disponibiliza plataforma Alerta-Secas para acompanhamento de secas. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assUNTos/noticias-cemaden/cemaden-disponibiliza-plataforma-alerta-secas-para-acompanhamento-de-secas>. Acesso em: 10 de abr. 2024.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS) Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). Disponível: <https://educacao.cemaden.gov.br/midioteca/classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres-cobrade/> . acesso em 10 de dez 2024.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS). Monitoramento de secas e impactos no Brasil: 2013 - maio 2025. Brasília: CEMADEN, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-2013-maio-2025>. Acesso em: 01 de jun. 2025.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS) Monitoramento de secas e impactos no Brasil: 2013 - agosto 2022. Brasília: CEMADEN, ago. 2022. (Boletim Brasil, 08/2022). Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-2013-agosto-2022-1/Boletim_BRASIL_082022.pdf. Acesso em: 20 de ago. 2024.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS). Monitoramento de Secas e Impactos no Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assUNTos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-2013-janeiro-2023>. Acesso em: 01 de jun. 2024.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS). **RISAF - Risco da Seca na Agricultura Familiar**, SP, v. 4, n. 44, maio 2024.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS). Mapa Interativo: Monitoramento de Desastres Naturais. Disponível em: <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 20 de fev. 2025.

CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). Monitoramento de seca para o Brasil. Brasília: CEMADEN, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ceaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil>. Acesso em: 02. de jun. 2024.

CLIMATEMPO. Climatologia: Nova Palma - RS. 2024. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/2996/novapalma-rs>. Acesso em: 3 ago. 2024.

CPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991-2012**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. Florianópolis, 2013.

CUNHA, Ana Paula; MARCHEZINI, Victor; LINDOSO, Diego; SAITO, Silvia; ALVALÁ, Regina. Desafios para a consolidação de um sistema de alerta de risco de desastre associado às secas no Brasil. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334622167_Desafios_para_a_Consolidacao_de_um_Sistema_de_Alerta_de_Risco_de_Desastre_Associado_as_Secas_no_Brasil. Acesso em: 13 de jul. 2024.

CUMPLIDO, M. A; INOCENTE, M. C; MEDEIRO, T. P; SAMPAIO, G. MARENGO, J. A. Secas e crises hídricas no Sudeste do Brasil: um histórico comparativo entre os eventos de 2001, 2014 e 2021 com enfoque na bacia do Rio Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, p. 129-153, jan./jun. 2023.

DEFESA CIVIL DO RIO GRANDE DO SUL. Cobrade: classificação e codificação brasileira de desastres. Defesa Civil do Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/04095316-cobrade-classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres.pdf>. Acesso em: 3 de ago. 2024.

DESASTRES NATURAIS NO RIO GRANDE DO SUL: estudo sobre as ocorrências no período 2003-2021 / Rio Grande do Sul. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão.

Departamento de Planejamento Governamental. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2022. Disponível: <https://planejamento.rs.gov.br/desastres-naturais-no-rio-grande-do-sul> . Acesso 10 de nov. 2024.

EM-DAT: The International Disaster Database., 2024. Disponível em: <https://public.emdat.be/data>. Acesso em: 8 de ago. 2024.

EOS DATA ANALYTICS. NDVI FAQ: Tudo o que você precisa saber sobre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. 2023. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/ndvi-faq/>. Acesso em: 16 de jul. 2024.

EMBRAPA. Perguntas e respostas sobre convivência com a seca. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-convivencia-com-a-seca/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 3 de dez. 2023.

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M. et al., The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Sci Data* 2, 150066 (2015). <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66> . Acesso em 10 de jun 2025.

FACCO, D. S.; SOUZA, A. C.; BENEDETTI, A. C. P. Geoprocessamento algébrico para estudo da dinâmica da cobertura florestal no município de Nova Palma. *Geoambiente On-line*, [S. l.], n. 29, 16 jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.47276>. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/47276>. Acesso em: 3 de jun. 2024.

FERRARI, R. Modelagem dinâmica do uso e cobertura da terra da Quarta Colônia, RS. 2008. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/9514/FERRARI%20c%20RENATA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 4 de jun. 2024.

Fernandes, V. R.; Cunha, A. P.; M. A.; Pineda, L. A. C.; Leal, K. R. D.; Costa, L. C. O.; Broedel, E.; Marengo, J. (2021). SECAS E OS IMPACTOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL. *Revista Brasileira De Climatologia*, 28. <https://doi.org/10.5380/rbclima.v28i0.74717>

DEFESA CIVIL DO RIO GRANDE DO SUL. Cobrade: classificação e codificação brasileira de desastres. Defesa Civil do Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/04095316-cobrade-classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres.pdf>. Acesso em: 8 de jul. 2024.

GODIM FILHO, J. G. C.; FRANCA, D. T.; GERMANO, A. O.; MEDEIROS, V. V. R.; MOLION, L. C. B. (2003). **Prevenção de Eventos Críticos: O Estado das Águas no Brasil 2001-2002**. Edição Comemorativa do Dia Mundial da Água. Agência Nacional de Águas, Brasília

GONÇALVES, S. T. N; VASCONCELOS, F. C. J; SAKAMOTO, M. S; SILVEIRA, C. S; MARTINS, E. S. P. R. Índices e metodologias de monitoramento de secas: uma revisão. Revista Brasileira de Meteorologia, n. 3 (Suplemento), p. 495-511, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863630007>. Acesso em: 14 de jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Nova Palma - Panorama. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/nova-palma/panorama>. Acesso em: 3 de ago. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Panorama do Censo 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 15 de jul. 2024.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. Municípios e Saneamento: Nova Palma/RS. 2023. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rs/nova-palma>. Acesso em: 16 de jul. 2024

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Atlas da Vulnerabilidade Social. Brasília: IPEA, 2023. Disponível em: <https://ivs.ipea.gov.br>. Acesso em: 14 de abr. 2025.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). Climate change 2014: synthesis report. Geneva: IPCC, 2014. 151 p. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível

em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. Acesso em: 20. Fev. 2025.

IPCC, 2018: Anexo I: Glossário [Matthews, JBR (ed.)]. Em: Aquecimento global de 1,5°C. Um relatório especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e as trajetórias globais de emissão de gases de efeito estufa relacionadas, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça das mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, JBR Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor e T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, pp. 541-562, doi: 10.1017/9781009157940.008 . Acesso em: 20 de fev. 2025.

JUNQUEIRA, Rubens. Índices de severidade de seca para a bacia hidrográfica do Rio Tocantins. 2019. 78 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

KREIBICH, H. et al., The challenge of unprecedented floods and droughts in risk management. *Nature*, London, v. 608, p. 80-86, 3 Aug. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04917-5>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41586-022-04917-5>. Acesso em: 04 de fev. 2024.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. *Disciplinarum Scientia, Série: Ciências Exatas*, Santa Maria, n. 1, p. 171-182, 2001.

LANEN, H. A. J. van; PETERS, E. Definition, effects and assessment of groundwater droughts. In: VOGT, J. V.; SOMMA, F. (Ed.). *Drought and drought mitigation in Europe*. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 2000. p. 49-61.

LAVELL, A.; MASKREY, A. **The future of disaster risk management: draft synthesis document**. San Jose: FLACSO; UNISDR, 2013. (Meeting notes and background papers presented at the International Meeting on Disaster Risk Management, April 18-19, 2013).

LIMA H. M, ANDREILCY ALVINO-BORBA, ADILSON PINHEIRO, ABEL MATA-LIMA E JOSÉ ANTÔNIO ALMEIDA. Impactos dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconômico: o que faz a diferença? *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 45-64, jul./set. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000300004>. Acesso em: 11 de ago. 2024.

MAPBIOMAS. Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>. Acesso em: 10 de jun 2025.

MARTINS, E. S. P. R.; NYS, E.; MOLEJÓN, C.; BIAZETO, B.; SILVA, F. V.; ENGLE, N. **Monitor de Secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas**. Brasília: Banco Mundial, 2015. 124 p

MARCHEZINI, V. Redução de vulnerabilidade a desastres: dimensões políticas, científicas e socioeconômicas. **Waterlat-Gobacit Networking Papers**, v. 2, p. 82-102, 1 dez. 2015.

MCKEE T. B.; DOESKEN N. J.; KLEIST J. A relação da frequência e duração da seca com escalas de tempo. 1993. Disponível em: https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS_Relationship_Drought_Frequency_Duration_Time_Scales_1993.pdf. Acesso em: 15 de jun 2024.

MDR (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL). Atlas Digital de desastres no Brasil. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>. Acesso em: 20 de jun. 2024.

MISHRA, A. K.; SINGH, V. P. A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, v. 391, n. 1-2, p. 202-216, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169410004944>. Acesso em: 9 de ago.2024.

MORAES, O. L. L.; RYAN, B.; QURESHI, R.; ARENAS GARCIA, N. Banco de dados de desastres: importância, desafios e limitações: UNDRR, 2023. Disponível em: <https://www.undrr.org/sites/default/files/inlinefiles/Data%20for%20Decision%20Making%20Paper.pdf>. Acesso em: 13 de jun. 2024.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

NIDIS (NATIONAL INTEGRATED DROUGHT INFORMATION SYSTEM). Crop Moisture Index (CMI), 2015. Disponível em: <https://www.drought.gov/data-maps-tools/crop-moisture-index-cmi>. Acesso em: 12 de abr. 2024.

NYS, E.; ENGLE, N.; QUINTANA, C. M. Marco e poder de mobilização. In: NYS, E.; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. (orgs.). Secas no Brasil: política e gestão proativas. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE; Banco Mundial, 2016. p. 137-160. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/seca_brasil-web.pdf. Acesso em: 8 ago. 2024.

NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p

OMM (ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL). Índice normalizado de precipitação: guia do usuário. OMM-Nº 1090. Genebra: Organização Meteorológica Mundial, 2012. ISBN 978-92-63-31090-3.

OMM (ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL); ASSOCIAÇÃO MUNDIAL PARA A ÁGUA. **Manual de indicadores e índices de seca** (M. Svoboda e B.A. Fuchs). Programa de gestão integrada de secas, série 2 de ferramentas e diretrizes para a gestão integrada de secas. Genebra, 2016.

ONU – Organização das Nações Unidas. Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunoficialf%5B1%5D.pdf. Acesso em: 27 de jul.2024.

PEDUZZI, P.; DAO, H.; HEROLD, C.; MOUTON, F. Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards: the disaster risk index. Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 9, p. 1149-1159, 17 jul. 2009. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-9-1149-2009>. Disponível em: <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1149/2009/>. Acesso em: 20 de fev. 2025.

ROSSATO, P. S. O sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma, RS: contribuição ao clima urbano de cidades pequenas. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 2010.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão (SEPLAG). Estiagens e secas. In: Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul. 8. ed. Porto Alegre: SEPLAG, 2024. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/estiagens-e-secas>. Acesso em: 17 de jul. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí (G070). Porto Alegre: SEMA, 2023. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br>. Acesso em: 18 de jul. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do meio ambiente e infraestrutura (SEMA). Programa Proredes - BIRD-RS Codex Remote Ciências Espaciais e Imagens Digitais Ltda. Produto 3 - Diagnóstico dos desastres no RS: Serviços de Consultoria para a proposição da Arquitetura do Sistema Estadual de Gestão Integrada de Riscos de Desastres. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/sistema-estadual-de-gestao-integrada-de-risco-de-desastre>. Acesso em: 10 de jul. 2024

ROSENDO, E. E. Q. Desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade à seca na região semiárida brasileira. 2014. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa, 2014.

SENA, Aderita Ricarda Martins. Seca, vulnerabilidade socioambiental e saúde: impactos no semiarido brasileiro. 2017. Tese (Doutorado) – Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde, Pós-graduação em Informação e Comunicação em Saúde, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/23608>. Acesso em: 16 de jul. 2024.

SENA, Aderita Ricarda Martins de; ALPINO, Tais de Moura Ariza; FREITAS, Carlos Machado de. Redução de risco de desastre por seca – implementando o Marco de Sendai no Semiarido Brasileiro. 2020. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Reducao2020/Reducao_2ed-2020.pdf. Acesso em:

13 de jul. 2024.

SERRANO, V.S.M.; BEGUERIA, S.; MORENO, J.I. L. A multiscale drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. **J. Climate**, v. 23, n.7, p. 1696-1718, 2010.

SILVA, D.F da.; LIMA, M.J.S.; SOUZA NETO, P.F.; GOMES, H.B.; SILVA, F.D.S. et al., Caracterização de eventos extremos e de suas causas climáticas com base no Índice Padronizado de Precipitação Para o Leste do Nordeste. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 449-464, 2020

SCHIRMER, G. J. Mapeamento geoambiental dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande – RS. 2012. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SCHIRMER, G. J.; ROBAINA, L. E. S. Mapeamento Geomorfológico da Quarta Colônia-RS. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2016, Goiânia. Anais...: SINAGEO, 2016. p. 352-390. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-352-90.html>. Acesso em: 20 de ago. 2024.

TOMINGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

TSEGAI, D.; ARDAKANIAN, R. Regional workshop on capacity development to support national drought management policies for Latin America and the Caribbean Countries. **Proceedings...** UN-Water Decade Programme on Capacity Development (UNW-DPC). 2014.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 87-93.

ULIANA, E.M.; DOS REIS, E.F.; DE SOUZA, A.P.; DA SILVA, J.G.F.E; XAVIER, A.C. Utilização do índice de precipitação padronizado para a região Norte do Estado do Espírito Santo. **Revista Irriga**, v. 20, n. 3, p. 414-428, 2015.

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. CSIC. SPEI Global Drought Monitor. Zaragoza: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2024. Disponível em: <https://spei.csic.es/map/maps.html>. Acesso em: 17 de de jul. 2024.

UNDRR (UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION). GAR Special Report on Drought 2021. Geneva: UNDRR, 2021. ISBN 978-92-1-232027-4. Disponível em: <https://www.undrr.org/media/49386>. Acesso em: 3 de ago. 2024.

UNDRR (UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Genebra: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), 2019. ISBN 978-92-1-004180-5.

UNDRR (UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION). Disaster. In: UNDRR Terminology. Geneva: UNDRR, 2024. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/disaster>. Acesso em: 13 de jun. 2024.

VOGT, J. et al., Drought risk assessment and management: a conceptual framework. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. DOI:<https://doi.org/10.2760/919458>. ISBN 978-92-79-97470-0. Acesso em: 10 de nov. 2024.

WARD, P. et al., The need to integrate flood and drought disaster risk reduction strategies. Water Security, v. 11, p. 100070, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100070>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468312420300185>. Acesso em: 12 de jul. 2024.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M. H. **Drought as a natural hazard: concepts and definitions**. In: WILHITE, D. A.; WOOD, D. A. (Ed.). Drought: A Global Assessment. London: Routledge, 2000. v. 1, p. 3-18. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/243785200_Drought_as_a_Natural_Hazard_Concepts_and_Definitions. Acesso em: 9 de ago.2024.

WILHITE, D. A.; HAYES, M. J.; KNUTSON, C. L. **Drought preparedness planning: building institutional capacity**. In: WILHITE, D. A. (ed.). Drought and water crises: science,

technology, and management issues. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 93-135.

WILHITE, D. A. et al., **Drought early warning systems: monitoring and forecasting approaches. In: Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. p. 89-112. DOI: 10.1201/9781315265551-6.

WILHITE, D.A. **Drought as a natural hazard: Concepts and definitions**. In: Drought: A global assessment, v. 1. London, UK: Routledge, 2000. p. 3-18.

WILHITE, D. A.; SIVAKUMAR, M. V. K.; PULWARTY, R. Managing drought risk in a changing climate: the role of national drought policy. *Weather and Climate Extremes*, v. 3, p. 4-13, mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.01.002>. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212094714000025>. Acesso em: 03 de jun. 2024.

WMO (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION). Drought. Geneva: WMO. 2024. Disponível em: <https://wmo.int/topics/drought>. Acesso em: 12 de set. 2024.

ZERI, M.; CUNHA, A.P.; CUNNINGHAM, C.; GUEDES, M.; COSTA, L. A long-term database of the Integrated Drought Index for Brazil from 2003 to 2023. *Mendeley Data*. 2024. Disponível em: <https://data.mendeley.com/datasets/dd95bhn7mh/1>. Acesso em: 15 de jul. 2024.