

# Portfólio

## PROGRAMAS E PROJETOS CEMADEN/MCTI



2024

## Apresentação

A partir do ano de 2024, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais do Ministério de Ciência e Tecnologia (CEMADEN/MCTI), passa a divulgar o Catálogo de Programas e Projetos em desenvolvimento pelos servidores do Centro.

Um Programa, no contexto do CEMADEN, é um conjunto de projetos interligados que, juntos, alcançam resultados mais significativos do que se fossem gerenciados individualmente. Atualmente, o CEMADEN estrutura suas atividades em cinco Programas principais:

### 1. Programa AlertaGeo:

- **Objetivo:** Ampliar o conhecimento científico sobre os gatilhos dos deslizamentos de terra, aprimorando a previsão e o alerta desses eventos.

### 2. Programa Hidro:

- **Objetivo:** Aprofundar a compreensão dos processos hidrológicos em diferentes escalas de tempo e espaço, contribuindo para a gestão de recursos hídricos e a prevenção de desastres relacionados à água.

### 3. Programa Secas e Incêndios Florestais:

- **Objetivo:** Produzir conhecimento científico e tecnológico sobre as ameaças, os processos e as vulnerabilidades associadas a secas e incêndios florestais, fornecendo subsídios para a sociedade e os tomadores de decisão.

### 4. Programa CEMADEN Educação:

- **Objetivo:** Implementar uma política de interação com a sociedade, por meio de estratégias de educação, comunicação e mobilização para a gestão de riscos e a redução da vulnerabilidade a desastres, no contexto da adaptação às mudanças climáticas.

### 5. Programa CEMADEN na Sociedade:

- **Objetivo:** Desenvolver pesquisas sobre gestão de riscos de desastres, analisando vulnerabilidades, impactos, capacidades institucionais e estratégias de educação, comunicação e resiliência em desastres.

Além dos Programas, o Portifólio também apresenta os Projetos institucionais do Centro. Um Projeto Institucional é definido como um conjunto de ações racionalmente planejadas e ordenadas, dentro das competências institucionais e regimentais da ICT, e que são executadas segundo os objetivos e as diretrizes da sua política de inovação, como medida de

incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País.

A Portaria 511/2024 dispõe sobre o processo de encaminhamento, avaliação e aprovação das propostas de Programas e Projetos. As etapas descritas na Portaria garantem um processo estruturado e abrangente para a inclusão de Programas e Projetos no Portfólio do CEMADEN, levando em consideração critérios como viabilidade técnica, alinhamento estratégico e fomento à inovação.

## Sumário

Antecedentes.....	4
Organização do CEMADEN.....	5
Descrição dos Programas e Projetos.....	8
1. Programa AlertaGEO.....	8
1.1 Projeto de Pesquisa Científica: Projeto RedeGeo.....	8
1.2 Projeto de Pesquisa Científica: Implementação de Ações para Gestão de Riscos em Desastres Associados a Movimentos de Massa e Eventos Hidrológicos.....	10
2. Programa Hidro.....	14
2.1 Projeto de Pesquisa Científica: Projeto Hidro.....	14
Programa Secas.....	18
3.1 Projeto de Pesquisa Científica: Monitoramento dos Impactos das Secas: Estratégias para Redução de Riscos em Setores Produtivos no Brasil.....	19
Programa CEMADEN Educação.....	22
4.1 Projeto de Extensão e Ensino: COM-CIÊNCIA PARTICIPATIVA PARA A REDUÇÃO DAS VULNERABILIDADES, PROTEÇÃO E PREVENÇÃO DE RISCOS E DE DESASTRES NO BRASIL: AMPLIAÇÃO DO PROGRAMA CEMADEN-MCTI EDUCAÇÃO.....	22
Programa CEMADEN na Sociedade.....	24
5.1 Projeto de Pesquisa Científica: Caracterização sociodemográfica de populações vulneráveis a desastres naturais no território brasileiro.....	25
5.2 Projeto de Pesquisa Científica: Gestão de riscos, vulnerabilidade, capacidades e estratégias de resiliência (CAPRED).....	27
Programa de Operação, Pesquisa e Desenvolvimento da Rede Observacional.....	29
6.1 Projeto de Pesquisa Tecnológica Aplicada: Projeto Cigarra.....	30
6.2 Projeto Administrativo: Operação, Manutenção e Sustentação da Rede Observacional.....	32

# Antecedentes

O CEMADEN desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de pesquisas e ferramentas tecnológicas para o monitoramento e alerta de desastres de origem hidrometeorológica. Além disso, o Centro dedica-se à geração de conhecimento e ao desenvolvimento de tecnologias e ferramentas que fornecem informações relevantes para subsidiar tomadores de decisão e políticas públicas, bem como aumentar a conscientização sobre os riscos de desastres, resultando em impactos significativos para a sociedade.

Com o objetivo de fortalecer a pesquisa científica aplicada e aprimorar o conhecimento sobre riscos, monitoramento e alerta de desastres, a Direção do CEMADEN estabeleceu o Plano Institucional de Pesquisa e Operação (PIPO) em março de 2018. Esse plano define as diretrizes para as pesquisas realizadas no Centro. As pesquisas desenvolvidas tanto na CGPD quanto na CGOM abrangem uma variedade de temas relacionados a risco de desastres, de movimentos de massa, de enxurradas, de inundações e de secas extremas e seus impactos diretos e indiretos. Além desses temas, o CEMADEN também realiza pesquisas em ciência cidadã, voltadas para a prevenção de riscos de desastres.

Os projetos institucionais do Centro são compostos por um conjunto de ações planejadas e organizadas de acordo com as competências do CEMADEN e incluem projetos de Pesquisa Científica, Desenvolvimento Tecnológico, Extensão e Ensino. Essas ações são executadas em conformidade com os objetivos e diretrizes da política de inovação, com o propósito de estimular a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Ressalta-se que todos os Projetos Institucionais devem estar vinculados aos Programas Institucionais, os quais representam um conjunto de projetos organizado dentro de uma lógica de associação (tema, área do conhecimento etc.).

# Organização do CEMADEN

## **Coordenação-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento - CGPD**

A CGPD coordena e avalia metas, indicadores e linhas prioritárias de pesquisa para atingir os objetivos do Centro. Seu principal objetivo é realizar pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos sobre todos os tipos de desastres naturais no Brasil e na América do Sul. Além disso, a CGPD realiza pesquisas baseadas em modelos numéricos para previsão do tempo, clima sazonal e mudanças climáticas relacionadas aos desastres naturais. Ela também se dedica à capacitação e formação de recursos humanos, com foco na pós-graduação.

Suas atribuições incluem o desenvolvimento de soluções integradas em gestão de riscos de desastres naturais, a proposição e implementação de ações para adequação ou expansão dos sistemas de monitoramento, a elaboração e supervisão de metodologias de acompanhamento e avaliação, a proposição de medidas corretivas e de aprimoramento, e o apoio na formulação de políticas e estratégias para o desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo, alinhado às diretrizes do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais e à Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

## **Da Coordenação-Geral de Operações e Modelagens – CGOM**

À Coordenação-Geral de Operações e Modelagens compete o monitoramento das condições ambientais no território nacional, a identificação de situações com potencial para provocar desastres de origem hidro-meteorológico nos municípios monitorados.

Compete, ainda, a elaboração e divulgação dos alertas de risco de desastres hidrológicos e/ou geodinâmicos para os municípios monitorados, respeitadas as leis, normas, protocolos e acordos vigentes. As atividades operacionais de monitoramento e alertas de desastres associados a processos naturais, na sala de situação, são realizadas em regime contínuo 24 horas por dia, todos os dias do ano. Neste local, são integradas as informações disponíveis de tempo e clima, para as áreas de risco de ocorrência de desastres nos municípios prioritários, e a partir da análise multidisciplinar desses dados é feita uma avaliação para emissão de alertas.

A CGOM também gerencia a operação contínua, ininterrupta e a qualidade dos produtos elaborados pela área operacional do Centro e propõe e implementa ações de adequação e/ou expansão dos sistemas observacionais de monitoramento de risco de desastres, mantendo sua plena execução e a disponibilidade dos resultados para a Sala de Situação do Centro e para a sociedade.

## **Da Coordenação de Relações Institucionais – CORIN**

À Coordenação de Relações Institucionais compete coordenar ações de articulação e de representação institucional, estabelecer e gerenciar acordos de parcerias técnicas,

convênios, e outros instrumentos de cooperação entre o CEMADEN e as diversas instituições internacionais e nacionais das esferas federal, estadual, municipal, bem como com organizações privadas e não-governamentais.

Todas as parcerias estão voltadas ao monitoramento e intercâmbio de informações relacionadas a desastres naturais, visando desenvolver as ações e atingir as metas, de forma a contribuir científica e tecnicamente para o cumprimento da missão do CEMADEN.

A essa Coordenação cabe também supervisionar a participação e a realização de eventos e a divulgação e a comunicação social, de forma a viabilizar ações de responsabilidade social, envolvendo atividades e projetos de inclusão social, difusão científica, promoção do aumento da percepção de risco de desastres naturais.

As ações da Coordenadoria de Relações Institucionais devem se vincular na atuação em rede do Sistema Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, incluindo a educação ambiental e a implementação de política aberta de disseminação de dados e informações sobre meio ambiente e desastres naturais.

### **Missão e visão**

A Missão do CEMADEN fornece um ponto de partida, ou seja, define por qual motivo a organização existe, a sua razão de ser na estrutura das políticas públicas do governo federal, o propósito básico para o qual devem ser direcionadas todas as suas atividades.

A Visão procura ilustrar um futuro desejado para o CEMADEN, algo que norteia sua trajetória e ajuda a compreender por que e como os envolvidos devem apoiar a instituição no médio e longo prazo. As definições de Missão e Visão do CEMADEN foram amplamente discutidas pelo Grupo de Trabalho do Plano Diretor (?) e, abaixo, são apresentadas.

#### **Missão**

Desenvolver e disseminar conhecimentos científico-tecnológicos e realizar o monitoramento e a emissão de alertas para subsidiar a gestão de riscos e impactos de desastres naturais.

#### **Visão**

Ser determinante para a consolidação da ciência, desenvolvimento tecnológico e inovação na área de desastres naturais no país.

### **Objetivos Estratégicos do CEMADEN**

1. Priorizar pesquisas interdisciplinares e interinstitucionais para aumentar o conhecimento de riscos, vulnerabilidades e impactos dos desastres.
2. Prover ferramentas de TIC para subsidiar a pesquisa, o monitoramento e a emissão de alertas de desastres deflagrados por extremos hidrometeorológicos.
3. Melhorar continuamente o processo de monitoramento e a emissão dos alertas.

4. Atuar em conjunto com diversos segmentos da sociedade, entidades públicas e privadas, visando subsidiar o aprimoramento de políticas públicas associadas a sistemas de monitoramento e alertas, pesquisa e inovação na área de riscos e desastres.
5. Aperfeiçoar os sistemas de gestão estratégica e de governança corporativa no CEMADEN com foco nos objetivos estratégicos.
6. Aperfeiçoar os processos de Comunicação Institucional e Social.
7. Ampliar e consolidar a Rede Observacional do CEMADEN.
8. Promover a formação, atração e retenção de recursos humanos em CT&I.



# Descrição dos Programas e Projetos

## 1. Programa AlertaGEO

Dados recentes apontam para um número significativo de desastres relacionados a movimentos de massa no Brasil, especialmente deslizamentos em encostas e taludes, bem como uma quantidade expressiva de áreas de risco a deslizamentos em todo o país.

As regiões mais afetadas por deslizamentos são o Sudeste, Sul e Nordeste. Apenas nessas regiões, foram registrados 27.940 deslizamentos (IBGE 2014) nos últimos cinco anos, com destaque para os estados de Pernambuco (5.910), São Paulo (4.981) e Rio de Janeiro (4.969).

Entre as competências do CEMADEN, destacam-se a elaboração de alertas para movimentos de massa, visando ações preventivas de proteção civil em todo o território nacional, e o desenvolvimento e implementação de sistemas de observação para o monitoramento desses eventos.

Desde 2013, o CEMADEN tem adquirido e instalado diversos equipamentos e sensores de monitoramento ambiental, incluindo sensores de chuva, umidade e deslocamentos de terrenos, para melhorar continuamente a base de dados observacionais de movimentos de massa. Nesse sentido, é necessário desenvolver pesquisas científicas que estabeleçam limiares críticos com base nos dados da rede observacional do CEMADEN.

Diante desse contexto, é crucial o desenvolvimento de pesquisas no campo da geodinâmica, com foco na melhoria dos limiares críticos atualmente utilizados pelo Centro. Isso envolve o desenvolvimento de projetos de pesquisa que investiguem os mecanismos de deflagração dos movimentos de massa, utilizando metodologias reconhecidas nacional e internacionalmente, como modelos geodinâmicos, modelagem numérica e equações empíricas. Além disso, é importante identificar e propor novas abordagens metodológicas e tecnológicas para o monitoramento e previsão de movimentos de massa no território brasileiro, incluindo o desenvolvimento de sensores de monitoramento ambiental e modelos numéricos acoplados de análise de fluxo e estabilidade.

### 1.1 Projeto de Pesquisa Científica: Projeto RedeGeo

**Unidade Responsável:** CGDP

**Responsável:** Dr. Marcio Roberto Magalhães de Andrade

**Processo SEI:** 01242.000437/2021-04

**Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima

**1.1.1 Objetivo Geral:** O objetivo principal do Projeto RedeGeo é consolidar a Rede Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (REMADEN) através da aquisição de equipamentos

multiusuários e sistemas integrados, manutenção de equipamentos existentes e contratação de pessoal e serviços especializados e qualificação para operacionalização dos equipamentos e de toda a rede composta por sensores geotécnicos, hidrológicos e meteorológicos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos:

- a. Instalação e manutenção de PCDs Geotécnicas (constituídas por sensores de umidade do solo, pluviômetro automático e plataforma de coleta e transmissão automática de dados), em encostas de municípios prioritários;
- b. Estudos dos tipos de mecanismo de ruptura de movimentos de massa, principais variáveis ambientais envolvidas e suas influências nos limiares críticos de deflagração;
- c. Estudos de modelos físicos de estabilidade de encostas e definição de limiares para deslizamentos rasos, para parâmetros geotécnicos versus chuva e domínios geodinâmicos regionais;
- d. Estudos da suscetibilidade de terrenos a deslizamentos, visando à determinação de limiares chuvas versus deslizamentos e à análise da influência antrópica nestes processos;
- e. Elaboração de material de apoio à disseminação de informações sobre gerenciamento de risco de deslizamento de encostas.

### 1.1.3 Descrição do Projeto

O Projeto RedeGeo deverá consolidar a Rede Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (REMADEN) e permitir a utilização dos registros a serem gerados por multiusuários e sistemas integrados; deverá financiar a instalação e manutenção desta rede, bem como a infraestrutura de pesquisa; deverá propiciar os recursos necessários para os estudo em campo; deverá permitir o aprofundamento do conhecimento do risco geológico e sua difusão.

A rede formada por Plataformas de Coleta de Dados Geotécnicos ou, simplesmente PCDs Geo, é composta por estações que integram sensores de chuva (pluviômetros) e umidade dos solos (sondas de capacitância). Os sensores voltados para medição da umidade volumétrica de água no solo são específicos para monitoramento da zona não-saturada dos solos. Desta forma, a aplicação destes é exclusivamente voltada para estimativa das condições críticas para a ruptura de maciços de solo onde a variação da poropressão presente no meio intersticial das partículas do solo pode induzir a perda da sucção matricial e da coesão aparente ocasionando deslizamentos rasos. Desta maneira, este sistema de monitoramento não se aplica a outras tipologias como queda, tombamento e rolamento de blocos, deslizamentos profundos, entre outros.

#### 1.1.4 Produtos de Projeto

- a) Rede de PCDs Geotécnicas instaladas em 24 municípios brasileiros com histórico de movimento de massa
- b) Dados geotécnicos
- c) Estudos dos mecanismos de deflagração
- d) Difusão do conhecimento gerado

#### 1.1.5 Público-alvo

- a) tecnologistas da sala de operação do CEMADEN;
- b) membros do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), tais como agentes de defesa civil das diferentes esferas de governo do Brasil;
- c) comunidades em áreas de risco de deslizamentos monitoradas pelo CEMADEN;
- d) pesquisadores cujos trabalhos buscam a compreensão dos fatores causais dos deslizamentos e desastres em áreas habitadas.

## 1.2 Projeto de Pesquisa Científica: Implementação de Ações para Gestão de Riscos em Desastres Associados a Movimentos de Massa e Eventos Hidrológicos

**Unidade Responsável:** CGDP

**Responsável:** Dr. Rodolfo Moreda Mendes

**Processo SEI:** 01242.000311/2022-11

#### **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 4 – Educação de qualidade

ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima

ODS 17 – Parcerias e meios de implementação

**1.2.1 Objetivo Geral:** Fomentar o desenvolvimento urbano sustentável por meio da promoção de atividades/ações de gestão de riscos geohidro ambientais, de forma a fortalecer a resiliência municipal para a redução de risco de desastres naturais

**1.2.2 Objetivos Específicos:** Tendo em vista que o projeto geral será desenvolvido em 03 Fases com seus produtos derivados, os objetivos específicos são:

- a) promover a capacitação técnica de servidores públicos municipais para que possam atualizar periodicamente o mapeamento das áreas de risco e gerenciar as situações de risco a deslizamentos e inundações nas áreas críticas, conforme diretrizes e critérios estabelecidos por metodologias já consagradas técnica e cientificamente;

- b) promover a implementação de um modelo de gerenciamento de risco em áreas sujeitas a deslizamentos e inundações, com a participação ativa das comunidades locais;
- c) gerar subsídios técnicos quantitativos em escala regional e local para a tomada de decisões do órgão público municipal em relação às implementações de medidas estruturantes relacionadas com processos de deslizamentos e inundações;
- d) ampliar a rede observacional de monitoramento de processos de deslizamentos visando ampliar e aperfeiçoar os limiares críticos operacionais e emissão de alertas, buscando minimizar danos materiais e à vida.

### 1.2.3 Descrição do Projeto

A gestão de riscos em desastres é um dos instrumentos de gestão territorial urbana que tem por finalidade de reduzir, prevenir e controlar permanentemente as diferentes formas de risco de ocorrência de processos/fenômenos naturais e/ou induzidos em áreas urbanizadas. A gestão de desastres pode ser implementada em três níveis ou etapas, a saber: 1) Antes do desastre (atividades de prevenção, mitigação, preparação e alerta); 2) Durante o desastre (atividades de resposta); e 3) Após o desastre (atividades de reabilitação e reconstrução). No presente projeto serão desenvolvidas atividades de gestão de risco no nível "antes dos desastres", ou seja, atividades de prevenção, mitigação, preparação e alerta, divididas no projeto em três (03) fases: FASE 1 - Curso de capacitação em mapeamento de áreas de risco; FASE 2 - Análises de risco de inundações e deslizamentos; e FASE 3 - Instalação de sensores ambientais para monitoramento de deslizamentos, conforme descrito a seguir.

A identificação, a setorização e avaliação de áreas de risco a deslizamentos e inundações, com base no levantamento e análise de características naturais e antrópicas, são fundamentais para a definição e a operacionalização de mecanismos de enfrentamento de perigos de natureza geohidroambiental. Além disso, o adequado mapeamento e a classificação e/ou hierarquização de áreas e situações de risco, é essencial para embasar ações preventivas voltadas a evitar ou enfrentar acidentes, especialmente aqueles com grande potencial de perdas de vidas humanas. No entanto, observa-se que resultados pretéritos de mapeamentos de áreas de risco não devem ser utilizados para o gerenciamento de situações de risco, pois tal instrumento de gestão de risco necessita de atualizações periódicas (pelo menos anualmente) para que possa ser utilizado efetivamente em ações de caráter preventivo. Deste modo, verifica-se que a capacitação de agentes e servidores públicos municipais de Defesa Civil de forma progressiva e continuada em disciplinas teóricas e práticas de gestão de risco torna-se imprescindível para promover, de forma independente, a atualização dos mapeamentos das áreas de risco nos municípios com áreas críticas.

Modelos de simulação de cheias são essenciais para avaliar os impactos humanos, econômicos e financeiros das inundações. Simulações podem fornecer informações sobre inundações históricas, mas também são comumente usadas para comparar e testar esquemas alternativos para prevenção de danos causados por inundações e regulação de fluxo. As aplicações de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) no mapeamento de risco

de inundação vão desde o armazenamento e gerenciamento de dados hidrológicos até a geração de mapas de inundação e perigo para auxiliar na gestão de risco de inundação. Particularmente na última década, muito conhecimento e experiência foram adquiridos no uso de SIG no mapeamento de risco de inundação. O mapeamento para riscos de inundação apresenta o SIG e a modelagem hidrológica como ferramentas para calcular áreas inundadas com base em informações do uso da terra, do solo, elevação do terreno e dados meteorológicos. Modelos hidrológicos para inundações podem ser usados para dar suporte a tomadas de decisões sobre possíveis eventos extremos de inundações como também potenciais mudanças no uso da terra.

As informações sobre a extensão da inundação são usadas para avaliação de danos e gerenciamento de riscos. Além disso, a coordenação das atividades de emergência durante eventos de inundação pode ser positivamente afetada pelo uso correto das informações sobre a extensão das inundações. Também é muito importante para calibração e validação de modelos hidráulicos reconstruir o que aconteceu durante a inundação e determinar e monitorar a extensão das áreas inundadas, fornecendo uma estimativa quantificável da área de terra e infraestrutura afetada pela inundação. A previsão e modelagem de cheias geralmente envolvem descrições aproximadas dos processos de transformação chuva-vazão. Essas descrições são baseadas em descrições empíricas, baseadas na física ou combinadas com base na física conceitual dos processos físicos envolvidos. Embora, em geral, as conceituações possam negligenciar ou simplificar alguns dos processos de transporte hidrológico subjacentes, os modelos resultantes são bastante úteis na prática porque são simples e fornecem estimativas adequadas de hidrogramas de inundação. SIG é uma ferramenta poderosa em aplicações de recursos hídricos, como avaliação de risco de inundação e mapeamento em várias escalas. Os hidrólogos usam a tecnologia SIG para integrar vários dados e aplicativos em um sistema gerenciável.

Quando se trata de previsibilidade de ocorrência de deslizamentos em áreas urbanas, principalmente em regiões densamente ocupadas, a proposição de níveis de alerta deve também ser fundamentada por estudos que possam avaliar quantitativamente a variação dos fatores de segurança das encostas e taludes devido aos fatores indutores responsáveis pelos deslizamentos, tais como: sobrecarga no terreno, lançamento difuso ou pontual de água servida e pluvial sobre o terreno, existência de fossas negras, vazamento de tubulações, corte e aterro em encostas naturais, a partir de modelagem geodinâmica que permita avaliar simultaneamente tais condições. Por outro lado, um sistema de alerta para deslizamentos deve ser implementado por meio de sensores que permitam tanto o monitoramento de variáveis climáticas quanto das variáveis geotécnicas específicas. Assim, pode-se analisar simultaneamente os dados obtidos em tempo real das principais variáveis ambientais responsáveis pela preparação e deflagração dos deslizamentos e propor níveis de alerta baseados tanto em informações de precipitação (chuva) quanto em informações do estado momentâneo de distribuição/acumulação de água no interior do solo.

Neste contexto, a presente proposta de trabalho destina-se a embasar e viabilizar a celebração de um Convênio Técnico-Científico e de Inovação, voltado ao desenvolvimento de um projeto geral para a implementação de ações para gestão de riscos em desastres naturais associados a movimentos de massa e eventos hidrológicos, a ser estabelecido entre o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN e

parceiros potenciais tais como prefeituras e órgãos estaduais e municipais de proteção e defesa civil.

#### **1.2.4 Produtos de Projeto**

- a) Curso teórico e prático para capacitação dos servidores e agentes municipais
- b) Estudo e análises de riscos associados a inundações e deslizamentos
- c) Instalação de sensores ambientais em áreas de risco de deslizamentos

#### **1.2.5 Público-alvo**

- a) servidores e agentes municipais de defesa civil;
- b) agentes de defesa civil das diferentes esferas de governo;
- c) população que reside em áreas de risco de deslizamentos e inundações;
- d) pesquisadores cujos trabalhos buscam a compreensão dos fatores causais dos deslizamentos e inundações em áreas habitadas;
- e) tecnólogos da sala de operação do CEMADEN.

## 2. Programa Hidro

O Brasil tem enfrentado um grande número de eventos de inundação, com mais de 12.000 registros entre 1991 e 2012, afetando mais de 20 milhões de pessoas (Fonte). As regiões Sul e Sudeste do país representam mais de 70% dessas ocorrências, que acontecem ao longo do ano, sendo mais frequentes durante o verão.

Nesse contexto, é evidente a necessidade de contar com ferramentas e metodologias eficientes para o monitoramento e alerta de enxurradas e inundações, de modo a permitir uma tomada de decisão ágil por parte dos responsáveis, visando à redução de danos humanos e materiais.

O desenvolvimento de tais ferramentas e metodologias de monitoramento e alerta de enxurradas é essencial para possibilitar ações preventivas por parte dos agentes de defesa civil, com o objetivo de reduzir o número de fatalidades decorrentes desses eventos.

Os projetos inseridos no Programa Hidro têm como principal foco a melhoria do entendimento dos processos hidrológicos em diferentes escalas espaciais e temporais. Além disso, eles têm objetivos específicos voltados para o aprimoramento da capacidade de prever e antecipar enchentes, inundações e enxurradas, bem como o desenvolvimento de ferramentas para quantificar os impactos resultantes desses eventos hidrológicos extremos.

Por meio do Programa Hidro, busca-se fortalecer a pesquisa e o desenvolvimento de soluções inovadoras que contribuam para uma melhor gestão dos riscos hidrológicos no país, visando à proteção da vida e do patrimônio das comunidades afetadas.

### 2.1 Projeto de Pesquisa Científica: Projeto Hidro

**Unidade Responsável:** CGDP

**Responsável:** Dra. Rochane de Oliveira Caram

**Processo SEI:** 01242.000239/2023-02

**Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima

**2.1.1 Objetivo Geral:** O objetivo geral do Projeto é desenvolver estudos e pesquisas na área de extremos hidrológicos aplicados a desastres naturais, por meio de modelagem hidrológica e hidráulica, visando à determinação de limiares críticos de inundações e enxurradas, bem como compreender melhor os principais agentes deflagradores dos processos hidrológicos extremos.

### 2.1.2 Objetivos Específicos:

- a. Desenvolvimento e implementação de modelagem hidrológica e hidráulica de previsões probabilísticas para monitoramento e alerta de inundações e enxurradas, de diversas bacias no Brasil.
- b. Desenvolvimento e implementação da modelagem para mapeamento de inundações de diversas bacias no Brasil.
- c. Desenvolver modelos empíricos de previsão de nível baseados em redes neurais treinadas com dados observados de nível e chuva do CEMADEN e de outras instituições e dados de previsão de chuva fornecidos por radares meteorológicos e/ou modelos numéricos de previsão. Avaliação de riscos e impactos das inundações e enxurradas em diferentes setores produtivos no Brasil.
- d. Mapeamento de risco hidrológico, que considere e integre, os âmbitos biofísicos e socioeconômicos, tendo assim elementos para uma análise de risco mais sistemático, robusto e espacialmente explícito.
- e. Avaliação de impactos sociais, econômicos e ambientais associados a inundações e enxurradas, e avanços na sua previsão subsazonal e sazonal.
- f. Capacitação de recursos humanos em modelagem hidrológica e hidráulica.

### 2.1.3 Descrição do Projeto

Desastres associados a processos hidrológicos provocam grandes perdas de vidas humanas e prejuízos materiais em todo o mundo, e seu risco crescente é uma questão de preocupação global. O Brasil é um país de grande extensão territorial e população, também vulnerável a grande variedade de ameaças naturais. A cada ano milhões de pessoas são afetadas por diversos tipos de processos - por exemplo, movimentos de massa em encostas, inundações, enxurradas, alagamentos, colapso de safras e de sistemas de abastecimento de água por secas, incêndios florestais e queimadas, destruição ocasionada por tempestades violentas, temporais, ventanias e chuvas de granizo, erosão costeira por ressacas, episódios agudos de poluição do ar e da água - estão diretamente relacionadas à variabilidade do tempo, clima e seus extremos.

As ocorrências de desastres afetam países desenvolvidos e em desenvolvimento, mas um mesmo tipo de ameaça natural de intensidade equivalente tem consequências diferentes. Em países desenvolvidos, o número de vítimas registrado é bem menor em relação a países em desenvolvimento. Isto pode ser devido a dois principais fatores: a falta de um sistema de alerta para antecipação de eventos extremos e a carência de um sistema de defesa civil voltado para a prevenção e preparação da população para responder aos desafios extraordinários que representam para a sociedade. Por exemplo, no caso de risco de inundações ou alagamentos ou movimentos de massa em encostas, a população que vive nas áreas de risco ameaçadas deve ter treinamento e instruções para onde se dirigir a fim de evitar que seja diretamente atingida na iminência de um desastre natural.



A necessidade de um sistema de previsão e alerta de inundações e enxurradas vem crescendo de forma cada vez mais acentuada devido ao fato de eventos ocorridos, e que se repetem todos os anos em várias cidades brasileiras que causam além de danos humanos, prejuízos socioeconômicos. A existência de um sistema de previsão de inundações possibilita a emissão de alertas, com relativa antecedência, em relação ao nível de aumento do rio, e assim populações que vivem em torno podem ser alertadas para desocupar as áreas sujeitas às inundações.

Muitos sistemas de alertas de inundações dependem de dados de precipitação, os quais são oriundos, em geral, de uma rede de observações, radar e estimativas por satélite. Entretanto, o uso de modelos numéricos de previsão de tempo se faz necessário para as previsões de curtos e médios prazos (Cloke, 2009). Em geral, os modelos numéricos meteorológicos fornecem previsões de precipitação que alimentam um modelo hidrológico, o qual permite estimar vazões com diferentes níveis de antecedência, precisão e probabilidade associada. Todavia, alguns modelos hidrológicos permitem correções em tempo real a partir de observação de uma rede hidrológica (que mede, além de precipitação, níveis/vazão dos rios) em tempo real.

O MHD (Modelo Hidrológico Distribuído) já foi aplicado em diversas bacias brasileiras, apresentando excelentes resultados, inclusive, para testes de previsão probabilística de vazões, nas bacias do Rio Tocantins, Rio Doce, Rio Iguaçu, Rio Itajaí (Casagrande et al, 2017; Falck et al., 2018; Tomasella et al., 2019; Falck et al., 2021).

Os modelos hidráulicos de rios e planícies de inundação, associados a metodologias de sistemas de informações geográficas (SIG) são ferramentas fundamentais para a estruturação de um sistema de alerta de inundação. Utilizando vazões previstas pelos modelos hidrológicos, o modelo hidráulico pode estimar a evolução temporal da inundação, a velocidade do escoamento superficial e a área que será inundada. Tais resultados, combinados à análise de impactos socioeconômicos podem oferecer informações importantes para orientar atividades de gestão de risco de inundações.

#### **2.1.4 Produtos do Projeto**

- a) Modelagem hidrológica para previsão probabilística de vazão para monitorar inundações, com abrangência nacional.
- b) Modelagem hidráulica para mapeamento de inundações com base nas vazões, com abrangência nacional.
- c) Modelo empírico de previsão de nível baseado em técnicas de Aprendizado de Máquina, com ênfase em Redes Neurais, para auxiliar no monitoramento de pequenas bacias de resposta rápida suscetíveis a enxurradas.
- d) Sistema de previsão probabilística de vazão para inundações e enxurradas.

#### **2.1.5 Público-alvo:**

- a) Sala de monitoramento do CEMADEN
- b) Salas de crises da Agência Nacional de Águas

- c) Membros do SINPDEC, tais como agentes da defesa Civil, nas diferentes esferas do governo
- d) Comunidades em áreas de riscos de inundação
- e) Pesquisadores de Universidades e Institutos de Pesquisa

### 3. Programa Secas

A seca é considerada um dos desastres que causam as maiores perdas socioeconômicas, representando uma ameaça à segurança alimentar, hídrica e energética. Além desses impactos diretos, a seca também pode exacerbar outros problemas ambientais, como ocorrência de incêndios florestais, degradação do solo e desequilíbrios nos ecossistemas.

Em 2013, o CEMADEN iniciou o monitoramento das secas durante um período crítico que afetou a região semiárida entre 2012 e 2017. Reconhecendo os impactos significativos causados por essas secas, o Governo Federal estabeleceu uma Força-Tarefa Interministerial para coordenar medidas de mitigação dos efeitos da seca. Nesse contexto, o CEMADEN desempenhou um papel fundamental como uma das instituições encarregadas de fornecer informações regulares sobre as condições de seca nos municípios do semiárido, com foco nos impactos sobre a população rural.

Inicialmente desenvolvido para monitorar a região semiárida, onde as secas são historicamente mais recorrentes, o sistema foi expandido para incluir o monitoramento de todos os municípios do país devido à ocorrência de secas intensas em diferentes regiões do Brasil a partir de 2014. Dessa forma, o monitoramento de secas passou a ter abrangência nacional, permitindo uma melhor compreensão das condições de seca em todo o território brasileiro.

Como Unidade de Pesquisa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o CEMADEN, além de realizar o monitoramento da seca e dos impactos, tem também como objetivo gerar conhecimento científico-tecnológico sobre ameaças, processos e vulnerabilidade associados às secas e seus impactos, visando subsidiar a sociedade e tomadores de decisão. Assim, o CEMADEN tem desenvolvido conhecimento científico e novas metodologias que podem contribuir para a gestão do risco de seca no Brasil.

Desde 2013, o Sistema de Monitoramento de Secas implementado pelo CEMADEN tem sido continuamente aprimorado por meio das diferentes linhas de pesquisas desenvolvidas no Centro, as quais incluem:

- Aprimoramentos e avaliação do risco e impactos das secas meteorológica, agrícola e hidrológica em diferentes setores produtivos no Brasil.
- Avanço no conhecimento associado aos riscos e impactos sociais, econômicos e ambientais associados ao fogo, e avanços na sua previsão sazonal.
- Implementação de modelo hidrológico/esquema de superfície na escala do Brasil para avaliação e previsão de secas em diferentes setores produtivos no Brasil.
- Uso de previsões subsazonais e aprendizado de máquina para implementação nos alertas de seca/fogo e na modelagem hidrológica e de impactos.

Os impactos das secas no Brasil variam de acordo com a região e o período do ano em que ocorrem, além dos aspectos socioambientais locais. Portanto, um mesmo evento de seca pode causar impactos mais ou menos intensos dependendo da região afetada. Para compreender, monitorar e prever de forma mais precisa os impactos das secas são necessárias pesquisas mais detalhadas. Essas pesquisas podem fornecer informações valiosas para aprimorar a capacidade de resposta diante das secas, além de desenvolver estratégias que apoiem a preparação e adaptação a esses eventos no Brasil.

### **3.1 Projeto de Pesquisa Científica: Monitoramento dos Impactos das Secas: Estratégias para Redução de Riscos em Setores Produtivos no Brasil**

**Unidade Responsável:** CGDP

**Responsável:** Dra. Ana Paula Martins do Amaral Cunha e Dr. Jose Antonio Marengo

**Processo SEI:** 01242.000019/2023-71

#### **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 13 – Resiliência e ação para mudanças climáticas

**3.1.1 Objetivo Geral:** O objetivo geral do Projeto é gerar conhecimento científico-tecnológico sobre ameaças, processos e vulnerabilidades associados às secas e seus impactos, visando subsidiar a sociedade e os tomadores de decisão.

#### **3.1.2 Objetivos Específicos:**

- a. Desenvolvimento científico para subsidiar o monitoramento do risco e impactos das secas em diferentes setores produtivos no Brasil (Agricultura Familiar, Hidroeletricidade etc.).
- b. Desenvolvimento científico para subsidiar o monitoramento da progressão de secas no Brasil usando dados observacionais e de sensoriamento remoto.
- c. Geração de conhecimento sobre riscos e impactos sociais, econômicos e ambientais associados às secas.
- d. Desenvolver estudos sobre os riscos e impactos sociais, econômicos e ambientais associados ao fogo e extremos climáticos.
- e. Uso de previsões subsazonais e aprendizado de máquina para implementação nos alertas de seca/fogo e na modelagem hidrológica e de impactos.
- f. Desenvolvimento de cenários de riscos e impactos socioeconômicos e ambientais de desastres associados às secas como consequência das mudanças climáticas de médio e longo prazo, e que podem levar ao colapso de biomas e aumentar o risco de fogo e desertificação em áreas vulneráveis.
- g. Proposição de cenários de risco para extremos hidrometeorológicos usando estruturas de redes (Redes Neurais/Inteligência Artificial, redes de mobilidade, e mineração de redes sociais).

#### **3.1.3 Descrição do Projeto**

A seca é normalmente definida como; meteorológica, agrícola e hidrológica, como resultado do déficit em precipitação (meteorológica), a evolução para baixos valores de umidade do solo (agrícola), e finalmente afetando recursos hídricos como níveis de rios e reservatórios.

Para cada uma dessas fases pode-se adotar ferramentas e modelos para medir seu impacto. As ferramentas incluem monitoramento in situ ou por sensoriamento remoto, além de modelos meteorológicos e hidrológicos, assim como cenários de seca e desertificação em projeções de clima futuro gerados pelos modelos do sistema terrestre do IPCC AR6.

Incêndios florestais têm origem antrópica e nos últimos anos tiveram grandes impactos socioeconômicos e ambientais. Estes eventos podem ser potencializados por secas e ondas de calor, podendo ter seu impacto aferido por satélite, dados de campo e monitorado em plataformas interativas.

Nos últimos anos, as secas têm afetado as diferentes regiões do Brasil, impactando a segurança hídrica, alimentar e energética. Por definição, os riscos de desastres associados às secas para uma região específica é um produto da interação entre a exposição à ameaça natural (déficit hídrico) e as vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais associadas a esse evento. As vulnerabilidades são condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, comunidades, bens ou sistemas aos impactos de ameaças. Assim, a gestão do risco de secas requer o entendimento integrado dessas duas componentes no tempo e no espaço.

Diante do exposto, este projeto tem como metas o desenvolvimento, implementação e aplicação de um sistema de avaliação de risco e impactos de seca na agricultura familiar, utilizando dados observacionais e de satélite para monitorar a progressão da seca em diferentes aspectos meteorológicos, agrícolas e hidrológicos. Além disso, visa realizar previsões mensais da probabilidade de ocorrência de incêndios em diferentes regiões e áreas protegidas da América do Sul. Outras metas incluem avançar no conhecimento dos riscos e impactos sociais, econômicos e ambientais relacionados a queimadas, incêndios florestais e extremos climáticos, bem como os associados às secas. Também busca compreender a vulnerabilidade e os impactos da seca nos recursos hídricos, especialmente na geração de energia hidrelétrica e para consumo humano. O projeto pretende implementar um sistema de previsão de secas hidrológicas para auxiliar no planejamento de longo prazo e desenvolver sistemas de previsão em escala subsazonal para melhor gerenciamento do risco relacionado à ocorrência de secas. Além disso, visa criar cenários de risco que considerem ameaças, vulnerabilidade e impacto por meio do uso de redes neurais/inteligência artificial, redes de mobilidade e mineração de notícias e redes sociais. Também é objetivo do projeto criar cenários de risco de seca e outros desastres decorrentes das mudanças nos extremos climáticos em áreas vulneráveis às secas no Brasil, em resposta a diferentes níveis de aquecimento global e regional.

#### **3.1.4 Produtos do Projeto**

- a) Mapas e Boletins mensais sobre o risco de seca na agricultura familiar e no setor de recursos hídricos
- b) Mapas e Boletins mensais sobre a progressão da seca
- c) Alertas mensais sobre riscos e impactos associados a queimadas e incêndios florestais
- d) Previsões em escala subsazonal (10 a 100 dias), devidamente calibradas e pós-processadas para maximizar a qualidade, dependendo da aplicação

- e) Cenários de risco, com componente de ameaça usando redes neurais/Inteligência Artificial. Boletins com mapas dinâmicos de cenários de risco para regiões de interesse
- f) Notas Técnicas, Mapas, Dados em Plataformas de livre acesso, Artigos científicos relacionados aos resultados do Projeto
- g) Projeções de cenários futuros de risco e impactos da seca para áreas vulneráveis no Brasil, para vários níveis de aquecimento global para subsidiar políticas de adaptação às mudanças climáticas, tais como o Plano Nacional de Adaptação e de Combate a desertificação.

### 3.1.5 Público-alvo:

- a) Tomadores de decisão no contexto de ações e políticas públicas voltadas para a mitigação do impacto de seca na agricultura familiar (Por exemplo, Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA).
- b) Tomadores de decisão no contexto de ações e políticas públicas voltadas para a adaptação aos extremos de clima que podem gerar desastres no futuro para construir resiliência da população (Por exemplo, Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas-MMA).
- c) Tomadores de decisão no contexto de ações e políticas públicas voltadas para a gestão do risco de seca (Por exemplo, Defesas Cívicas Estaduais e Nacional).
- d) Tomadores de decisão no contexto de ações e políticas públicas voltadas para a mitigação do impacto de seca nos recursos hídricos (Por exemplo, Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Agência Nacional de Águas (ANA), Agências Estaduais de Água).
- e) Tomadores de decisão no contexto de ações e políticas públicas voltadas para a mitigação do risco de fogo.
- f) Estudantes e Professores do Ensino Médio e Universitário.
- g) Tomadores de decisão no contexto de ações e políticas públicas voltadas para a mitigação do impacto de seca no setor hidroelétrico (Por exemplo, Itaipu Binacional e Operador Nacional do Sistema Elétrico/ONS).

## 4. Programa CEMADEN Educação

O termo “percepção do risco” bastante destacado no contexto de monitoramento e alertas de desastres, entre outros eixos, tem sido abordado no escopo de várias áreas do conhecimento (sociologia, psicologia, geografia, meio ambiente, entre outros); logo, muitas abordagens e enfoques estão associados às suas definições. A percepção de risco é um elemento-chave da gestão de risco de desastres individual e coletiva. Ao aumentar a compreensão pública dos riscos, os planejadores e gestores de desastres procuram estimular as comunidades e os indivíduos a tomarem as ações de proteção adequadas antes e durante as crises. Especificamente no contexto dos sistemas de alertas precoces de desastres, a percepção do risco é um dos fatores mais importantes que influenciam as suas eficácias, ou seja, como aqueles que estão em risco de perigos percebem esse risco e como isso, por sua vez, influencia sua resposta aos avisos/alertas. Pessoas em risco fazem escolhas racionais sobre como se proteger de desastres, desde que tenham uma visão do risco a que estão submetidas. Não se pode entender as respostas aos alertas sem primeiro ter uma boa compreensão disso. Embora a percepção de risco de perigo venha sendo estudada e debatida, pesquisas adicionais continuam sendo prioritárias, particularmente em contextos de países menos desenvolvidos.

### 4.1 Projeto de Extensão e Ensino: COM-CIÊNCIA PARTICIPATIVA PARA A REDUÇÃO DAS VULNERABILIDADES, PROTEÇÃO E PREVENÇÃO DE RISCOS E DE DESASTRES NO BRASIL: AMPLIAÇÃO DO PROGRAMA CEMADEN-MCTI EDUCAÇÃO

**Unidade Responsável:** CORIN

**Responsável:** Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá

**Processo SEI:** 01242.000148/2021-05

**Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 13 – Resiliência e ação para mudanças climáticas

**4.1.1 Objetivo Geral:** Ampliar a abrangência do Programa CEMADEN Educação, aperfeiçoando as tecnologias socioeducacionais participativas e mobilizadoras na promoção e difusão científica, contribuindo para uma cultura de prevenção de riscos de desastres na construção de escolas e comunidades.

**4.1.2 Objetivos Específicos:**

- a) Produzir conhecimentos e processos formativos sobre prevenção de riscos de desastres socioambientais nas comunidades escolares, por meio da iniciação científica, ciência cidadã, educomunicação, pesquisa-ação e autogestão, com o uso de tecnologias da informação (SIG, sistema colaborativo, aplicativo);

- b) Realizar ações de mobilização, difusão e comunicação em Educação para a Redução de Riscos de Desastres (ERRD), em colaboração com parcerias estratégicas, a exemplo de campanhas educacionais para redução de riscos de desastres (RRD), envolvendo diferentes públicos;
- c) Desenvolver softwares, aplicativos, dispositivos, sensores e sítio eletrônico com disponibilização de materiais paradidáticos que engajem integrantes das comunidades escolares/ estudantes em aprender a aprender (coleta e análise de dados);
- d) Contribuir para a rede observacional do CEMADEN/MCTI com a inclusão de dados de pesquisas e metodologias participativas na promoção de sistemas de alerta centrados nas pessoas;
- e) Promover ações de articulação comunitária com diferentes atores sociais em parcerias estratégicas intersetoriais, envolvendo a população de territórios socio-ambientalmente vulneráveis, visando a proteção fundamentada em conhecimentos científicos e saberes locais.
- f) Ampliar e dar continuidade a projetos de pesquisa-ação nacionais e internacionais, que potencializem o alcance do Programa CEMADEN Educação.

#### **4.1.3 Descrição do Projeto**

Pelas suas características de transversalidade, o projeto abrange a atuação em diversas frentes, entre as quais, a produção de conteúdos sobre temáticas de RRD, a serem disponibilizados em cursos EAD e como propostas de atividades a serem desenvolvidas por professores e educadores, incluindo a elaboração de disciplinas eletivas que possam integrar currículos escolares; a realização de campanhas com o objetivo de disseminar a cultura da sustentabilidade e da prevenção de riscos de desastres; a realização de oficinas para formação de educadores na temática de RRD; a realização de projetos-piloto com o objetivo de testagem de aplicativo para a coleta de dados e a colaboração em rede de cientistas cidadãos participativos.

#### **4.1.4 Produtos do Projeto**

- a) Produção de conteúdos sobre temáticas de RRD;
- b) Campanhas para desenvolver cultura da sustentabilidade e da prevenção de riscos de desastres;
- c) Oficinas para formação de educadores em RRD;
- d) Projetos-piloto com o objetivo de testagem de aplicativo para a coleta de dados;
- e) Colaboração em rede de cientistas cidadãos participativos.

#### **4.1.5 Público-alvo:**

Estudantes, professores, gestores e agentes de defesa civil, membros de organizações não-governamentais e organizações da sociedade civil, voluntários, entre outros.



## 5. Programa CEMADEN na Sociedade

Os eventos naturais extremos trazem à tona as vulnerabilidades construídas socialmente e quando essa relação tem como resultado uma diversidade e quantidade de danos humanos, materiais e ambientais que excedem a capacidade social de superar a situação, classificamos o cenário de danos e prejuízos como um desastre socioambiental.

Ao longo da última década, as discussões acadêmicas e governamentais têm destacado a capacidade social em lidar com esses cenários de perdas e danos de modo a fazer frente à situação, superá-la ou adaptar-se, isto é, tornar-se resiliente.

Todavia, a compreensão sobre como alcançar sociedades preparadas para enfrentar e conviver com os desastres, ainda é um tema ainda pouco definido na literatura. O CEMADEN, enquanto uma instituição de pesquisa científica e tecnológica (ICT) foi criado para promover a estruturação de sistema de suporte a decisões e alertas de risco de desastres associados a inundações, enxurradas, deslizamentos e secas.

O Centro representa importante papel no cenário de inovação do País e sua evolução depende tanto de uma série de competências técnicas e organizacionais, como de sua vinculação com a diretriz de “combinar educação universal de qualidade, pesquisa científica, inovação e inclusão social” (Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015). Aos desafios de se estabelecer uma rede de monitoramento se adicionam os obstáculos em preparar o Brasil para a nova cultura de prevenção e mitigação de riscos de desastres, sobretudo pela crença de que as pessoas entrariam em pânico diante de alertas de risco.

Diante desse diagnóstico, a situação requer a urgência do óbvio: colocar-se em prática o conhecimento que já se tem e investir na inovação para a construção de sociedades sustentáveis e resilientes.

Dentre as medidas prioritárias estão as ações socioeducativas para a prevenção de riscos e desastres, como recomendado reiteradamente nos Marcos de Ação de Hyogo 2005-2015 e Sendai 2015 - 2030 (UNISDR, 2005; 2015), na Convenção sobre Mudança do Clima, na Nova Agenda Urbana Habitat III (UN-HABITAT, 2016).

Tais recomendações internacionais atentam para a urgência de se ampliar a capacidade das comunidades mais vulneráveis aos riscos de desastres e aos eventos extremos associados às mudanças climáticas, de preparar-se, responder e reduzir impactos.

O Marco de Ação de Sendai para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR, 2015) considera que as ações para a redução de riscos de desastres (RRD) “exige[m] engajamento e cooperação de toda a sociedade [... e o] empoderamento e participação inclusiva, acessível e não-discriminatória, com especial atenção para as pessoas desproporcionalmente afetadas por desastres, em especial, os mais pobres. Uma perspectiva de gênero, idade, deficiência e cultura em todas as políticas e práticas”. Preconiza ainda a importância de se “promover estratégias nacionais para reforçar a educação e a conscientização pública sobre a redução do risco de desastres” (UNISDR, 2015, p. 11).

Ademais, aponta para o compromisso de reconhecer e proporcionar espaços para o envolvimento ativo de crianças e jovens nos processos de implementação, monitoramento e

avaliação. Este representa um desafio significativo tanto para a comunidade científica em termos de previsão, quantificação e monitoramento, quanto para a sociedade mais ampla em termos de prevenção de riscos, mitigação e adaptação.

Com isso, a escala da resposta científica para estas questões também deve se tornar cada vez mais global e inclusiva, exigindo comunicação e colaboração em rede de cientistas cidadãos participativos.

## **5.1 Projeto de Pesquisa Científica: Caracterização sociodemográfica de populações vulneráveis a desastres naturais no território brasileiro**

**Unidade Responsável:** CGPD

**Responsáveis:** Dra. Silvia Midori Saito, Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá

**Processo SEI:** 01242.000386/2021-11

### **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 13 – Resiliência e ação para mudanças climáticas

**5.1.1 Objetivo Geral:** Aprimorar a disponibilização das bases de dados demográficos e sociais para caracterização da população exposta em áreas de risco geológico e hidrológico no contexto de monitoramento e alerta de desastres naturais.

### **5.1.2 Objetivos Específicos:**

- a. Estabelecer a troca de informações e de dados demográficos e sociais entre as instituições partícipes;
- b. Realizar workshops interinstitucionais e divulgar os dados gerados para a sociedade;
- c. Desenvolver metodologia para contagem rápida da população em áreas de risco.

### **5.1.3 Descrição do Projeto**

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) tem a missão fundamental de monitorar e emitir alertas da provável ocorrência de desastres associados aos fenômenos naturais para os órgãos de Defesa Civil, usando tecnologias modernas de monitoramento e previsões hidrometeorológicas e geodinâmicas. É também missão do CEMADEN promover desenvolvimentos científicos, tecnológicos e inovadores para avançar na qualidade e confiabilidade dos alertas, e na prevenção e mitigação desses desastres.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) se constitui no principal provedor de dados e informações do país, visando atender as necessidades dos mais diversos segmentos

da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federais, estaduais e municipais.

O conhecimento sobre a vulnerabilidade da população a desastres deflagrados por eventos hidrometeorológicos constitui-se como uma premência na gestão de riscos, por se tratar de característica relevante para subsidiar a condução de ações em redução de riscos e em respostas a emergências. No monitoramento do CEMADEN, a vulnerabilidade é considerada como um dos princípios norteadores para identificar áreas de especial atenção, em função da combinação entre baixa capacidade de resposta e a alta exposição física da população nas áreas de risco, diante da severidade dos processos geodinâmicos e hidrológicos.

O projeto Caracterização sociodemográfica de populações vulneráveis a desastres naturais no território brasileiro propõe a continuidade e o aprimoramento das bases de dados demográficos e sociais para caracterizar a população exposta em áreas de risco geológico e hidrológico no contexto de monitoramento e alerta de desastres. Para tanto, informações socioeconômicas do Censo Demográfico 2022 serão associadas aos mapeamentos de áreas de risco de desastres. Os dados de face de quadra proporcionam estimativas mais precisas, por se constituírem na menor unidade territorial dos dados do censo. Destaca-se que devido às restrições de sigilo estatístico, esse acesso só é viabilizado devido à parceria entre IBGE e CEMADEN.

A metodologia de tratamento dos dados já foi executada com sucesso, conforme verificado em IBGE e CEMADEN (2018). A base de dados resultante será composta por variáveis que tratam das características das moradias e dos moradores em áreas de risco, tais como abastecimento de água, esgotamento sanitário, idade, escolaridade, entre outras. Pesquisas teórico-metodológicas sobre a integração de dados sociodemográficos, bem como workshops anuais para divulgação dos resultados serão realizados ao longo do projeto. O Anexo 3 apresenta a Estrutura Analítica do Projeto (EAP). A partir do desenvolvimento do presente projeto espera-se produzir bases de dados inéditas que poderão ser utilizadas pelo CEMADEN, órgãos estaduais e municipais de proteção e defesa civil, gestores públicos, entre outros usuários. Estes resultados poderão apoiar atividades de monitoramento e alertas, preparação e resposta a desastres, resultando, assim, em avanço da gestão de risco de desastres no país.

#### **5.1.4 Produtos do Projeto**

- a) Base de dados por BATER contendo as variáveis censitárias por morador e por domicílio.
- b) Base gráfica por face quadra.
- c) Relatório técnico, a ser disponibilizado em plataforma interativa do IBGE.
- d) Anais de eventos e artigos em revistas indexadas.

#### **5.1.5 Público-alvo**

- a) A população vulnerável a inundações e deslizamentos
- b) CEMADEN
- c) IBGE
- d) Prefeituras
- e) Governos estaduais

## 5.2 Projeto de Pesquisa Científica: Gestão de riscos, vulnerabilidade, capacidades e estratégias de resiliência (CAPRED)

**Unidade Responsável:** CGPD

**Responsável:** Victor Marchezini

**Processo SEI:** 01242.000240/2023-29

### **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 13 – Resiliência e ação para mudanças climáticas

**5.2.1 Objetivo Geral:** O projeto CAPRED visa avançar no conhecimento relacionado a: i) capacidades organizacionais de preparação de governos locais e comunidades frente a eventos extremos de tempo e clima; e ii) métodos e abordagens transdisciplinares para subsidiar a preparação para eventos extremos e estratégias de preparação em nível local. objetivo é analisar as capacidades organizacionais de preparação de governos locais e comunidades frente a eventos extremos de tempo e clima para, a partir disso, coproduzir estratégias de fortalecimento da implementação de políticas públicas no tema.

### **5.2.2 Objetivos Específicos:**

- a. Analisar as capacidades e necessidades municipais de preparação para eventos extremos em três grandes áreas: (i) estruturação; (ii) capacitação e (iii) governança;
- b. Analisar a exposição e a vulnerabilidade de comunidades, escolas e Centros de Referência em Assistência Social (CRAS) situados em áreas de risco de desastres associados a inundações e deslizamentos;
- c. Analisar as percepções sociais e as estratégias de comunicação de riscos de adotadas por gestores públicos e comunidades em relação aos eventos extremos, considerando as dimensões etárias, de gênero e de pessoas com deficiência;
- d. Desenvolver métodos e abordagens transdisciplinares para subsidiar a preparação para eventos extremos, incluindo aspectos de promoção da saúde coletiva e estratégias de preparação em nível local, como a adaptação baseada em ecossistemas;
- e. Desenvolver metodologia para criação de sistemas de alerta centrados nas pessoas, considerando as dimensões etárias, de gênero e de pessoas com deficiência; e,
- f. Coproduzir propostas para fortalecer a implementação de políticas públicas de preparação para eventos extremos de tempo e clima.

### 5.2.3 Descrição do Projeto

No período de outubro de 2020 a dezembro de 2021, os pesquisadores envolvidos no “PIPO Gestão de Riscos” coordenaram o projeto que desenvolveu a Pesquisa Municipal em Proteção e Defesa Civil (“Projeto Elos”), fruto de uma cooperação técnica internacional entre a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). O referido projeto foi aprovado no NIT/CEMADEN e na CJU, sendo que suas informações estão disponíveis no processo SEI 01242.000016/2020-94. O projeto Elos analisou as capacidades e necessidades de 1.993 órgãos municipais de proteção e defesa civil no país, bem como elaborou propostas para fortalecer a implementação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) nos municípios brasileiros. Diante das lacunas identificadas nos seis volumes do Diagnóstico Municipal em Proteção e Defesa Civil, como falta de recursos financeiros, humanos e materiais por parte das defesas civis municipais, além de fragilidades no tocante à capacitação, participação social e governança, a equipe de pesquisa do CEMADEN decidiu formular um novo projeto, intitulado Capacidades de Preparação para Desastres (CAPRED).

Dada sua abordagem transdisciplinar, o projeto promoverá o desenvolvimento de metodologias de preparação para extremos de tempo e clima, a partir da análise da exposição, vulnerabilidade percepção e estratégias de comunicação de gestores públicos, além da criação de sistemas de alertas centrados nas pessoas. Logo, como resultado direto, espera-se uma aproximação dos diferentes stakeholders envolvidos na proposta.

### 5.2.4 Produtos do Projeto

- a) Elaboração de metodologia para mapas de risco voltados aos setores educativo e de assistência social
- b) Banco de dados abertos para utilização dos mapas
- c) Metodologia para mapeamento participativo no Open Street Maps
- d) Metodologia para monitoramento participativo com uso do aplicativo Dados à Prova D’Água
- e) Policy brief contendo boas práticas e instrumentos governamentais para implementar sistemas de alerta e ações de preparação para eventos extremos

### 5.2.5 Público-alvo

As metodologias de pesquisa serão usufruídas pelos setores de pesquisa e operacional do CEMADEN, uma vez que elas serão desenvolvidas em contato direto com defesas civis municipais e comunidades. As bases de dados geradas e os respectivos mapas produzidos poderão ser utilizados pelo CEMADEN, pelas defesas civis municipais e comunidades.

## 6. Programa de Operação, Pesquisa e Desenvolvimento da Rede Observacional

Atualmente, o CEMADEN monitora pouco mais de 1000 municípios classificados como susceptíveis a desastres associados a deslizamentos de encostas, inundações e enxurradas. Portanto, o monitoramento e alertas de desastres é tema de interesse estratégico nacional.

### A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO AMBIENTAL NO CEMADEN:

O monitoramento ambiental é a principal ferramenta para a gestão e acompanhamento de condições meteorológicas e climáticas que podem desencadear desastres, impactando a sociedade ou a cadeia produtiva de diversos setores. A partir do monitoramento, ainda é possível acompanhar de maneira contínua a evolução de variáveis ambientais que sofrem alterações devido a ações do homem ou da natureza.

No CEMADEN, a principal variável ambiental monitorada é a pluviometria (chuvas), responsável por desencadear eventos hidrológicos (enxurradas e inundações) ou geológicos (deslizamentos de encostas) que, quando impactam a sociedade em áreas de risco, causam os desastres socioambientais. Além da pluviometria, alguns equipamentos do CEMADEN também monitoram umidade do solo, níveis de rios, umidade e temperatura do ar, radiação solar, entre outros.

Para realizar o monitoramento de aproximadamente 1000 dos mais de 5000 municípios do Brasil, o CEMADEN dispõe de uma Rede Observacional composta por aproximadamente 3777 PCDs (Plataformas de Coleta de Dados) e nove Radares Meteorológicos. Dessa forma, com esses equipamentos, o CEMADEN monitora apenas aproximadamente 20% dos municípios do país.

Destaca-se que alguns dos municípios monitorados não são instrumentados, ou seja, não possuem nenhuma PCD instalada. Com um total aproximado de mais de 35 mil áreas de risco (geológicas e hidrológicas) mapeadas no Brasil, a demanda por monitoramento é alta e, em termos gerais, registra uma necessidade de 5 vezes a disponibilidade atual.

### A OPERAÇÃO DA REDE OBSERVACIONAL:

Para que a rede observacional do CEMADEN possa cumprir a sua finalidade, deve-se garantir o pleno funcionamento dos equipamentos, a fim de garantir a medição, o armazenamento e o envio das informações em tempo real para o Centro. Além disso, dada as dimensões e demandas por monitoramento no país, a expansão do número de equipamentos é um requisito fundamental.

Por fim, é necessário promover a garantia da qualidade dos dados fornecidos pela rede observacional (qualificação de dados), ou seja, os dados utilizados para a identificação de riscos de desastres, bem como para pesquisas e desenvolvimentos científico tecnológicos, necessitam ser confiáveis e ter alta disponibilidade.

### DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL:

Os processos deflagradores de desastres em conjunto com ações antrópicas impõem ao monitoramento ambiental um processo altamente dinâmico. Para acompanhar esse

dinamismo é necessário que os equipamentos e técnicas acompanhem a evolução tecnológica.

Desta maneira dentre as atribuições do CEMADEN está o desenvolvimento de novas tecnologias e a implementação de novos métodos, técnicas e abordagens que tonem o processo de monitoramento ambiental mais efetivo e eficiente. Essa atribuição promove a capacidade nacional de produção de tecnologia, cria empregos, fortalece a capacidade industrial, fomenta setores de serviço e a universidade. Além disso, assegura que o conhecimento e a expertise estejam disponíveis internamente para responder de forma eficaz aos riscos de desastres, proporcionando maior segurança às populações mais vulneráveis do país.

## **6.1 Projeto de Pesquisa Tecnológica Aplicada: Projeto Cigarra**

**Unidade Responsável:** Coordenação-Geral de Operações e Modelagens – CGOP/Divisão de Monitoramento e Operações da Rede Observacional - DIMOR

**Responsável:** André Aparecido de Souza Ivo

**Processo SEI:** 01242.000235/2021-54

### **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 09 – Indústria, inovação e infraestrutura

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

**6.1.1 Objetivo Geral:** Criar um novo conceito operacional para rede observacional, baseado no princípio colaborativo, permitindo que parceiros e instituições interessadas (incluindo estados, municípios e setores privados) possam adquirir coordenar e gerenciar sua própria rede, usufruindo toda infraestrutura de processamento disponibilizada pelo Projeto Cigarra. O Projeto Cigarra tem como propósito modernizar e criar um modelo economicamente sustentável que permita, além da expansão, maior disponibilidade geral de dados. Além disso, essa nova arquitetura será habilitadora para o desenvolvimento de novos sensores de baixo custo além de fomentar a pesquisa por novos métodos e conceitos para as diversas áreas de monitoramento (geológico, hidrológico, secas, percepção do risco e educação).

### **6.1.2 Objetivos Específicos:**

Como objetivos específicos, o projeto tem como meta o desenvolvimento de 3 módulos (Cigarra PCD, Cigarra Broker e Cigarra DS).

### **6.1.3 Descrição do Projeto**

As tecnologias para monitoramento de desastres ainda são emergentes no Brasil e encontram-se em estado contínuo de desenvolvimento. Nesse estágio, a indústria começa a se especializar e a disponibilizar soluções, contudo, ainda de alto custo, uma vez que a

maioria dos componentes de uma estação de monitoramento são importados e cotados em dólar. Os altos custos de aquisição e manutenção dos equipamentos é hoje um dos grandes limitadores para a expansão da rede observacional do CEMADEN. Portanto, manter disponível uma infraestrutura custosa de sensoriamento em campo é um enorme desafio, tanto logístico quanto financeiro. Além disso, as soluções comercializadas são proprietárias e de tecnologias restritas, o que muitas vezes dificulta a inovação, sem abertura para adequações de hardware e software para atender a novas demandas de monitoramento.

Percebe-se que as variáveis ambientais monitoradas pela rede do CEMADEN, bem como o Projeto Cigarra como um todo, são de grande valor para diversos setores além do monitoramento de desastres naturais. Nesse sentido, o Projeto está apoiado na chamada Tríplice Hélice da Inovação, ou seja, nas indústrias (empresas), nas universidades e no governo.

Ao completar 10 anos de operação, a Rede Observacional do CEMADEN ainda mantém os mesmos equipamentos com as mesmas características tecnológicas de quando foi implantada em 2011, sofrendo com a deterioração tanto tecnológica quanto física imposta pelo tempo, o que torna a sua modernização um desafio a ser superado.

Dessa maneira, para garantir o cumprimento da missão do CEMADEN de forma mais eficiente, é imprescindível a adoção de um novo padrão de gestão da rede observacional, com equipamentos de baixo custo, aliados a modernas técnicas de engenharia e tecnologia, que podem propiciar uma redução de seu custo operacional e consequente expansão da rede, permitindo, assim, um monitoramento mais adequado e a proteção de milhares de vidas principalmente da sociedade mais vulnerável.

O projeto tem como escopo todo o desenvolvimento da plataforma de coleta de dados, que deve contemplar todo o projeto arquitetônico, desenvolvimento, fabricação e implantação de uma pequena rede para verificação e validação do equipamento. Além disso, o projeto contempla toda a suíte de recebimento e processamento dos dados, bem como software para visualização e um aplicativo mobile.

#### **6.1.4 Produtos do Projeto**

- a) Plataforma de coleta de dados de baixo custo desenvolvida, contemplando projeto arquitetônico, fabricação e implantação de uma pequena rede para verificação e validação do equipamento;
- b) Infraestrutura de recebimento e processamento de dados;
- c) Software para visualização de dados;
- d) Aplicativo mobile.

#### **6.1.5 Público-alvo**

As metodologias de pesquisa serão usufruídas pelos setores de pesquisa e operacional do CEMADEN, uma vez que elas serão desenvolvidas em contato direto com defesas civis



municipais e comunidades. As bases de dados geradas e os respectivos mapas produzidos poderão ser utilizados pelo CEMADEN, pelas defesas civis municipais e comunidades.

## **6.2 Projeto Administrativo: Operação, Manutenção e Sustentação da Rede Observacional**

**Unidade Responsável:** Coordenação-Geral de Operações e Modelagens – CGOP/Divisão de Monitoramento e Operações da Rede Observacional - DIMOR

**Responsável:** Gustavo Souza

**Processo SEI:**

**Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:**

ODS 09 – Indústria, inovação e infraestrutura

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

### **6.2.1 Objetivo Geral:**

Promover a manutenção e garantir a operação da rede observacional dentro de padrões de qualidade e operacionalidade. Para isso é necessário operar a rede através de indicadores de operacionalidade bem como planejar as manutenções preventivas e corretivas para garantir os índices de operacionalidades aceitáveis.

### **6.2.2 Objetivos Específicos:**

- a) Viabilizar a realização da manutenção preventiva e corretiva da rede observacional.
- b) Realizar a assimilação de dados oriundos de redes observacionais de parceiro e promover o compartilhamento das bases de dados da rede observacional do CEMADEN por meio de estabelecimento de acordos de cooperação.

### **6.2.3 Descrição do Projeto**

O projeto de manutenção da rede observacional do CEMADEN é uma atividade continuada e estratégica que visa garantir o pleno funcionamento dos equipamentos de monitoramento ambiental.

Além de recursos próprios o CEMADEN pode fortalecer e expandir essa iniciativa, através de acordos e parcerias com diversos parceiros locais.

Esses acordos com parceiros locais têm um papel fundamental no projeto, permitindo uma cobertura mais abrangente e eficiente do território nacional. Por meio dessas parcerias, o CEMADEN pode contar com o apoio de instituições, como universidades, centros de pesquisa, órgãos governamentais e empresas, que contribuem com recursos humanos, expertise técnica e infraestrutura complementar.

Os parceiros locais colaboram no processo de inspeção, reparo e calibração dos equipamentos, auxiliando na manutenção regular da rede observacional. Além disso, eles

podem fornecer suporte no monitoramento e análise dos dados coletados, contribuindo para uma resposta mais efetiva diante de eventos extremos.

Essa abordagem de parceria com entidades locais traz vantagens significativas. Ela permite que o CEMADEN compartilhe conhecimento e experiências com instituições regionais, fortalecendo a capacidade técnica e científica em diferentes áreas do país. Além disso, essa colaboração amplia o alcance da rede observacional, cobrindo áreas geograficamente diversificadas e fornecendo dados mais precisos e abrangentes sobre as condições ambientais.

Ao estabelecer acordos com parceiros locais, o CEMADEN promove uma cultura de cooperação e sinergia, unindo esforços para garantir a manutenção efetiva da rede observacional. Essa abordagem sustentável e colaborativa é essencial para o sucesso contínuo do projeto, permitindo que o CEMADEN cumpra sua missão de monitorar e alertar sobre desastres naturais, protegendo a população e contribuindo para a segurança do país.

#### **6.2.4 Produtos e Serviços do Projeto**

- a) Manutenção da rede observacional;
- b) Expansão da rede observacional;
- c) Colaboração com parceiros locais;
- d) Melhorias na qualidade dos dados oriundos da rede observacional.

#### **6.2.5 Público-alvo**

O principal público-alvo dos sistemas de monitoramento do CEMADEN é a Sala de Operações do próprio centro. Essa equipe utiliza os dados da rede observacional para emitir alertas e coordenar ações de resposta a desastres. Sua atuação é fundamental para garantir a segurança da população e a redução de danos causados por eventos climáticos extremos. Nesta linha é importante considerar os municípios e as Defesas Civis. Esses atores desempenham um papel crucial na gestão e prevenção de desastres, e dependem das informações fornecidas pelo CEMADEN para tomar decisões informadas e implementar medidas de proteção.