

# PLANO INSTITUCIONAL DE PESQUISA E OPERAÇÃO (PIPO) DO CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS

## Conhecimento científico para aprimorar o monitoramento e alertas de desastres naturais no Brasil

Documento para aprovação pelo CTC do CEMADEN em 28 de março de 2018

### ANTECEDENTES

Em 02 de setembro de 2016, a Direção do CEMADEN publicou a Portaria nº 060 constituindo um Grupo de Trabalho para estabelecer diretrizes que subsidiassem a elaboração do Plano Integrado de Pesquisa e Operação (PIPO) do Centro. O Grupo de Trabalho foi composto por servidores de diferentes setores, bem como das diferentes áreas do conhecimento.

O GT entregou à Direção documento com sugestões de Áreas Temáticas e Linhas de Pesquisas que deveriam integrar o Plano Institucional. Este documento foi posteriormente distribuído aos gestores do Centro que fizeram recomendações e adequações, e, a seguir, a Direção conduziu reuniões setoriais a partir das quais foi estabelecido o formato final do Plano.

Em conformidade com as atribuições do Centro e suas atividades, o PIPO abrange 04 Áreas Temáticas e 11 Linhas de Pesquisas. Cada Linha de Pesquisa é coordenada por pesquisadores/tecnologistas e contempla um rol de produtos a serem entregues, metas e cronograma, associados ao horizonte temporal 2018-2021. O formato do PIPO permite o acompanhamento dos desenvolvimentos das metas e, desta forma, ser avaliado periodicamente P&D direcionado ao cumprimento da missão do Centro.

O CEMADEN, em vista de suas atribuições, tem desenvolvido diferentes pesquisas e ferramentas tecnológicas voltadas para o monitoramento e alertas de desastres naturais de origem hidrometeorológica. Em complemento, o Centro tem envidado esforços para a geração de conhecimento e desenvolvimento de tecnologias e ferramentas voltadas para a geração de informações relevantes para subsidiar tomadores de decisão e políticas públicas, assim como a construção da percepção de riscos de desastres, cujos resultados são relevantes para a sociedade.

Assim sendo, o monitoramento e a emissão de alertas antecipados de desastres associados a movimentos de massa, inundações e enxurradas, além de outros produtos, integram o rol de atividades rotineiras do CEMADEN. Na Tabela 1, abaixo, apresenta-se uma síntese dos principais produtos/atividades elaborados pelo Centro.

**TABELA 1: ALGUNS PRODUTOS DESENVOLVIDOS PELO CEMADEN**

<b>Produto</b>	<b>Caracterização</b>
Alertas (movimentos de massa, inundação, enxurrada)	São encaminhados ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), MI, que, por sua vez, os repassam às Defesas Cíveis estaduais e municipais.

Sistemas, plataformas e ferramentas	<p>Desenvolvimentos tecnológicos relevantes para o monitoramento e alertas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SALVAR;</li> <li>2. SGRP;</li> <li>3. SIADEN;</li> <li>4. Mapa Interativo;</li> <li>5. Portal Cemaden;</li> <li>6. Site Pluviômetros nas Comunidades (PPC);</li> <li>7. Site CEMADEN Educação;</li> <li>8. Secawiki.</li> </ol>
Boletins técnico-científicos	<p>Boletins com informações relevantes para subsidiar tomadores de decisão, políticas públicas e a sociedade em geral. Entre eles, destacam-se:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Previsão de riscos geo-hidrológicos;</li> <li>2. Situação Atual e Previsão Hidrológica para o Aproveitamento Hidroelétrico de Três Marias;</li> <li>3. Situação Atual e Previsão Hidrológica para o Sistema Cantareira;</li> <li>4. Situação Atual da Seca no Semiárido e Impactos;</li> <li>5. Previsão de Vazão para o a Bacia do Rio Madeira;</li> <li>6. Relatório Seca e Impactos no Acre;</li> <li>7. Impactos associados à Previsão Climática Sazonal.</li> </ol>
Notas técnicas	<p>Documentos com informações técnico-científicas para subsidiar a Casa Civil, o MCTIC, Ministério Público, entre outros.</p>
Artigos Científicos	<p>Geração de conhecimento estado da arte nas diferentes áreas do conhecimento, publicados em revistas científicas especializadas.</p>
Palestras, capacitações, materiais educativos e instrucionais (impressos e audiovisuais)	<p>Voltados a diferentes públicos interno e externo ao CEMADEN:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Série de Debates;</li> <li>2. Atendimento de visitantes ao Centro;</li> <li>3. Cursos de Capacitação para Defesas Cíveis e Universidades;</li> <li>4. Materiais dos projetos PPC e CEMADEN Educação, etc.</li> </ol>

Com o PIPO, cujas áreas temáticas e linhas de pesquisas são apresentadas a seguir, objetiva-se sistematizar e orientar as atividades de P&D do Centro, de forma a avançar o conhecimento e aprimorar os produtos, considerando, essencialmente, que o CEMADEN é Instituição de pesquisa, de

desenvolvimento tecnológico e de inovação do MCTIC.

## **ÁREA TEMÁTICA 01**

### **RISCOS E DESASTRES ASSOCIADOS A MOVIMENTOS DE MASSA (ALERTAGEO)**

#### **JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

Dados recentes indicam a ocorrência no Brasil de uma quantidade importante de desastres relacionados a movimentos de massa, devido principalmente ao elevado número de ocorrências de deslizamentos registrados em encostas e taludes (total de 30.858 ocorrências) e ao número também expressivo de áreas de risco a deslizamentos existentes nos estados brasileiros, que já contabilizam 895 municípios atingidos por movimentos de massa, considerando o período de 2009 a 2013 (IBGE 2014). Neste cenário, destacam-se algumas regiões brasileiras formadas por terrenos com elevada suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos, quais sejam: sudeste, sul e nordeste.

Somente nas regiões sudeste e nordeste ocorreram 27.940 deslizamentos (IBGE 2014), concentrados em alguns estados com maior número de ocorrência nos últimos cinco anos: Pernambuco (5.910), São Paulo (4.981) e Rio de Janeiro (4.969). Dentre as competências do CEMADEN, destacam-se aquelas relacionadas com a elaboração e emissão de alertas a movimentos de massa para ações preventivas de proteção e defesa civil no território nacional, e o desenvolvimento e implementação de sistemas de observação para o monitoramento de movimentos de massa. Desta forma, visando melhorar continuamente a base de dados observacionais de movimentos de massa, a partir de 2013 o CEMADEN tem adquirido e instalado vários equipamentos e sensores de monitoramento ambiental (sensores de chuva, umidade e deslocamentos de terrenos).

Com isso, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas científicas que visem estabelecer limiares críticos a partir dos dados de monitoramento da rede observacional do CEMADEN. Inicialmente os limiares críticos operacionais poderão ser obtidos por meio de modelagens geodinâmicas e/ou abordagens empíricas (estudos de correlação entre chuvas e deslizamentos).

No entanto, observa-se que não existem atualmente estudos de correlação e nem banco de dados que permitam estabelecer limiares críticos de chuva seguros para todos os municípios monitorados pelo centro. Adicionalmente nota-se que os limiares críticos de chuva estabelecidos para diferentes regiões brasileiras, por meio de estudos de correlações regionalizadas, devem ser atualizados e ampliados para outros municípios com áreas de risco de MM mapeadas e monitoradas (total de 622 municípios).

Nesse contexto, verifica-se que é imprescindível aprimorar e ampliar os limiares críticos atualmente utilizados pelo CEMADEN, a partir do desenvolvimento de projetos de pesquisa que envolvam principalmente as questões sobre o entendimento científico dos mecanismos de deflagração dos movimentos de massa, utilizando-se para isso metodologias já consagradas

nacional e internacionalmente (modelos geodinâmicos, modelagem numérica, equações empíricas, etc.), assim como identificar e propor novas abordagens metodológicas e tecnológicas para o monitoramento e previsão de movimentos de massa no território brasileiro (desenvolvimento de sensores de monitoramento ambiental, modelos numéricos acoplados de análise de fluxo e estabilidade, etc.).

Desta forma, espera-se que as linhas de pesquisa do Programa ALERTAGEO possibilitem o contínuo aprimoramento dos critérios técnico-científicos atualmente utilizados pelo CEMADEN,

visando principalmente aumentar a confiança e credibilidade do sistema de monitoramento e alertas a movimentos de massa.

## **OBJETIVO GLOBAL**

Aprimorar o entendimento científico dos mecanismos deflagradores dos processos de MM

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar os limiares ambientais críticos regionalizados para diferentes tipologias; Identificar e propor novas ferramentas para monitoramento e previsão de MM

### ***PROJETO 01***

#### ***Estudo de limiares ambientais deflagradores de MM a partir de modelos geodinâmicos e abordagem empírica***

**COORDENADORES:** Marcio Andrade e Tiago Bernardes

## **METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento de projetos nesta linha de pesquisa propõe-se adotar a seguinte metodologia:

Seleção de municípios críticos característicos de regiões com histórico relevante de desastres de movimento de massa como pilotos para o desenvolvimento de metodologias de monitoramento (REDEGEO do CEMADEN), estimativa de limiares ambientais e elaboração de cenários de risco deslizamentos.

Aquisição de dados de ocorrências de deslizamentos e criação de banco de dados visando subsidiar os estudos de correlação entre chuvas e deslizamentos, a partir de metodologia já consagrada, para os municípios com áreas de risco já mapeadas e considerados prioritários.

Aquisição de dados de chuvas e estudo do comportamento de distribuição espaço-temporal da precipitação dos municípios considerados prioritários, levando-se em consideração fatores dinâmicos atmosféricos, características fisiográficas regionais e a distribuição das áreas de risco a deslizamentos no município;

Aquisição de dados geológicos, geotécnicos e geofísicos para caracterização de parâmetros e elaboração de modelos geohidrológicos e

geomecânicos fundamentais para a simulação em modelos de estabilidade de encosta.

Aquisição de dados de chuva e umidade dos solos por meio de PCDs Geotécnicas para estudo do comportamento geohidrológico das camadas dos solos e utilização na modelagem;

Estudo dos principais fatores antrópicos indutores dos deslizamentos característicos de cada área de risco considerada prioritária, com a finalidade de incluir parâmetros de uso e ocupação do solo (segundo dados censitários do IBGE, por exemplo) nas modelagens geodinâmicas e, conseqüentemente, obter limiares críticos mais condizentes com os mecanismos de ruptura observados na maioria das encostas urbanas brasileiras.

Modelagens numéricas (software GEOSLOPE e outros) para aqueles municípios considerados prioritários e que dispõem de informações sobre parâmetros fundamentais para as análises de fluxo e estabilidade de encostas (dados de sondagens, parâmetros geotécnicos, levantamento topográfico, dados geológicos, etc.), visando à obtenção de limiares críticos de chuva, umidade e sucção do solo (variáveis ambientais monitoradas pela rede observacional).

Construção de cenários de risco de movimentos de massa com múltiplas variáveis e respectivos limiares ambientais críticos voltados para o sistema de monitoramento e emissão de alertas;

Análise do desempenho dos limiares críticos obtidos a partir da modelagem numérica e estudos de correlação para cada município monitorado pelo CEMADEN, a partir de análise das informações constantes no banco de dados de ocorrências de movimentos de massa (tipologia do processo, horário de ocorrência, magnitude do evento, etc.) e nos dados da rede observacional (chuva, deslocamentos e umidade do solo) – objetivando aperfeiçoar continuamente o sistema de monitoramento e alertas de MM.

Identificação e proposição de ferramentas de TI que permitam integrar, analisar e interpretar simultaneamente os dados climáticos e geotécnicos da rede observacional do CEMADEN, visando subsidiar a criação de um sistema de emissão de alertas supervisionado (semiautomático) pelos tecnólogos das diferentes áreas da sala de operação.

### **RESULTADOS ESPERADOS (PRODUTO):**

Limiares ambientais e cenários de risco de MM para o desenvolvimento de um sistema semiautomático de emissão de alertas para regiões estratégicas relacionadas à implantação do projeto REDEGEO do CEMADEN.

### **PREMISSAS:**

Considera-se que a ampla geodiversidade e a dimensão do território brasileiro determinam condições físicas muito específicas para a deflagração de deslizamentos nas diferentes regiões brasileiras. Desta forma, os limiares ambientais de deslizamentos são intrínsecos de cada região.

Além disso, as séries de dados existentes de ocorrências de deslizamentos (incluindo datas, horários, localizações) e de chuvas (dados pluviométricos) são para períodos muito curtos, o que pode limitar as análises estatísticas. Os parâmetros físicos para entrada nos modelos de fluxo subsuperficial da água no solo e de cálculo do fator de segurança de encostas



f)								
g)								

## PROJETO 02

### *Investigação e proposição de novas metodologias e ferramentas para monitoramento e previsão de MM*

**COORDENADORES:** Rodolfo Mendes e Tullius Nery

**JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

Atualmente o Brasil vem se destacando no cenário mundial em questões de desastres relacionados a movimentos de massa, devido principalmente ao elevado número de ocorrências de deslizamentos registrados em encostas e taludes (total de 30.858 ocorrências) e ao número expressivo de áreas de risco a deslizamentos existentes nos estados brasileiros, que já contabilizam 895 municípios atingidos por movimentos de massa, considerando o período de 2009 a 2013 (IBGE 2014).

Neste cenário, destacam-se algumas regiões brasileiras formadas por terrenos com elevada suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos: sudeste, sul e nordeste. Somente nas regiões sudeste e nordeste ocorreram 27.940 deslizamentos (IBGE 2014), destacando-se alguns estados com maior número de ocorrência nos últimos cinco anos: Pernambuco (5.910), São Paulo (4.981) e Rio de Janeiro (4.969).

Dentre as competências do CEMADEN, destacam-se aquelas relacionadas com a elaboração e emissão de alertas a movimentos de massa para ações preventivas de proteção e defesa civil no território nacional, e o desenvolvimento e implementação de sistemas de observação para o monitoramento de movimentos de massa. Desta forma, visando melhorar continuamente a base de dados observacionais de movimentos de massa, a partir de 2013 o CEMADEN tem adquirido e instalado vários equipamentos e sensores ambientais de monitoramento (sensores de chuva, umidade e deslocamentos de terrenos).

Com isso, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas científicas que visem estabelecer limiares críticos a partir dos dados de monitoramento da rede observacional do CEMADEN. Inicialmente os limiares críticos operacionais poderão ser obtidos por meio de modelagens geodinâmicas e/ou abordagens empíricas (estudos de correlação entre chuvas e deslizamentos).

No entanto, observa-se que não existem atualmente estudos de correlação e nem banco de dados que permitam estabelecer limiares críticos de chuva para todos os municípios monitorados pelo centro. Além disso, tem-se observado que não basta apenas adotar limiares baseados em dados de precipitação (Santoro et al. 2010), principalmente quando os eventos ocorrem em áreas densamente urbanizadas, pois os parâmetros indutores de origem antrópica desempenham um papel fundamental na deflagração dos deslizamentos e, portanto, devem ser considerados de alguma forma nos estudos dos limiares críticos.

Nesse contexto, verifica-se que é imprescindível aprimorar e ampliar os limiares críticos atualmente utilizados pelo CEMADEN, a partir do desenvolvimento de projetos de pesquisa que envolvam principalmente as questões sobre o entendimento científico dos mecanismos de deflagração dos movimentos de massa, utilizando-se para isso metodologias já consagradas nacional e internacionalmente (modelos geodinâmicos, modelagem numérica, equações empíricas, etc.), assim como identificar e propor novas abordagens metodológicas e tecnológicas para o monitoramento e previsão de movimentos de massa no território brasileiro (desenvolvimento de sensores de monitoramento ambiental, modelos numéricos acoplados de análise de fluxo e estabilidade, etc.).

Desta forma, espera-se que as linhas de pesquisa do Programa ALERTAGEO possibilitem o contínuo aprimoramento dos critérios técnico-científicos atualmente utilizados pelo CEMADEN, visando principalmente aumentar a confiança e credibilidade do sistema de monitoramento e alertas a movimentos de massa.

### **METODOLOGIA:**

Estudar e avaliar o desempenho de sensores de baixo custo para o monitoramento in situ de variáveis ambientais (chuva, umidade, sucção e temperatura do solo) que permitam prever a deflagração de movimentos de massa em áreas de risco com antecedência satisfatória em consonância com as ações de prevenção de risco (preparação/remoção preventiva) estabelecidas nos Planos Preventivos das Defesas Civas Estaduais e Municipais;

Desenvolver modelos geodinâmicos acoplados a previsões meteorológicas de curto e médio prazo (2, 6, 12, 24h, etc.) que permitam analisar de forma integrada as condições de fluxo e estabilidade das encostas a partir das informações geradas pela rede observacional do CEMADEN (dados observados de campo);

Avaliar novas tecnologias de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) de baixo custo de modo a permitir o armazenamento e transmissão remota das informações geradas pelos diferentes tipos de sensores ambientais instalados nas áreas de risco piloto;

Propor novos estudos de correlação entre chuvas e deslizamentos (métodos empíricos) para municípios piloto considerados prioritários entre aqueles monitorados e com áreas de risco mapeadas (622 municípios);

Definir limiares críticos de deslocamentos das encostas monitoradas nos municípios piloto, a partir dos dados gerados pelo sistema de monitoramento com ETRs, para que tais informações possam ser analisadas de forma integrada aos demais dados da rede observacional e, assim, permitir a obtenção dos demais limiares críticos ambientais (chuva, umidade do solo, etc.) utilizando-se método de retroanálise dos deslizamentos registrados nas áreas de risco.

### **RESULTADOS ESPERADOS (PRODUTO):**

Proposição de novos modelos e sensores de monitoramento ambiental para emissão de alertas de MM.

### **PREMISSAS:**



A ampla geodiversidade (solo, clima, relevo, etc.) e a dimensão continental do território brasileiro determinam condições físicas muito específicas para a deflagração de deslizamentos nas diferentes regiões brasileiras. Desta forma, o estabelecimento de limiares críticos a partir de dados monitorados por sensores ambientais (chuva, umidade, sucção e temperatura do solo) são intrínsecos de cada região.

Ressalta-se que no presente momento há limitações quanto à disponibilidade de tecnologia exclusivamente nacional que permita avaliar, desenvolver e/ou adaptar equipamentos de aquisição de dados (e seus componentes) e sensores ambientais de baixo custo para ampliação da Rede Geotécnica de monitoramento.

Como a aquisição de parâmetros físicos e meteorológicos (chuva, resistência do solo, poropressão do solo, etc.) para entrada nos modelos dinâmicos de análise integrada (fluxo de água no solo, estabilidade de encostas, radar, meteorologia) não são conhecidos, faz-se necessário serem investigados com detalhes para as diferentes áreas piloto (considerando as diferentes escalas de trabalho); Destaca-se, ainda, que a disponibilidade de dados topográficos em detalhe e modelos digitais de terreno de alta resolução são requisitos fundamentais para os modelos geodinâmicos (os dados existentes são muito limitados).

#### **METAS (PERÍODO 2018-2021):**

- a) Estudar e avaliar o desempenho de novos sensores de monitoramento ambiental para emissão de alertas no município de Campos do Jordão-SP;
- b) Avaliar novas plataformas de coleta e armazenamento de dados ambientais (dataloggers) de baixo custo no município de Campos do Jordão-SP;
- c) Definir limiares críticos de deslocamentos das encostas monitoradas nos municípios piloto, a partir dos dados gerados pelo sistema de monitoramento com ETRs (método retroanálise);
- d) Desenvolver modelos geodinâmicos acoplados a previsões meteorológicas de curto e médio prazo para os municípios piloto com PCDs Geotécnicas (sensores de chuva e umidade do solo) e ETRs já instaladas.

**EQUIPE/METAS:** Giovanni (d), Christopher (d), Rodolfo Mendes (a, b, c, d), Márcio Andrade (a, b, c, d), Marcelo Zeri (a, b, d), Márcio Moraes (a, b, c, d), Glauston Lima (d), Leonardo Bacelar (d), Carla Prieto (a, b, c, d), Rodrigo Stabile (a, b, c, d), Pedro Camarinha (a, b, c, d), Harideva Egas (a, b, c, d), Frederico Ávila (a, b, c, d), Enos Sato (a, b, c, d), João Paulo (a, b, c, d), Elisabete Weber Reckziegel (a, b, c, d), Juliano Coelho (a, b, c, d), Tullius Nery (a, b, c, d), Elisa Volker (a, b, c, d), Gustavo Costa (d), Maria Cristina (d), Maria das Dores (d), Rafael Luiz (d), Regina Reani (d), Rodrigo Silva (d), Rogério Carneiro (d), Tiago Bernardes (d), Vanessa Canavesi (d), Bolsistas (a, b, c, d).

**CRONOGRAMA DE METAS:** *Municípios Piloto com PCDs Geotécnicas e ETRs já*

*instaladas.*

Metas	2018				2019				2020				2021			
	1tri	2tri	1tri	2tri	1tri	2tri	1tri	2tri	1tri	2tri	1tri	2tri	1tri	2tri	1tri	2tri
a)																
b)																
c)																
d)																

## ÁREA TEMÁTICA 02

### RISCOS E DESASTRES ASSOCIADOS A EVENTOS HIDROLÓGICOS (ALERTA HIDRO)

**OBJETIVO GLOBAL:** Melhorar o entendimento de processos hidrológicos em diferentes escalas temporais e espaciais

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Melhorar a capacidade de prever e antecipar cheias e enxurradas em bacias urbanas; Desenvolver ferramentas de quantificação de impactos decorrentes de eventos hidrológicos extremos.

#### PROJETO 01

*Desenvolvimento de modelos hidrológicos para cheias abruptas a graduais utilizando previsão meteorológica por conjunto*

**COORDENADORES:** Javier Tomasella e Leandro Casagrande

**METODOLOGIA:** Serão usadas previsões por conjunto de modelos regionais de previsão de tempo, rodados aninhados com modelos atmosféricos globais. Idealmente seriam necessários conjuntos de pelo menos 20 membros.

As previsões regionais, com antecedência entre 5 a 10 dias, irão alimentar um ou mais modelos hidrológicos calibrados para área de interesse, sujeitas a inundações.

Dados de precipitação por satélite, combinados com observações de superfície, serão usados para representar a condição atual do sistema hidrológico

Dados observacionais em tempo real da rede hidrológica serão assimilados no modelo hidrológico no início do período de previsão

**RESULTADO ESPERADO (PRODUTO):** Sistema de previsão de risco hidrológico semiautomático compartilhado devidamente avaliado para aplicações na área de extremos hidrológicos.

**PREMISSAS:** Para o desenvolvimento do projeto está sendo considerado que há limitações decorrentes da incerteza intrínseca das previsões quantitativas de chuva derivadas de modelos numéricos meteorológicos. Além disso, será necessário investir em melhoramentos na representação de processos hidrológicos em bacias urbanas, bem como priorizar treinamento dos operadores e dos usuários finais quanto à interpretação das previsões probabilísticas de vazões. Esforços também deverão ser envidados para a adequada comunicação de informação probabilística em áreas de risco.

**METAS (PERÍODO 2018-2019):**

- a) Calibrar modelos hidrológico em bacias com planícies de inundação altamente ocupadas e com histórico recorrente de inundações;
- b) Implantar o sistema de maneira operacional;
- c) Desenvolver algoritmos de assimilação e dados hidrológicos em tempo real;
- d) Avaliar o impacto do sistema implementado na eficácia dos alertas;

**EQUIPE:** Adriana, Giovanni, Marcio Moraes, Rochane, Leandro Casagrande, Thiago Baliza Santana, Alex Leiton, Graziela Scofield, Paula, Regla, Samuelson Cabral, Jorge Barbarotto, Bolsistas

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas	2018				2019			
	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri
a)								
b)								
c)								
d)								

**PROJETO 02**

***Desenvolvimento de modelos hidrológicos para previsão de enxurradas usando nowcasting de radar e satélites meteorológicos.***

**COORDENADORES:** Diego Souza e Carlos Frederico de Angelis

**JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

No Brasil já foram registrados mais de 12000 eventos de inundações entre os anos de 1991 e 2012, com um número de pessoas afetadas superior a 20 milhões. As regiões Sul e Sudeste do país representam mais de 70% das ocorrências de enxurradas e inundações bruscas, com eventos durante todo ano, sendo mais frequentes durante o verão.

Neste contexto, eventos de enxurrada e inundações bruscas ainda carecem de ferramentas e metodologias para o monitoramento e alerta, com tempo hábil para a tomada de decisão dos agentes responsáveis, visando a redução de danos humanos e materiais.

O desenvolvimento de ferramentas e metodologias para o monitoramento e alerta de enxurradas possibilitará ações antecipadas dos agentes de defesa civil visando à redução de número de fatalidades.

**METODOLOGIA:**

Para o desenvolvimento de projetos nesta linha de pesquisa propõe-se adotar a seguinte metodologia:

- a. Seleção municípios críticos característicos de regiões com histórico relevante de desastres inundações e enxurradas como pilotos para o desenvolvimento de metodologias de monitoramento;
- b. Construção de um banco de dados de informações provenientes de radares meteorológicos, descargas atmosféricas e pluviométricas;
- c. Construção de um banco de dados de informações e características das principais bacias urbanas dos municípios críticos;
- d. Calibração e verificação das informações provenientes de radares meteorológicos através de metodologias de comparação entre dados observados e de sensoriamento;
- e. Desenvolvimento e aplicação de metodologias para extrapolação temporal e espacial de dados de radar;
- f. Desenvolvimento e aplicação de metodologias para extrapolação temporal e espacial de dados de descargas atmosféricas;
- g. Desenvolvimento e aplicação de metodologias de previsões numéricas de alta resolução com ciclo rápido de assimilação de dados de radar com utilização do modelo WRF-DA;
- h. Desenvolvimento e aplicação de metodologias de análise conjunta de informações de previsões de radar e descargas atmosféricas, e de modelos atmosféricos para aplicação em previsões de curto e curtíssimo prazo;

#### **RESULTADO ESPERADO (PRODUTO):**

Sistema de monitoramento e alerta semiautomático para eventos de enxurradas e inundações bruscas

#### **PREMISSAS:**

Para o pleno desenvolvimento do projeto, considera-se que no presente momento não se dispõe de metodologias em modelagem meteorológica para nowcasting. Além disso, para o desenvolvimento do projeto, estão sendo considerados:

- i. a não disponibilidade de grandes bases de dados hidrológicos de bacias urbanas sujeitas à ocorrência de enxurradas;
- ii. séries de dados não contínuas, devido as falhas operacionais dos radares;
- iii. limitações para a calibração dos radares; e
- iv. necessidade de ampliar a estrutura computacional para aplicação e operacionalização de novas metodologias.

#### **METAS (PERÍODO 2018-2019):**

- a. Construção do banco de dados de informações sobre inundações bruscas e enxurradas para municípios piloto;
- b. Aquisição e organização do conjunto de dados de radares meteorológicos, descargas atmosféricas, pluviômetros e de informações das bacias a serem estudadas;
- c. Calibrar e avaliar modelos hidrológicos empíricos em bacias altamente ocupadas;
- d. Desenvolver ferramentas para extrapolação de informações de radar

e descargas atmosféricas;

- e. Implementação operacional de sistema de modelagem com ciclo de assimilação rápida de informações de radares;
- f. Desenvolver metodologias de calibração de radar em tempo real;
- g. Desenvolver metodologias de nowcasting integrando as diversas fontes de informações meteorológicas;
- h. Implantar sistema de alerta e monitoramento no ambiente operacional
- i. Avaliar o impacto do sistema implementado na acurácia dos alertas;

**EQUIPE:** Diego Souza (a-b-e-g), Carlos Frederico Angelis (a-b-d-g-f-h), Giovani Dolif (a-b-f-g), Marcio Moraes (a-b-c-h), Glauston Lima (a-b-c-f-h), Luis Bacelar (a-b-c-g), Andreia Bender (a-b-e-g), Gisele Zepka (a-b-d-g), Caroline Mourão (a-b-e-g), João Lino (a-b-c-g), Felipe Soares (a-b-d-i), Marilei Foss (a-b-e-i), Kelen Andrade (a-b-f-g-i), Mariana Pallotta (a-b-f-i), Eliana Vale (a-b-f-g), Saulo Costa (a-b-e-g), Marina Tanaka (a-b-f-g), Tiago Bernardes (a-b-i), Elisa Santos (a-b-i), Andrezza Ferreira, Bolsistas (a-b-d-g-f-h).

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas	2018				2019			
	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri
i.								
ii.								
iii.								
iv.								
v.								
vi.								
vii.								
viii.								
ix.								

**PROJETO 3**

***Desenvolvimento de aplicações de modelagem de hidráulica fluvial para mapeamento de ameaça de inundação***

**COORDENADORES:** Conrado Rudorff e Alex Ovando

**JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

O mapeamento da ameaça de inundação combinado à análise de impacto socioeconômico produz a quantificação do risco, que é a informação necessária para tomada de decisão em gestão de risco de cheias e ações de resposta a eventos extremos. Um sistema de alerta de inundação é um componente importante na gestão de risco de desastres naturais.

A comunicação antecipada de informações sobre a intensidade e probabilidade de ocorrência de um evento extremo, a extensão da ameaça e os seus impactos esperados possibilita ações eficazes para prevenção de perdas de vidas e bens materiais. Tais informações podem ser derivadas de um sistema de alerta avançado com aplicação de uma cascata de modelos hidrometeorológicos e socioeconômicos acoplados para realização de simulações em tempo real.

Neste sistema, os modelos de hidráulica fluvial são ferramentas eficazes para previsão de nível de água e área de inundação que compõe sistemas de alerta avançados. Porém a aplicação de modelagem de hidráulica fluvial em sistemas de alerta de inundação é em grande parte ainda incipiente no Brasil.

O objetivo principal desse trabalho é desenvolver sistemas de alerta de inundação em várzeas situadas em bacias de mesoescala no Brasil. Pretende-se melhorar a capacidade de modelagem e análise de inundações em várzeas tropicais e subtropicais considerando a interação de ações antrópicas.

Modelos hidrológicos podem oferecer previsões de vazão a partir da chuva prevista por modelos meteorológicos. Modelos hidráulicos podem usar essas previsões para gerar previsões do extravasamento de rios, evolução espaço-temporal da extensão do alagamento e velocidade do escoamento superficial em trechos de rios com planícies de inundação ocupadas pela população.

Tais resultados combinados à análise de impacto socioeconômico podem oferecer informação para melhorar a eficácia dos alertas de risco de inundação emitidos pelo CEMADEN. A modelagem do escoamento de águas através de grandes planícies aluviais é um desafio porque os fluxos respondem a controles hidráulicos dinâmicos regidos por complexa hidrologia, geomorfologia, vegetação e estruturas antrópicas.

Atualmente há diversos modelos disponíveis para simulação de processos de propagação de ondas de cheia em rios e inundação de áreas várzeas que foram desenvolvidos para diferentes aplicações em diferentes escalas.

O sucesso na previsão de inundações depende da escolha adequada do conjunto de modelos a serem acoplados e da disponibilidade de dados a serem assimilados em tempo real. Por fim, a análise de risco de inundação exige a consideração de uma cascata de incertezas através de vários componentes do modelo e, sempre que possível, deve buscar maneiras de quantificar e comunicar as incertezas.

A modelagem de hidráulica fluvial será aplicada para gerar mapeamentos da ameaça de inundação com duas finalidades: gestão de riscos de inundação, onde os mapas serão gerados para vazões de diferentes níveis de probabilidade; e sistema de alerta, sendo a modelagem alimentada por dados de saída das previsões de vazão do modelo hidrológico para prever antecipadamente a evolução da mancha de inundação.

#### **METODOLOGIA:**

A modelagem do escoamento hidrodinâmico da água através das planícies aluviais é o principal foco desse trabalho. Para produzir uma biblioteca de mapas de inundação que represente possíveis eventos extremos de cheia será seguido uma abordagem de simulação de modelos em cascata (Alfieri et al., 2014) que é composta das seguintes etapas:

- a. Ajuste e calibração de modelos hidrológicos distribuídos;
- b. Simulação de uma série temporal de descarga a longo prazo e a determinação de picos de vazão com tempos de retorno selecionados e a cheia de projeto;
- c. Simulações hidráulicas de várzea para produzir mapas de inundação para variações de possíveis picos de vazão; e
- d. Análise de incertezas. A inundação dos trechos de várzea escolhidos será simulada usando o modelo HEC-RAS do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. Será combinada a topografia de terreno derivada do Shuttle Radar Topography Mission à topografia subaquática de seções transversais de canais medidos pela CPRM para gerar um modelo digital de terreno (MDT) e geometria do canal principal.

O modelo hidráulico será calibrado com relação a dados de nível de água e vazão em estações hidrométricas e mapas de manchas de inundação gerados a partir de imagens de radar de abertura sintética (e.g., Sentinel-1).

#### **RESULTADOS ESPERADOS (PRODUTO):**

Serão desenvolvidos os seguintes produtos para dois municípios pilotos (Porto Velho, RO e Blumenau, SC):

- a. Análise de frequência de cheias
- b. Mapeamento da ameaça de inundação para diferentes níveis de probabilidade
- c. Simulação em tempo real para previsão antecipada da evolução do nível de água e mancha de inundação.
- d. Avaliação de desempenho de modelos de larga escala (e.g., GloFAS).

#### **PREMISSAS:**

Para o desenvolvimento deste projeto estão sendo considerados que ainda não se dispõe de dados topográficos de canais fluviais e de modelos digitais de terreno em alta resolução.

Por outro lado, existe a necessidade de capacitar servidores em análise de frequência de cheias, modelagem hidráulica, modelos digitais de terreno, mapeamento de manchas de inundação por sensoriamento remoto e sistemas de simulação em tempo real.

#### **METAS: (PERÍODO 2018-2019):**

- a. Levantar disponibilidade de dados de estações fluviométricas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos com curva chave, datum altimétrico, cota de referência de inundação e níveis de severidade de cheia.
- b. Realizar análise de frequência de cheia em pontos com disponibilidade de climatologia de vazões e simular a inundação para gerar mapas de ameaça de inundação para vazões de diferentes níveis de probabilidade (tempo de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 anos).
- c. Desenvolvimento de MDT e geometria dos canais principais das áreas de estudo.

d. Modelagem de hidráulica fluvial para simulação de inundações em trechos de rios que cortam municípios pilotos com alto risco de inundação para mapeamento de ameaça de inundação.

e. Avaliação de desempenho de modelos de larga escala (e.g., GloFAS).

**EQUIPE:** Graziela Scofield (a), Leandro Casagrande (a), João Lino (b, d), Viviana Munoz (c), Alex Ovando (c, d, e), Samuelson Lopes Cabral (d), Márcia Guedes (b, d)

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas	2018				2019			
	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri
a)		■	■	■				
b)		■	■	■	■			
c)			■	■	■	■		
d)				■	■	■	■	
e)							■	■

**PROJETO 4**

***Quantificação e avaliação dos impactos socioeconômicos e na infraestrutura física devido a eventos hidrológicos***

**COORDENADORES:** Leonardo Santos (pesquisa) e Cláudia Linhares (operação)

**JUSTIFICATIVA:**

O Brasil é signatário do Marco de Sendai, o mais respeitado framework para Redução do Risco de Desastres (RRD) entre 2015 e 2030. Dentre as metas do Marco de Sendai está reduzir substancialmente os danos causados por desastres nos setores de infraestruturas.

Exemplos de infraestruturas incluem redes críticas como transporte, energia, água, gás e telecomunicações. Para estes primeiros quatro anos de projeto será dada especial atenção à infraestrutura de transportes, por ser diretamente afetada por desastres e por, uma vez afetada, dificultar significativamente as iniciativas de resposta e reconstrução.

**RELEVÂNCIA:**

Infraestruturas críticas são essenciais à sociedade moderna. Essas estruturas, de grande interesse público, são susceptíveis a variados tipos de ameaças, com possíveis impactos à vida humana, sociedade e economia em diversas escalas temporais e espaciais.

Uma das metas do CEMADEN é "Reduzir os danos e perdas derivadas do colapso da infraestrutura afetada por desastres".

**METODOLOGIA:**

Sistema de Informação Geográfica (SIG) é o ambiente mais adequado para armazenamento e manipulação de dados geográficos, como áreas de susceptibilidade e localização de infraestruturas do tipo redes.

Serão utilizados SIGs softwares livres e dados matriciais e vetoriais:



- a. produzidos pelo CEMADEN, ex. manchas de inundação, obtidas por modelagem hidráulica e tendo associado período de retorno;
- b. obtidos por parceiros, ex. áreas de susceptibilidade,
- c. além de informações de localização e características técnicas dos diversos trechos do Sistema Nacional de Viação (SNV) e arruamentos urbanos (via projeto livre *OpenStreetMaps*).

Os resultados do Plano Nacional de Adaptação das Rodovias Federais a Desastres Naturais serão analisados. Para estimar a movimentação das pessoas no tempo e espaço serão utilizados dados de Pesquisas Origem-Destino para o caso intraurbano, e Volume Médio Diário para rodovias.

Algoritmos de roteamento, incluindo a interface gratuita do recurso GoogleMaps, permitirão a estimativa da rota mais provável para cada deslocamento intraurbano. A abordagem tradicional para vulnerabilidade em redes é oriunda da Teoria dos Grafos e é baseada em caminhos determinísticos: o menor número de arestas necessárias para ir de um vértice a outro.

Em mobilidade urbana, contudo, cada pessoa pode escolher diferentes caminhos para ir de uma região a outra – não necessariamente o caminho de menor número de ruas, ou menor comprimento total (seja em quilômetros ou em minutos). Processos estocásticos fornecem o ferramental teórico para quantificação de medidas sujeitas a incertezas, com base em conceitos de Física Estatística.

#### **RESULTADOS ESPERADOS:**

- a. Quantificação da exposição dinâmica de pessoas e serviços a processos de inundação
- b. Proposta e avaliação de um índice de vulnerabilidade para sistemas de transporte e mobilidade (inter e intraurbana), incluindo análise de incertezas
- c. Integração para produção de mapas de risco com suas diversas componentes: susceptibilidade, vulnerabilidade, exposição
- d. Publicação de artigos em periódicos nacionais (em português e envolvendo divulgação científica) e internacionais em revista de alto impacto
- e. Registros de softwares e patentes
- f. Formação de recursos humanos na área

#### **METAS:**

- a. Proposta e avaliação de índices de exposição a desastres deflagrados por extremos hidrológicos com impactos em sistemas de transportes, incluindo componente dinâmica.
- b. Proposta e avaliação de um índice de vulnerabilidade estocástica / probabilística para sistemas de transporte
- c. Produção de mapas temáticos para cenários de riscos de desastres deflagrados por extremos hidrológicos com impactos em sistemas de transportes, incluindo manchas de inundação com períodos de retorno

associados.

**d.** Panorama sobre impactos socioeconômicos de alagamentos na cidade de São Paulo e inundações nas rodovias federais

**e.** Panorama sobre potenciais aplicações das metodologias desenvolvidas neste projeto em outros tipos de infraestruturas críticas: energia, telecomunicações, água e gás

**EQUIPE:**

Leonardo Santos – Claudia Linhares – Luciana Londe – Regina Reani – Pedro Camarinha –Tiago Bernardes –Conrado Rudolf –

**PREMISSAS:**

Ressalta-se que esse projeto conta com o apoio de outros grupos de pesquisa externo ao CEMADEN, isto é: (i) do Comitê Temático “Matemática e Redução de Risco de Desastres”, da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional; (ii) dos Programas de Pós-graduação em Computação Aplicada, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e em Computação, da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); (iii) de Pesquisa Operacional, da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); (iv) de Mathematics of Planet Earth, Center for Doctoral Training (MPEC DT), University of Reading, UK.

**EQUIPE/METAS:** LS: metas a, b, d, e; CL: metas a, c, d, e; LL: metas a, b, d, e; RR: metas a, c, d, e; PC: meta c; TB: meta c; CR: meta c; SS: metas d, e.

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas	2018				2019				2020				2021			
	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri
<b>a)</b>	x	x	x	x												
<b>b)</b>							x	x	x	x						
<b>c)</b>					x	x					x	x			x	x
<b>d)</b>													x	x		
<b>e)</b>															x	x

**ÁREA TEMÁTICA 03**

**RISCOS E DESASTRES ASSOCIADOS À SECAS  
(ALERTASECA)**

**JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

A seca é um fenômeno natural e recorrente em algumas regiões do Brasil. Geralmente é representada como uma ameaça natural à medida que ocorre de forma intensiva e extensiva em áreas densamente povoadas, podendo resultar em desastre quando as capacidades locais são insuficientes para evitar danos significativos (materiais e humanos) e perdas (socioeconômica), isto é, os grupos sociais apresentam condições de vulnerabilidade/fragilidade para lidar

com as secas.

No Brasil, a maior recorrência de secas ocorre na região semiárida, devido principalmente à alta variabilidade espacial e temporal das chuvas. Os impactos da seca sobre a população do semiárido, particularmente as que vivem nas zonas rurais, afetam a economia regional através das perdas na agricultura e na pecuária e, por extensão, nos demais setores produtivos. A severidade dos impactos da seca não depende somente do fenômeno climático em si, mas também da exposição e da vulnerabilidade local e da população.

A diversificação das condições climáticas, ambientais e sociais na região corrobora para que os impactos das secas apresentem intensidades diferentes e sejam dispersos numa grande área geográfica.

Nos últimos 6 anos (2012-2017), a região semiárida vem sendo intensamente impactada por um processo prolongado de seca, já definido como o “evento” mais intenso dos últimos 30 anos.

A peculiaridade da extensão, intensidade e duração desse processo de seca na região vai de encontro com os impactos evidenciados ao longo desses anos. Além das limitações edafoclimáticas do semiárido, houve redução das áreas de pastagem natural e aumento nas áreas de pastagens plantadas, bem como estudos apontam crescente avanço no processo de desertificação em algumas sub-regiões do semiárido.

Considerando que a região Amazônica tem sido afetada por três grandes secas nos últimos 15 anos, faz-se necessário avaliar também os impactos sobre a população e meio ambiente desta região, particularmente em sub-regiões vulneráveis onde vivem populações ribeirinhas e em áreas suscetíveis aos incêndios florestais que tem afetado o balanço de carbono regional.

De maneira geral, os impactos associados às secas no Brasil apresentam características distintas em função da região de ocorrência. Dependendo dos aspectos de dimensões socioambientais, uma seca de mesma intensidade (em termos de indicadores meteorológicos), pode causar impactos mais ou menos intensos de acordo com a região.

Os principais mecanismos de um plano de preparação e mitigação dos efeitos da seca são a previsão, o monitoramento e a avaliação dos impactos. Tornam-se, portanto, necessários realizar pesquisas mais detalhadas para avaliar impactos de secas e desenvolver estratégias para apoiar ações de emergência e mitigar os impactos de secas severas que impactam as diferentes regiões do Brasil vulneráveis aos extremos da variabilidade climática.

#### **OBJETIVO GLOBAL:**

Gerar conhecimento científico-tecnológico sobre ameaças, processos e vulnerabilidades associados à seca e seus impactos, visando subsidiar a sociedade e tomadores de decisão.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a. Diagnosticar e quantificar as ameaças, vulnerabilidades e impactos de secas;
- b. Desenvolver metodologias e gerar informações para subsidiar a gestão do risco de secas e seus impactos; e

- c. Gerar informações para subsidiar a gestão do risco de secas.

## **PROJETO 01**

### ***Estudos de impactos de secas extremas e desertificação***

**COORDENADORES:** Ana Paula Cunha, Liana Anderson

**METODOLOGIA:**

- a. Aquisição de dados in situ e remotos (pluviométricos) e de outras variáveis (via sensoriamento remoto) para a caracterização da ameaça nas regiões a serem estudadas;
- b. Identificações de indicadores (físicos) de secas, mais apropriados para o estudo;
- c. Identificações de indicadores (sociais) de secas, mais apropriados para a avaliação dos impactos da seca;
- d. Integração dos indicadores para a geração de relatórios e mapas.

**RESULTADO ESPERADO (PRODUTO):**

- a. Mapas de caracterização da duração e impactos de secas
- b. Mapa de probabilidade de ocorrência de incêndios florestais
- c. Relatórios técnico-científicos

**PREMISSAS:**

Para a quantificação dos impactos econômicos decorrentes de secas, faz-se necessário a interação com pesquisadores da área de economia, bem como é relevante, para o entendimento das vulnerabilidades institucionais e políticas associadas às secas, a colaboração com instituições e pesquisadores da área de ciências políticas.

**METAS (PERÍODO 2018-2019):**

- 1. Quantificar os impactos das secas extremas em diferentes regiões do Brasil.
- 2. Desenvolver sistema de probabilidade de ocorrência de incêndios florestais na Amazônia.

**EQUIPE/METAS:** Ana Paula Cunha-1, Christopher Castro-1-2, Jose Antonio Marengo-1-2, Liana Anderson-2, Luz Adriana Cuartas-1, Pedro Ivo Camarinha-1, Tiago Bernardes-1, Regina Alvalá- 1.

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas 1 e 2	2018				2019 (trimestre)			
	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri
a)	x	x	x	x	x	x	x	x

## **PROJETO 02**

### ***Previsão e Avaliação de Impactos diretos e indiretos de secas***

**COORDENADORES:** Adriana Cuartas, Marcelo Seluchi

**JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

Secas ocorrem em praticamente todos os regimes climáticos, como característica normal e recorrente do clima, incluindo áreas de alta e baixa precipitação; logo, a seca é um fenômeno temporário, em contraste com a aridez, que é uma característica permanente do clima e restrita a baixas áreas de precipitação.

Todas as dimensões da segurança alimentar, hídrica e energética são afetadas por extremos da variabilidade do clima, que por sua vez serão afetadas por mudanças na distribuição, natureza e magnitude de eventos extremos.

O CEMADEN, por demanda do Governo Federal, monitora e prevê os impactos de secas severas para municípios do semiárido do Nordeste Brasileiro, e para bacias hidrográficas afluentes a reservatórios estratégicos de abastecimento de água e geração de energia elétrica.

Pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos para o monitoramento e previsão dos impactos das secas são cruciais para aumentar a resiliência e diminuir a vulnerabilidade e impactos devido às secas extremas nesses setores.

**METODOLOGIA:**

- a. Implementação de modelos (calibração e validação) de modelos numéricos/estatísticos de previsão hidrológica e de colapso de safras e de seca vegetativa;
- b. Aquisição de dados in situ e remotos (pluviométricos) e de outras variáveis para calibração e validação dos modelos;
- c. Aquisição e processamento de previsões meteorológicas na escala sazonal; Integração de informações e resultados dos modelos para a geração de relatórios e mapas.

**RESULTADO ESPERADO (PRODUTO):**

- a. Modelos calibrados e validados de previsão de vazão, de colapso de safras, de seca vegetativa
- b. Mapas e tabelas com indicadores e índices para monitoramento de secas agrícolas e escassez hídrica
- c. Boletins, Notas Técnicas e Relatórios da Situação atual da seca e da situação de escassez hídrica

**PREMISSAS:**

O desenvolvimento deste projeto demanda interação com instituições que detenham dados hidrológicos, agrometeorológicos, agrícolas, relevantes para calibração e validação de diversos modelos.

**METAS (PERÍODO 2018-2019):**

- 1. Desenvolver e implementar modelos para previsão de impactos de secas
- 2. Desenvolver Indicadores e Índices compostos ou híbridos de monitoramento de secas agrícolas e escassez hídrica

**EQUIPE/METAS:** Ana Paula Cunha-1, Christopher Castro-1-2, José Antônio Marengo-1-2, Luis Marcelo Zeri-1-2, Luz Adriana Cuartas-2, Marcelo Seluchi-2, Regina Alvalá-1-2, Tiago Bernardes-1.

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas 1 e 2	2018				2019			
	1tri	2tri	3tri	4tri	1tri	2tri	3tri	4tri
a)	x	x	x	x	x	x	x	x

**ÁREA TEMÁTICA 04**

**CIÊNCIA CIDADÃ NA PREVENÇÃO DE RISCOS E  
DESASTRES  
("CEMADEN NA SOCIEDADE")**

**JUSTIFICATI  
VA E  
RELEVÂNCI  
A:**

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 a 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, um novo paradigma ao qual o próprio Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) se mostrou inicialmente resistente, sobretudo pela crença de que as pessoas entrariam em pânico diante de alertas de risco.

Em vez do "pânico", outras representações e práticas têm ocorrido nessa nova realidade dos sistemas de alerta:

- i.a evacuação de algumas famílias e a não-evacuação de outras diante do

acionamento das sirenes dos sistemas de alerta, como verificado em março de 2013 em Petrópolis/RJ;

- ii. o não-recebimento de alertas por parte de defesas civis municipais, em virtude do não encaminhamento pelo CENAD;
- iii. o desconhecimento dos municípios monitorados pelo CEMADEN a respeito do que é o Centro e quais suas atividades;
- iv. o despreparo municipal em relação a ações de prevenção e monitoramento como, por exemplo, a identificação das cotas de alerta de inundação;
- v. a pesquisa sobre limiares críticos de deslizamento, o desconhecimento sobre o que é o pluviômetro e o que sua medida em milímetros expressa na realidade; e
- vi. a esses aspectos, acrescenta-se a dificuldade nas ações de mobilização social para desenvolver ações de mitigação e preparação.

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.

Em conformidade com os acordos assinados pelo Brasil, com os próprios marcos legais nacionais e com os argumentos acima, os projetos que compõem a área de concentração *Ciência Cidadã na Prevenção de Riscos e Desastres* (“CEMADEN na Sociedade”) propõem que os 958 (até o momento) municípios considerados suscetíveis interajam com os conhecimentos produzidos pelo ICT em suas diversas linhas de pesquisas e contribuam com os seus, para o fortalecimento da Rede Observacional do CEMADEN, rede que também contempla gestores e cientistas cidadãos participativos, no desafio de se construir “sistemas de alerta multiameaças e centrados nas pessoas” (UNISDR, 2005; 2006; 2015; Basher, 2006; Kelman & Glantz, 2014; Marchezini et al., 2017).

A ciência cidadã na prevenção de riscos e desastres se organizará por meio de três projetos interligados e complementares:

1. CEMADEN Educação: rede de escolas e comunidades na prevenção de desastres;
2. Percepções, comunicação e mobilização frente ao risco de desastres;
3. Políticas públicas de gestão de riscos, vulnerabilidade, capacidades e estratégias de resiliência.

#### **OBJETIVO GLOBAL:**

Desenvolvimento de uma política de interação com a sociedade contendo estratégias de educação, comunicação e mobilização para gestão de risco e redução de vulnerabilidades a desastres no contexto de adaptação às mudanças climáticas.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- I. Desenvolver e testar metodologias educativas para o protagonismo da sociedade na prevenção e redução de riscos de desastres, na mitigação e adaptação às mudanças climáticas;
- II. Desenvolver e testar estratégias de mobilização, e engajamento de multiusuários com foco em prevenção, redução de riscos de desastres, e na mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

### ***PROJETO 01***

#### ***Cemaden Educação: rede de escolas e comunidades na prevenção de desastres***

**COORDENADOR:** Victor Marchezini

#### **JUSTIFICATIVA:**

Medidas de educação realizadas diretamente em escolas e comunidades se inserem na fase de gestão de risco de desastres, o *antes*, ou seja, a fase preventiva, contexto em que também se deve propiciar a integração de conhecimentos técnico-científicos com várias políticas públicas (plano diretor, zoneamentos ambientais, legislação, educação ambiental etc.).

A educação também contribui para a fase preparatória dos momentos que antecedem o impacto, por meio dos sistemas de monitoramento e de alertas.

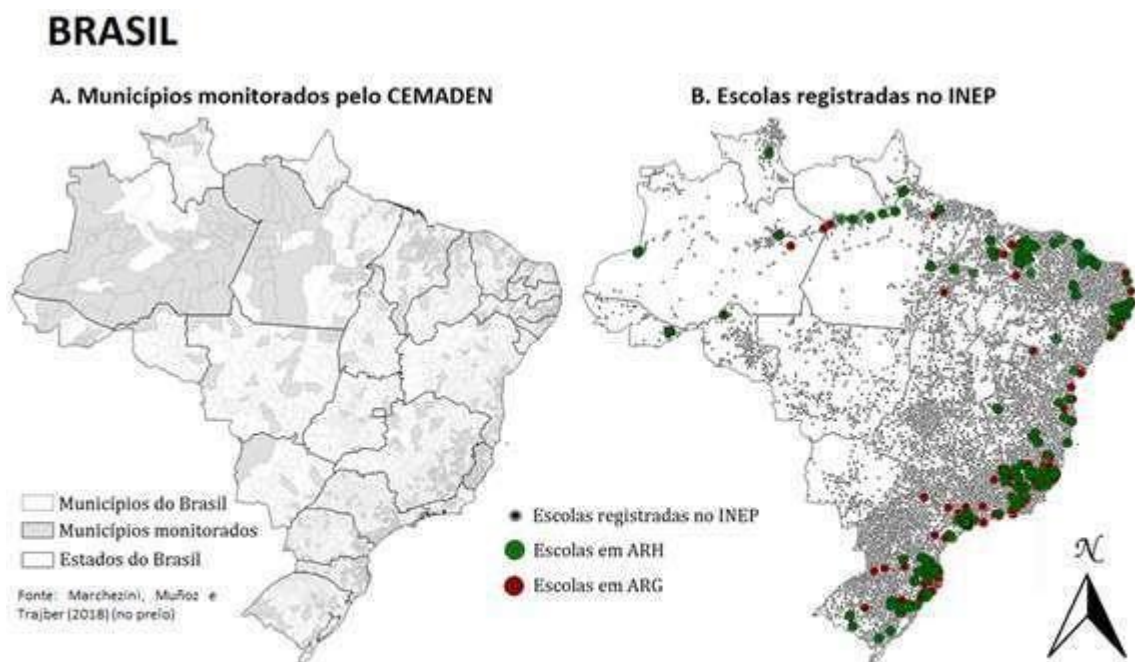


Tudo isso, sem alarme ou medo, que podem causar imobilismo e apatia diante do inevitável, mas proporcionando motivação, conhecimentos, prevenção e, em especial, potência para agir.

O Brasil possui 125.321 registros de escolas de ensino fundamental e médio, sendo que 100.467 deles (80%) são escolas da rede pública.

O Cemaden monitora atualmente 958 municípios, o que representa 17% dos 5.570 existentes no país. Desse conjunto de municípios monitorados, existem ao menos 2443 escolas em área de risco alto e muito alto: 729 escolas em área de risco hidrológico (ARH), sendo 533 públicas e 196 privadas; e 1714 escolas em área de risco geológico (ARG), sendo 1265 públicas e 449 privadas (vide figura a seguir) (Marchezini, Muñoz e Trajber, 2018).

Investir em pesquisa e conhecer o risco nos diversos setores é imprescindível para planejar políticas públicas no tema, evitando pré-juízos acerca de que não existem riscos e/ou de que não se deve investir em ações estruturantes voltadas às pessoas, embora, por outro lado, veicule-se que a missão dos centros de alerta seja voltada a “salvar vidas”.



**Figura: Localização de municípios monitorados pelo Cemaden nos diferentes estados brasileiros (mapa da esquerda) e distribuição das escolas registradas no banco de dados do INEP (mapa da direita); as escolas identificadas em área de risco hidrológico (ARH) e geológico (ARG) são aquelas dos 957 municípios monitorados pelo Cemaden. O número de escolas expostas irá aumentar na medida em que outros municípios passarem a ser monitorados e que o mapeamento de áreas de risco for atualizado.**

O CEMADEN Educação tem como objetivo contribuir para a geração de uma cultura da percepção de riscos de desastres, no amplo contexto da educação ambiental e da construção de sociedades sustentáveis e resilientes.

O projeto é voltado a fortalecer as capacidades locais, criando uma rede observacional dos diversos atores que podem compor o sistema de alerta. Para tanto, o projeto tem como ideia-força a metáfora de que cada escola

participante se torne um “CEMADEN micro-local”, um espaço para realizar pesquisas, monitorar os riscos no ambiente e o clima, compartilhar conhecimentos, entender e emitir alertas de risco de desastres.

Além de fazer a gestão participativa de intervenções para RRD com suas comunidades. Para tanto, utilizam-se tecnologias de informação e comunicação (TICs) em três eixos:

- i. ciência cidadã – realização de pesquisas, coletas de dados locais, análise e disponibilização dos resultados em rede (iniciação científica);
- ii. compartilhamento de informações - por meio de um sistema colaborativo (*crowdsourcing*) entre as escolas participantes via aplicativos e site: <http://educacao.CEMADEN.gov.br>; e,
- iii. Com-Vidação – formação de Comissão de Prevenção de Desastres e Proteção da Vida, envolvendo escola, comunidade, defesa civil entre outros atores sociais para a gestão participativa de riscos e intervenções na comunidade.

Segundo a UNICEF (2012), entre os grupos que apresentam maior vulnerabilidade a desastres, inserem-se crianças e adolescentes. Registros históricos globais indicam que nessa faixa etária se encontra aproximadamente 50% dos atingidos em desastres.

Em particular preocupa a situação das escolas: a gravidade deste problema no setor educativo pode ser ilustrada com numerosos casos de escolas que foram atingidas por fenômenos desse tipo ao redor do mundo. O Brasil não está imune a essa situação.

Em 2004, 1838 escolas foram danificadas e destruídas durante as inundações e deslizamentos registrados em 1200 municípios atingidos. Em 2008, 270 escolas foram inundadas no Vale do Itajaí, Santa Catarina (Banco Mundial, 2012); em 2010, durante as inundações no Estado Alagoas, 115 escolas ficaram danificadas; na tragédia da Região Serrana de Rio de Janeiro (2011), 25 escolas foram atingidas por inundações, deslizamentos e enxurradas (Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro – ALERJ, 2011). Cerca de 100 jovens e crianças faleceram durante essa última catástrofe (Valencio, 2012).

Para além dos números que expressam a quantidade de escolas existentes em áreas de risco e aquelas danificadas ou destruídas em desastres, é importante salientar que faltam pesquisas a respeito de como organizar sistemas de alerta centrados nas pessoas, identificando as necessidades em matéria de redução de vulnerabilidades e reforço de capacidades, considerando a dimensão de gênero, etária, pessoas com deficiência, dentre outros inúmeros aspectos.

Ademais, convive-se no Brasil com o tabu acerca do “pânico em relação aos alertas”, sendo o acesso à informação sobre o tema extremamente limitado (Marchezini et al, 2017). Diferentemente de outros países, os alertas do CEMADEN ainda não são públicos.

## **METODOLOGIA:**

Pesquisa Ação, Ciência Cidadã, Pesquisas com métodos quantitativos e qualitativos, Processos formativos multiusuários.

O uso de metodologias como ciência cidadã e *crowdsourcing* envolve uma

mudança de paradigma da ciência 'tradicional'. Esses métodos democratizam o acesso aos dados, mudam os modos de produção do conhecimento, originados por processos colaborativos, participativos e descentralizados, tornando os dados, as informações, os conhecimentos e também os saberes em "bens comuns".

A pesquisa provoca a reflexão e as TIC permitem a interatividade entre os integrantes da própria escola, os da mesma bacia hidrográfica, e também de outras regiões do país, incentivando a aprendizagem em rede, de forma continuada e permanente.

#### **RESULTADOS ESPERADOS (PRODUTO):**

- a. Programas de formação para comunidades escolares.
- b. Programas de formação para multiusuários (Defesas Civas, gestores públicos; agricultores, profissionais de comunicação, universidades etc).
- c. Produção de materiais pedagógicos para uso paradidático em diferentes mídias.
- d. Site educativo

#### **PREMISSAS:**

O desenvolvimento pleno deste projeto está associado a:

O desenvolvimento pleno deste projeto está associado a:

- i. avanços no conhecimento sobre metodologias interdisciplinares para realização de pesquisas e ações no tema;
- ii. de investimentos para o conhecimento sobre a aplicabilidade das metodologias interdisciplinares em ambientes operacionais, acadêmicos e governamentais;
- iii. ampliar o conhecimento sobre as abordagens sociais e humanas sobre o tema riscos e desastres socioambientais;
- iv. avanços no conhecimento para o desenvolvimento de sistemas de alerta centrados nas pessoas e que abordem as multiameaças, tal como preconizado nos Marcos de Ação de Hyogo (2005-2015) e de Sendai (2015-2030);
- v. articulações entre atores para compatibilização das agendas de redução de risco de desastres e de adaptação às mudanças climáticas; e
- vi. complementação da capacitação dos servidores em Centros especializados.

Ressalta-se que a abrangência territorial (grande número de estados e municípios) e a dispersão geográfica dos municípios críticos (distância e logística) são fatores limitadores ao conhecimento sobre as diferentes realidades brasileiras, e se colocam como um desafio à implementação dos sistemas de alerta nos municípios que apresentam riscos de desastres associados a inundações, movimentos de massa (deslizamentos, terras caídas etc.), secas, incêndios florestais etc.

Destaca-se também a necessidade de aprimoramentos na capacitação de servidores, em especial sobre como atuar de forma intersetorial e interinstitucional, visando estabelecer parcerias estratégicas em diferentes escalas (locais, regionais, nacionais e internacionais). Em complemento, é relevante considerar detalhadamente os cenários de políticas públicas sobre

educação para redução de riscos de desastres, educação ambiental nas dimensões de sustentabilidade, mudanças climáticas e prevenção de desastres.

**METAS:**

- I. Desenvolver metodologia para promoção de sistemas de alerta centrados nas pessoas (conforme Marco de Sendai);
- II. Desenvolver metodologia para trabalhos científicos interdisciplinares em situações de emergência;
- III. Formar 100 atores/ano das comunidades escolares.
- IV. Formar 50 atores multiusuários/ano.
- V. Produzir 02 materiais paradidáticos por ano para multiusuários (01 para comunidades escolares; 01 envolvendo multiusuários - defesas civis, universidades, profissionais de comunicação etc.)
- VI. Manter site educativo atualizado, com 5000 acessos e 20 novos cadastros.
- VII. Envolver 50 escolas e 30 Defesas Civis por ano.
- VIII. Realizar o levantamento de requisitos para desenvolvimento de 02 aplicativos.
- IX. Elaborar 01 publicação científica/ano.

**EQUIPE/METAS:** Victor Marchezini (a, b); Silvia Saito (a, b, d, i, h); Luciana de Resende Londe (a, b, e); Giovanni Dolif (b, e); Maria Cristina Lourenço (d, e, g, h); Rafael Luiz (h); Caroline Mourão (d, e, g); Carla Prieto (d, e, g); Rodolfo Moreda Mendes (b); Márcio Andrade (b); Leonardo Bacelar Lima Santos (b); Liana Anderson (b); Ana Paula Cunha (b, e, h); Conrado Rudorff (b); Bolsistas ((a, c, d, e, f, g, h); Tullius Nery (d, e).

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas	2018		2019		2020		2021	
	1º sem	2º sem	1º sem	2º sem	1º sem	2º sem	1º sem	2º sem
Desenvolver metodologia para promoção de sistemas de alerta centrados nas pessoas (conforme Marco de Sendai)	x	x	x	x	x	x	x	x
Desenvolver metodologia para trabalhos científicos interdisciplinares em situações de emergência	x	x	x	x	x	x	x	x
Formar 100 atores/ano das comunidades escolares	x	x	x	x	x	x	x	x
Formar 50 atores/ano multiusuários	x	x	x	x	x	x	x	x

Produzir 02 materiais paradidáticos por ano para multiusuários (01 para comunidades escolares. 01 envolvendo multiusuários - defesas civis, universidades, profissionais de comunicação etc.)		x		x		x		x
Manter site educativo atualizado, com 5000 acessos e 20 novos cadastros.	x	x	x	x	x	x	x	x
Envolver 50 escolas e 30 Defesas Civis/ano	x	x	x	x	x	x	x	x
Realizar levantamento de requisitos para o desenvolvimento de 2 aplicativos	x	x						
Elaborar 1 publicação científica/ano		x		x		x		x

## PROJETO 02

### *Percepções, comunicação e mobilização frente ao risco de desastres*

**COORDENADORES:** Luciana Londe

#### **JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

É fundamental analisar cientificamente as dimensões sociais dos sistemas de alerta, a fim de identificar as percepções, representações e práticas frente ao risco de desastres, dos diferentes atores que compõem a cadeia do sistema de alerta.

Também é necessário conhecer o capital social dos moradores de áreas de risco de desastres e agentes de defesa civil. Essas ações de pesquisa são fundamentais para o desenvolvimento de produtos que permitiram maior interação entre o CEMADEN e os multiusuários que podem fazer parte de sua rede observacional, permitindo a troca de dados e a geração de novos conhecimentos sobre os cenários de risco de desastres no Brasil.

Atualmente existem no CEMADEN duas ações de envolvimento e mobilização da sociedade<sup>1</sup>. Uma delas é o Aplicativo para o Sistema Android (protótipo), cuja principal função é proporcionar facilidade para o usuário no envio e visualização de dados pluviométricos por voluntários utilizando arquitetura *crowdsourcing* (sistema colaborativo). Este protótipo ainda contempla opções que facilitam a criação e visualização de ocorrências georreferenciadas de inundações, enxurradas, alagamentos e deslizamentos.

O aplicativo utiliza *gamificação* para motivação e engajamento de seus usuários. Ainda nesta fase de expansão é esperado o desenvolvimento de melhorias no aplicativo e a criação de um webservice, responsável por trocar informações com as aplicações *mobile*, provendo uma arquitetura inicial para cruzamento dos dados obtidos com dados observados por vias automáticas.

O sistema colaborativo vai além de levar, organizar e processar o conhecimento científico na sociedade, ele incentiva a produção local e a partilha global dos conhecimentos obtidos. Com isso, espera-se construir uma rede de proteção formada por escolas e comunidades de áreas vulneráveis.

A segunda ação refere-se a mobilizar a sociedade para a RRD, através da Campanha #AprenderParaPrevenir - edições 2016 e 2017 (<http://educacao.cemaden.gov.br/aprenderparaprevenir>) com o tema “Educação em prevenção de risco de desastres socioambientais”. As atividades envolvem parcerias e celebram o Dia Internacional de Redução de Riscos de Desastres, proposto pela UNISDR. Em 2018 o tema previsto da campanha é Água (D+ouD-)=Desastre.

<sup>1</sup>A plataforma web com diversas interfaces e os aplicativos em celulares para a coleta de dados físicos – meteorológicos, hidrológicos - associadas às pesquisas locais, são as principais ferramentas para compartilhar dados locais, e aproximar as diversas comunidades escolares, entre elas e com as instituições ligadas ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, no monitoramento das áreas de riscos de desastres.

A Campanha #AprenderParaPrevenir é destinada às comunidades escolares, por meio das escolas de ensino básico e das Defesas Cívicas que atuam em

escolas. Ainda serão incluídas as Universidades que realizam projetos de extensão em colaboração com comunidades escolares. Esta é uma ação de mobilização para o engajamento das escolas em atividades educativas voltadas à prevenção de riscos e desastres, que também permite mapear percepção e práticas, além de compartilhar experiências.

Entre algumas das ações relevantes, incluem-se:

- i. aperfeiçoamento da linguagem dos alertas e das ações de comunicação do risco;
- ii. conhecer as percepções e representações de risco dos atores que compõem o sistema de alerta, considerando o enfoque de gênero e etário;
- iii. fornecer subsídios para aprimorar as ações de mobilização social e de educação formal e não-formal;
- iv. contribuir para a construção de indicadores qualitativos de vulnerabilidade social e resiliência a desastres, colaborando com o Projeto Vulnerabilidade (Parceria CEMADEN – IBGE).

As áreas de estudo compreendem localidades dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Pernambuco, Bahia, Santa Catarina, Minas Gerais, Acre e Paraná. Para fins de construção da metodologia de pesquisa serão analisados inicialmente municípios do Estado de São Paulo, da Região do Vale do Paraíba e do Grande ABC Paulista (a saber: Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra<sup>2</sup>).

#### **METODOLOGIA:**

Revisão do estado da arte no tema, pesquisa documental em fontes de consulta nacionais e internacionais e pesquisas de campo de base qualitativa, com a realização de estudos de caso nas diferentes regiões do país.

Disponibilização do APP Android aberto para o público voluntário interessado, com comunicação prioritária para comunidades escolares, defesas civis e universidades. Realização anual da Campanha #AprenderParaPrevenir.

#### **RESULTADOS ESPERADOS (PRODUTOS):**

- a. Publicações (artigos, livros, manuais, cartilhas, materiais didáticos, protocolos)
- b. Desenvolvimento de material de apoio em mobilização social.
- c. Oficinas sobre monitoramento participativo das precipitações.
- d. Workshops sobre comunicação de risco.

#### **PREMISSAS:**

O desenvolvimento deste projeto deve considerar a necessidade de ampliar a abordagem de modo a contemplar informações associadas às pesquisas que contemplam dados sociodemográficos (gênero, etário e grau de escolaridade) relacionados à percepção e representação dos riscos no sistema de alerta.

O monitoramento participativo das chuvas em áreas de riscos pode colaborar para a melhor percepção de risco de desastres, bem como faz-se necessário:

- i. manter uma rede de colaboradores engajada em ações de redução do

risco de desastres;

<sup>2</sup>A escolha desses municípios foi motivada dada a sua participação no Projeto Pluviômetros nas Comunidades. Em 2012, tais municípios receberam 26 pluviômetros semiautomáticos que foram instalados próximos às áreas de risco de deslizamentos e inundações.

- i. melhorar estratégias de comunicação de risco entre gestores públicos, comunidades, técnicos e cientistas;
- ii. considerar estudos específicos sobre fluxos de comunicação de risco no Brasil para definição de ajuste de técnicas, protocolos e atores envolvidos em cada etapa; e
- iii. capacitação de servidores em centros internacionais de pesquisas e em instituições governamentais que tratam dos temas percepção, comunicação e mobilização.

#### **METAS:**

- a. Coletar dados qualitativos para aprimorar o conhecimento do CEMADEN a respeito das percepções da sociedade e dos diferentes níveis de governo no que se refere aos sistemas de alerta, com vistas a aperfeiçoar e inovar sua prestação de serviços e políticas públicas no tema;
- b. Promover oficinas para uso de aplicativos de sistema colaborativo *crowdsourcing*;
- c. Publicar 24 notícias nas redes sociais;
- d. Elaborar 10 vídeos da Série de Debates;
- e. Publicar 100 releases;
- f. Organizar e implementar Campanha #AprenderParaPrevenir;
- g. Organizar e acompanhar 20 visitas técnicas no CEMADEN;
- h. Criar Boletim CEMADEN na Sociedade;
- i. Desenvolver Portal para multiusuários;
- j. Produzir 01 publicação científica/ano;
- k. Elaborar oficinas e manual de Procedimentos para a comunicação do conhecimento gerado pelas áreas do CEMADEN (Protocolo de emissão de alertas, Série de Debates, redes sociais, entrevistas);
- l. Desenvolver e implementar 2 aplicativos;
- m. Elaborar 300 boletins de previsão de riscos geo-hidrológicos.

**EQUIPE/METAS:** Luciana de Resende Londe (a, j, k); Silvia Saito (a, j, k); Victor Marchezini (a, b, d); Rodrigo Conceição da Silva (a, b, k); Rodolfo Moreda Mendes (b); Márcio Andrade (b); Maria Cristina Lourenço (k); Tullius Dias Nery (b, k); Regina Reani (k); Rafael Luiz (b, k, l); Elisa Volker (b); Tiago Bernardes (b); Caroline Mourão (k); Carla Prieto (b,k); Ana Paula Cunha (b); Rochane Caram (b, k); Conrado Rudorff (b); Giovanni Dolif (b); Leonardo Bacelar Lima Santos (b, d); Liana Anderson (b, d); Bolsistas (b,c,f,h,i,j)

**CRONOGRAMA DE METAS:**

Metas	2018		2019		2020		2021	
	1sem	2sem	1sem	2sem	1sem	2sem	1sem	2sem
Coletar dados qualitativos para aprimorar o conhecimento do CEMADEN a respeito das percepções da sociedade e dos diferentes níveis de governo no que se refere aos sistemas de alerta, com vistas a aperfeiçoar e inovar sua prestação de serviços e políticas públicas no tema;		X	X	X	X	X	X	X

Metas	2018		2019		2020		2021	
	1sem	2sem	1sem	2sem	1sem	2sem	1sem	2sem
Promover oficinas para uso de aplicativos de sistema colaborativo crowdsourcing			X	X	X	X	X	X
Publicar 24 notícias nas redes sociais/ano	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaborar 10 vídeos da Série de Debates/ano	X	X	X	X	X	X	X	X
Publicar 100 releases/ano	X	X	X	X	X	X	X	X
Organizar e implementar a Campanha #AprenderParaPrevenir	X	X	X	X	X	X	X	X
Organizar e acompanhar 20 visitas técnicas no CEMADEN/ano	X	X	X	X	X	X	X	X
Criar Boletim CEMADEN na Sociedade				X	X			
Desenvolver Portal para multiusuários.	X	X	X	X				
Produzir 01 publicação científica/ano		X		X		X		X
Elaborar oficinas e manual de Procedimentos para a comunicação do conhecimento gerado pelas áreas do CEMADEN (Protocolo de emissão de alertas, Série de Debates, redes sociais, entrevistas)	X	X	X	X	X			
Desenvolver e implementar 2 aplicativos	X	X	X	X	X	X		
Elaborar 300 boletins de previsão de risco geo-hidrológicos	X	X	X	X	X	X	X	X

**PROJETO 03*****Gestão de riscos, vulnerabilidade, capacidades e estratégias de resiliência*****COORDENADORES:** Silvia Saito e Rodrigo Conceição da Silva



## **JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA:**

Para o alcance do alerta tecnicamente com maior precisão e com o tempo de antecipação necessário para que ações de resposta sejam implementadas, é necessária muita pesquisa aplicada e o aperfeiçoamento contínuo.

No entanto, para a realização de sua missão, ao CEMADEN não basta realizar o melhor alerta, com eficiência e eficácia; é preciso também garantir a efetividade desse alerta. Para aferir a efetividade do alerta gerado pelo CEMADEN, o foco no usuário é fundamental, o que nos leva a identificar que, sendo um órgão nacional, esse usuário é múltiplo e está inserido em condições sociais, econômicas, ambientais e de risco bastante diversificadas.

O conhecimento dessa multiplicidade com a qual o CEMADEN trabalha direta ou indiretamente é fundamental para o aprimoramento dos produtos gerados pelo Centro, assim como para o desenho de políticas públicas que contribuam tanto para a redução de riscos e de vulnerabilidades quanto para o aumento de capacidades e de estratégias de resiliência.

Embora a criação do CEMADEN tenha ocorrido em razão da catástrofe de 2011 na Região Serrana do Rio de Janeiro, considerada a maior do País, é preciso conhecer melhor não somente a história dos desastres no Brasil, como também as dinâmicas de construção social do risco no passado, no presente e no futuro, isto é, gerar conhecimento científico para a gestão corretiva e prospectiva do risco, subsidiando políticas públicas no tema — seja através de Planos Nacionais (Plano Nacional de Gestão de Risco e Resposta a Desastres, Planos Plurianuais), seja por meio do maior envolvimento científico (através de editais de pesquisa específicos à área, por exemplo) e social (ações de fortalecimento das capacidades locais de gestão de risco).

Em sua história recente, o CEMADEN tem se deparado com situações críticas relacionadas ao monitoramento de multiameaças (inundações, secas e incêndios recorrentes na Bacia do Rio Acre e Rio Madeira; inundações e deslizamentos na bacia do Rio Itajaí e bacias capixabas; enxurradas e alagamentos nas regiões metropolitanas; deslizamentos e enxurradas em Pernambuco, região metropolitana de Salvador/BA, grande São Paulo, litoral paulista, e Região Serrana do Rio de Janeiro; secas recorrentes na região Nordeste do país e a crise hídrica no sistema Cantareira e em outros sistemas de abastecimento, como na Bacia do Rio São Francisco).

A esse desafio de monitorar ameaças, junto com outras instituições de monitoramento, incluem-se outros, voltados a como monitorar riscos de desastres, considerando não somente as ameaças, mas também sua interação com vulnerabilidades expressas territorialmente, cujo resultado da interação pode gerar desastres, isto é, impactos através da perda de vidas humanas, prejuízos materiais e danos ambientais.

Como unidade de pesquisa do MCTIC, o conhecimento gerado enfrenta o desafio de, ao mesmo tempo, produzir uma ciência multidisciplinar e integrada sobre o risco de desastres, fazer com que essa ciência seja implementada operacionalmente em sua sala de monitoramento, e preste serviços aos governos e à sociedade. Em outras palavras, trata-se do desafio de gerar uma ciência integrada a serviço da sociedade.

Nos últimos anos, essa ciência tem se aperfeiçoado e gerado conhecimento

sobre desastres e riscos de desastres atuais, associados a várias ameaças (deslizamentos, inundações, secas, incêndios florestais, dentre outras). Todavia, vários desafios são colocados à Instituição, no intuito de permitir que ela reflita sobre as lições aprendidas e as demandas que os governos e a sociedade lhe colocam, sobretudo em um contexto de mudanças ambientais globais, aumento exponencial da vulnerabilidade e advento massivo de tecnologias de informação e comunicação.

Dentre esses desafios estão criar sistemas de alerta multiameaças e centrados nas pessoas (conforme Marco de Ação de Hyogo e Sendai), além de gerar conhecimento científico que subsidie políticas públicas de gestão de riscos, sejam elas estruturais e/ou não-estruturais, corretivas e/ou prospectivas. Algumas ações estruturais e não-estruturais foram mencionadas no Plano Nacional de Gestão de Risco e Respostas a Desastres (PNGRD, 2012-2015) e também na Lei 12.608/2012, que dispõe sobre a Política de Proteção e Defesa Civil; outras porém são necessárias a fim de contemplarem os vários tipos de ameaças e contextos de criação de risco que estão em curso nas diferentes regiões do país em escalas temporais diversas, que contemplem desde o risco crescente de desastres associados a incêndios na Amazônia brasileira aos possíveis impactos do aumento do nível do mar e das inundações costeiras no litoral brasileiro.

O conhecimento científico pode subsidiar a prospecção desses cenários futuros de construção social do risco — gestão prospectiva — a fim de priorizar investimentos e evitar perdas futuras. Mas também pode gerar conhecimento científico para apoiar ações de gestão corretiva de risco — a redução do risco de desastres através de provimento de moradias em lugares seguros; na preparação para as emergências, como os impactos potenciais a partir da mancha de inundação projetada e que pode atingir uma rodovia, isolando o Acre; durante o desastre, mensurando os impactos no decorrer da inundação ou no período após ela, permitindo conhecer melhor os impactos multisetoriais através de bancos de dados sobre grandes e “pequenos” desastres (i.e. DesInventar), a fim de compreender as dinâmicas de risco intensivo e extensivo.

Há clara necessidade de um órgão federal que produza conhecimento científico sobre as dimensões da gestão de risco, subsidiando políticas públicas no tema, a fim de reduzir perdas econômicas atuais e futuras. Tal produção de conhecimento pode ser apoiada em parcerias com outras instituições de ciência e tecnologia e entidades sem fins lucrativos, assim como recomendado pelo Marco de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016).

Atualmente, o Brasil possui 5.570 municípios, dos quais 958 são oficialmente monitorados e alertados pelo CEMADEN. Entretanto, é preciso identificar e planejar uma série de outras ações que beneficiam um conjunto muito maior de municípios, bacias hidrográficas, regiões e estados. É preciso organizar esses esforços no sentido de planejar ações institucionais estratégicas, no âmbito das pesquisas, das atividades operacionais, articulações interinstitucionais e da difusão científica.

Como unidade de pesquisa com corpo técnico e científico altamente qualificado e multidisciplinar, o CEMADEN necessita assumir sua identidade de instituição federal que gera conhecimento científico aplicado no tema de

gestão de riscos e desastres, para além das atividades que já realizam outras instituições de monitoramento meteorológico e hidrológico, ações de resposta a emergências e reconstrução frente a desastres.

O reconhecimento dessa singularidade é estratégico para que cientistas e gestores da Instituição planejem as ações futuras, reconhecendo que o País necessita de uma instituição federal para gerar conhecimento científico e organizar o sistema nacional de alerta de risco de desastres, frente à criação de centros estaduais e municipais de monitoramento e alerta, às duplicidades e inconsistências nos diferentes alertas enviados à sociedade (Marchezini et al, 2017).

Por outro lado, embora o conhecimento científico gerado já subsidie diversas políticas públicas federais para lidar com situações de crise — sendo as reuniões técnicas com diversos ministérios sobre as crises de abastecimento de água um desses exemplos — é necessário não somente reconhecer internamente essa diversidade de esforços empreendidos, como também planejar a sua expansão para antecipar os riscos futuros em diversas escalas espaço-temporais, o que cientificamente se denomina como gestão prospectiva do risco.

Gerar conhecimento e inovações no âmbito do mapeamento e da modelagem integrados do risco é um produto promissor na dimensão científica e no subsídio às políticas públicas no tema, tais como vislumbrados nas recentes publicações do CEMADEN e dos projetos em desenvolvimento (parceria CEMADEN-IBGE, DesInventar, CEMADEN Educação, Workshops BRAHVE, Seminário Nacional de Avaliação de Alertas - SNAAC; I Seminário Catarinense de Avaliação de Alertas do CEMADEN; visitas técnico-científicas ao Joint Research Centre e a implementação do sistema de previsão de cheias na Bacia do Rio Madeira).

#### **METODOLOGIA:**

- a. Revisão do estado da arte;
- b. pesquisa documental em fontes de informação internacionais e nacionais;
- c. metodologias de pesquisa-ação através de oficinas e workshops participativos;
- d. grupos focais para consultas e diagnósticos;
- e. pesquisas de campo para coleta de dados quantitativos e qualitativos;
- f. reuniões por videoconferência; estabelecimento de parcerias estratégicas com instituições governamentais nas três esferas, não-governamentais (ONGs, movimentos sociais, igrejas) e Universidades.

#### **RESULTADOS ESPERADOS (PRODUTOS):**

- a. Produção de banco de dados (DesInventar, CEMADEN/IBGE; APPs *crowdsourcing*) de amplo acesso.
- b. Eventos técnico-científicos (realização do BRAHVE e SNAAC, e participação em outros eventos).
- c. Publicações (artigos, livros, manuais, cartilhas, materiais didáticos,

protocolos).

- d. Planos e programas de cooperação.
- e. Proposta interna para PPA 2020-2023.
- f. Metodologia para criação de câmaras temáticas no tema.
- g. Programas de formação para multiusuários.

#### **PREMISSAS:**

O desenvolvimento pleno do projeto considera a relevância em:

- i. aprimorar a percepção dos gestores públicos sobre a necessidade de implementação de gestão integral de riscos;
- ii. contemplar metodologia para integração de abordagens socioeconômicas e ambientais para a redução do risco de desastres;
- iii. incorporar formas de gestão corretiva e prospectiva do risco por parte de cientistas, gestores e sociedade civil;
- iv. conhecer as dinâmicas associadas aos riscos extensivos e intensivos por parte de cientistas, gestores e sociedade civil;
- v. levantar dados sobre os impactos, perdas e prejuízos decorrentes de “pequenos” e grandes desastres;
- vi. propor metodologias de mapeamento e modelagem integrados dos riscos e desastres;
- vii. cientistas e sociedade civil conhecer mais detalhadamente os instrumentos de planejamento das políticas públicas materializadas através de planos (PPA) e programas (Programa 2040; Capes Pró-Alertas); e
- viii. levantar as necessidades dos multiusuários dos sistemas de monitoramento e alerta.

#### **METAS:**

1. Incorporar ao Salvar os dados da BATER (Base Territorial Estatística de Áreas de Risco) para todos os municípios monitorados.
2. Mapear as escolas em áreas de risco nos 958 municípios monitorados.
3. Integrar dados de ameaça e vulnerabilidade para quantificação do risco de inundações.
4. Organizar banco de dados multifontes, que poderá ser disponibilizado no Mapa Interativo.
5. Formalizar 03 parcerias estratégicas para a articulação de políticas públicas em gestão de riscos de desastres.
6. Organizar e/ou apoiar a organização de 04 eventos técnico-científicos.
7. Gerar 01 publicação científica/ano.
8. Subsidiar editais no campo de pesquisas de riscos em desastres.
9. Desenvolver metodologia científica para incorporação da gestão de riscos e desastres como tema transversal, como preconizado pela Lei



Organizar 02 Oficinas Estratégicas participativas para subsidiar a proposta do CEMADEN no PPA 2020-2023		x	x					
---	--	---	---	--	--	--	--	--

Metas	2018		2019		2020		2021	
	1sem	2sem	1sem	2sem	1sem	2sem	1sem	2sem
Mapear alianças estratégicas para o desenvolvimento de projetos entre empresas, instituições de ciência e tecnologia e entidades sem fins lucrativos para a geração de serviços, produtos e processos relevantes no âmbito de monitoramento e alerta de risco de desastres			x	x	x			