

**RELATÓRIO DE GESTÃO 2019**

**CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE  
DESASTRES NATURAIS - CEMADEN,**



## **ÍNDICE**

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. PLANO DIRETOR**
  - 2.1 CEMADEN: MISSÃO E VISÃO**
  - 2.2 MISSÃO**
  - 2.3 VISÃO**
  - 2.4 O MAPA ESTRATÉGICO DO CEMADEN**
  - 2.5 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS**
- 3. RESULTADOS OPERACIONAIS**
  - 3.1 SALA DE OPERAÇÃO**
  - 3.2 PROTOCOLO DA SALA DE OPERAÇÃO**
  - 3.3 ANUÁRIO**
  - 3.4 ATIVIDADES DE SUPORTE A DECISÕES DE ÓRGÃOS DE GOVERNO**
- 4. ATIVIDADES DE P&D**
  - 4.1 PLANO INTEGRADO DE PESQUISAS E OPERAÇÃO – PIPO**
  - 4.2 PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA**
    - 4.2.1 ARTIGOS CIENTÍFICOS**
    - 4.2.2 CAPÍTULOS DE LIVROS**
  - 4.3 SÉRIE DE DEBATES – SEMINÁRIOS “Ciência, Riscos e Desastres”**
  - 4.4 PLANO DE CAPACITAÇÃO INSTITUCIONAL**
  - 4.5 PROGRAMA DTI/EXP**
  - 4.6 PIBIC**
- 5. PROGRAMA CEMADEN EDUCAÇÃO: REDE DE ESCOLAS E COMUNIDADES NA PREVENÇÃO DE DESASTRES**
- 6. REDE OBSERVACIONAL E ENGENHARIA**
- 7. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SUPORTE DE REDE**
- 8. RELAÇÕES INSTITUCIONAIS - VISITAS E ATIVIDADES DE POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA DE ALERTA E MONITORAMENTO DE DESASTRES NATURAIS, CAPACITAÇÃO EXTERNA DE RECURSOS HUMANOS E INTERCÂMBIO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS**
- 9. ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS**
  - 9.1 CONTRATOS E SERVIÇOS**
  - 9.2 ESTRUTURA FÍSICA - AMPLIAÇÃO**
  - 9.3 DOAÇÃO DE TERRENO**
  - 9.4 EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA**

## 1. INTRODUÇÃO

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, criado em julho de 2011 pelo Decreto Presidencial nº 7.513, tem como missão realizar o monitoramento das ameaças naturais em áreas de riscos em municípios brasileiros suscetíveis à ocorrência de desastres naturais e a emissão de alertas, além de realizar pesquisas e inovações tecnológicas que possam contribuir para a melhoria de seu sistema de alerta antecipado, com o objetivo final de contribuir para a redução do número de vítimas fatais e prejuízos materiais em todo o país. Atualmente o CEMADEN opera 24 horas por dia, sem interrupção, monitorando, em todo o território nacional, as áreas de risco de 958 municípios classificados como vulneráveis a desastres naturais. Entre outras competências, envia os alertas de desastres naturais ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), auxiliando o Sistema Nacional de Defesa Civil.

Ressalta-se ainda que o CEMADEN, por demanda do Governo Federal, expandiu sua atuação para monitorar geograficamente e por tipologia de desastres. Assim sendo, monitora e prevê os impactos de secas severas para municípios do semiárido do Nordeste Brasileiro e, desde 2014, também para municípios/bacias hidrográficas impactadas por intensas secas.

Em **2019**, o MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC) e o CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN) assinaram um TERMO DE COMPROMISSO DE GESTÃO - TCG, com vistas a estabelecer, formalmente, metas de desempenho a serem alcançadas em 2019.

Este Termo de Compromisso de Gestão (TCG) teve por objeto o ajuste de condições específicas no relacionamento entre o MCTIC, por intermédio de sua **Subsecretaria das Unidades Vinculadas** e o CEMADEN, de modo a assegurar ao Centro a excelência científica e tecnológica em sua área de atuação.

Os objetivos a serem alcançados com a execução deste TCG foram discriminados como:

1. Proporcionar maior autonomia de gestão ao CEMADEN, simplificando o processo de tomada de decisões e de avaliação de resultados;

2. Atingir metas e resultados, fixados de comum acordo pelas partes convenientes, para cada exercício, aferidos por meio de indicadores específicos e quantificados;
3. Fornecer às Coordenações e Divisões do CEMADEN orientação básica e apoio para execução das suas atividades prioritárias; e
4. Consolidar o papel do CEMADEN como Instituição de excelência no Brasil em C&T& I para Desastres Naturais.

Este relatório descreve as atividades do CEMADEN, ao longo de 2019, com as quais o Centro buscou a execução dos compromissos assumidos perante o MCTIC.

## **2. PLANO DIRETOR**

Em 2019 o CEMADEN aprovou e publicou o seu Plano Diretor. O Plano está em anexo a este relatório. Contudo, nesta seção, descrevemos tópicos relevantes deste Plano.

O Plano Diretor do Cemaden é um instrumento de planejamento de longo prazo que define diretrizes estratégicas para a atuação da instituição. Nele estão apresentados os objetivos estratégicos e de contribuição com a finalidade de que os compromissos fundamentais do órgão estejam alinhados com as políticas públicas estabelecidas pelo governo federal do Brasil.

O processo de planejamento estratégico iniciou-se formalmente em 27 de junho de 2017, através da Portaria Cemaden nº. 3470, que instituiu o Grupo de Trabalho responsável pela elaboração do Plano Diretor do Cemaden, composto por 14 servidores. O prazo inicial para a entrega do documento estava previsto para o final de 2017. Em virtude da complexidade dos trabalhos e do envolvimento de uma quantidade expressiva de atores no processo, a composição do grupo de trabalho foi se alterando ao longo do tempo e o prazo para a conclusão foi estendido para o segundo semestre de 2018. Finalmente, a Portaria nº 11/2018/SEI-CEMADEN estabeleceu a composição e o prazo final para sua conclusão.

A metodologia de referência adotada pelo grupo de trabalho foi baseada inicialmente no *Planejamento Estratégico para as Unidades do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2005)*. Assim, a estruturação dos trabalhos para elaboração do plano diretor foi definida considerando as três etapas básicas do processo: *Diagnóstico, Planejamento e Gestão Estratégica*. Adicionalmente, buscou-se combinar a metodologia escolhida

inicialmente com a metodologia *Balanced Scorecard* (BSC), desenvolvida por Robert Kaplan e David Norton, da Universidade de Harvard (1992), amplamente utilizada pelas organizações públicas no Brasil.

## **2.1 CEMADEN: MISSÃO E VISÃO**

Segundo as Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR, 2017), a definição de desastres pode ser entendida como uma séria perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade em qualquer escala devido a eventos perigosos interagindo com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a um ou mais dos seguintes aspectos: perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais. No contexto do Cemaden, o risco de desastres naturais e socioambientais monitorados são os processos de movimentos de massa (deslizamentos planares, deslizamentos rotacionais e fluxo de detritos), eventos hidrológicos (enxurradas e inundações) e secas, os quais são diretamente relacionados à variabilidade climática e seus extremos, ocasionando impactos diretos ou indiretos à população e meio ambiente.

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 e, abaixo, são apresentadas

### **2.2 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.*

### **2.3 VISÃO**

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

## 2.4 O MAPA ESTRATÉGICO DO CEMADEN

O mapa estratégico procura descrever a lógica da estratégia, mostrando com clareza o conjunto de processos críticos que criam valor, assim como os ativos intangíveis necessários para lhe dar suporte.

O mapa estratégico apresentado no plano é produto da evolução do modelo simples das quatro perspectivas do *Balanced Scorecard* (BSC): (1) Referencial Estratégico; (2) Perspectiva de Resultados; (3) Perspectiva de Processos Internos; e (4) Perspectiva de Pessoas e Infraestrutura. É uma representação gráfica para a definição de criação de valor do Cemaden para a sua missão institucional e busca fornecer às pessoas uma linguagem gráfica simples para a discussão da trajetória e das prioridades da instituição.

O Mapa Estratégico do Cemaden foi construído com base nos Objetivos Estratégicos e Objetivos de Contribuição definidos, em detalhes, no Capítulo 3 deste Plano Diretor

Em resumo, o mapa estratégico, ajustado à realidade do Cemaden, busca descrever como os ativos tangíveis e intangíveis impulsionam melhorias para o desempenho do Centro, considerando seus processos internos mais relevantes que exercem o máximo de alavancagem no compromisso de agregar valor aos *stakeholders* da instituição.



## 2.5 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Os Objetivos Estratégicos são as direções que devem ser foco da organização para o cumprimento da missão e o alcance da visão. Estão representados na figura abaixo.



### 3. RESULTADOS OPERACIONAIS

#### 3.1 SALA DE OPERAÇÃO – ALERTAS ENVIADOS

Para cumprir a sua principal missão, o CEMADEN realiza, em regime de trabalho 24 horas por dia, 7 dias da semana, em âmbito nacional, o monitoramento contínuo de condições hidrometeorológicas e de parâmetros ambientais, com o objetivo de identificar situações de risco iminente de ocorrência de desastres naturais, decorrentes de excesso de água (deslizamentos em encostas, desmoronamentos, inundações, enxurradas), para os municípios com áreas de risco de desastres mapeadas. Atualmente, o Centro monitora 958 municípios, sendo 31 no Centro-Oeste, 333 no Nordeste, 117 no Norte, 323 no Sudeste e 154 no Sul, classificados como "prioritários" por incluir áreas vulneráveis a desastres

naturais e apresentar histórico de ocorrências de desastres. Caso seja necessário, os alertas de risco de desastres são enviados para o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) do Ministério de Integração Nacional, que os retransmite para os órgãos estaduais e municipais de Defesa Civil, adotando para tal o disposto no Protocolo de Ação Integrada entre o CEMADEN e o CENAD, em conformidade com o estabelecido nas Portarias Nº 314, de 17/10/2012 (DOU Nº 203, 19/10/2012, Seção 1, págs. 26-27) e Nº 149, de 18/12/2013 (DOU Nº 249, 24/12/2013, Seção 1, pág. 60).

Especificamente em 2019, foram enviados 2192 alertas, sendo 1111 (ou 50,7%) para risco hidrológico e 1081 (ou 49,3%) para risco de movimentos de massa. Com relação ao nível do risco, contabilizaram-se 1954 (ou 89,1%) alertas de nível "moderado"; 207 (ou 9,4%) alertas de nível "alto"; e 31 (ou 1,5%) alertas de nível "muito alto".

Dentre os alertas enviados para risco hidrológico, 1037 indicavam nível "moderado", 70 nível "alto", e 4 nível "muito alto". Considerando o conjunto de alertas para risco de movimentos de massa, 917 indicavam nível "moderado", 137 nível "alto", e 27 nível "muito alto".

Em termos regionais, predominaram os alertas enviados para a Região Sudeste (1189, ou 54%), seguida pelas Regiões Nordeste (478, ou 22%), Sul (357, ou 16%), Norte (149, ou 7%) e Centro-Oeste (19, ou 1%), em relação ao total de alertas enviados para municípios monitorados em todo o país.

Considerando os processos alertados, nas Regiões Sudeste, Norte e Centro-Oeste observou-se um percentual maior de alertas de risco hidrológico (56%, 58%, e 89%, respectivamente) em comparação aos alertas de risco de movimentos de massa (44%, 42%, e 11%, respectivamente). Tal situação se diferiu nas Regiões Nordeste e Sul, onde os alertas para movimentos de massa compuseram um percentual maior (58% e 61%, respectivamente) em relação aos alertas de risco hidrológico (42% e 39%, respectivamente).

No período analisado foram registradas 700 ocorrências em municípios monitorados, sendo 428 (ou 61,2%) relacionadas aos processos hidrológicos (tais como inundações e enxurradas), e 272 (ou 38,8%) relacionadas aos processos de movimentação de massa (tais como deslizamentos de terra e quedas de bloco). Assim, em consonância com a distribuição regional de envio de alertas, destacaram-se as ocorrências na Região Sudeste, com um total de 311 registros (ou 44%, em relação ao total). Para

as demais regiões o número de ocorrências correspondeu a: 152 (ou 22%) no Nordeste; 132 (ou 19%) no Sul; 101 (ou 14%) no Norte; e 4 (ou 1%) no Centro-Oeste.

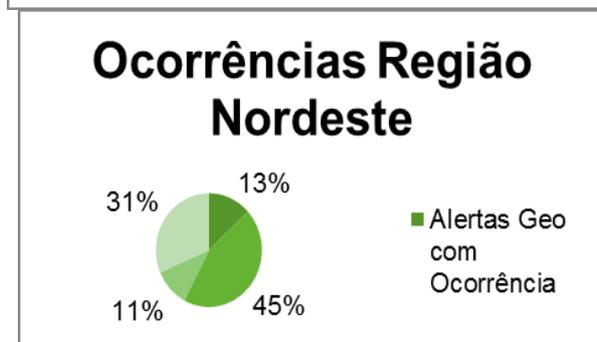
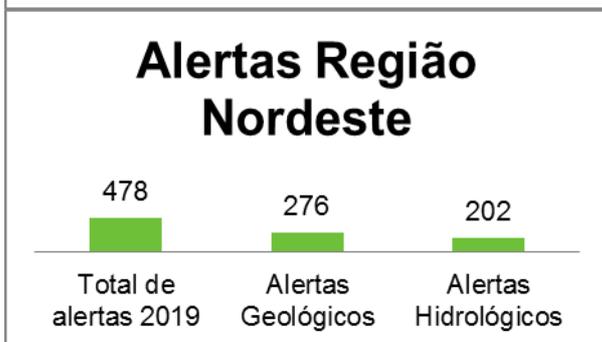
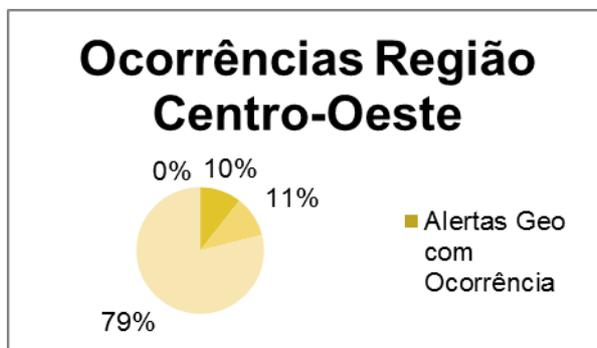
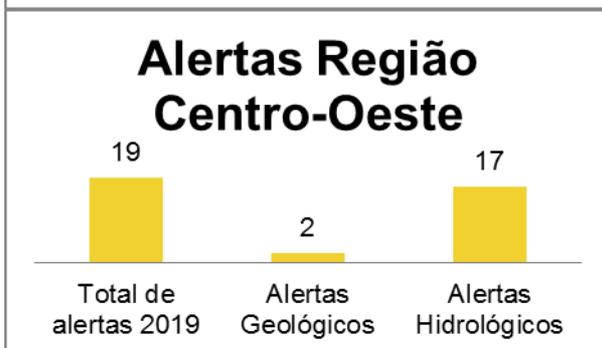
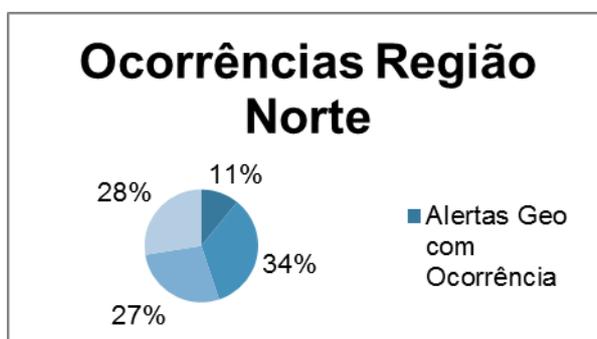
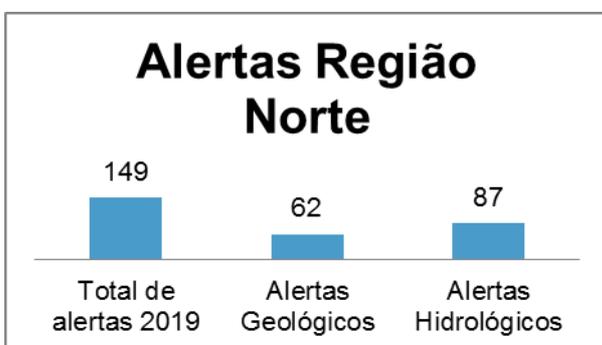
Além da emissão, quando necessário, de alertas de riscos de desastres naturais para a Defesa Civil Nacional, são publicados diariamente na página do CEMADEN os “Boletins de Previsão de Risco Geo-Hidrológico”, nos quais são destacadas as mesorregiões do país com possibilidade de ocorrência de desastres naturais no dia subsequente à sua publicação. Esse boletim tem como objetivo fundamental antecipar às Defesas Cíveis Estaduais e Municipais a provável ocorrência de desastres de origem hidrometeorológica, com a finalidade de permitir um melhor planejamento das eventuais tarefas de prevenção, preparação e, eventualmente, resposta.

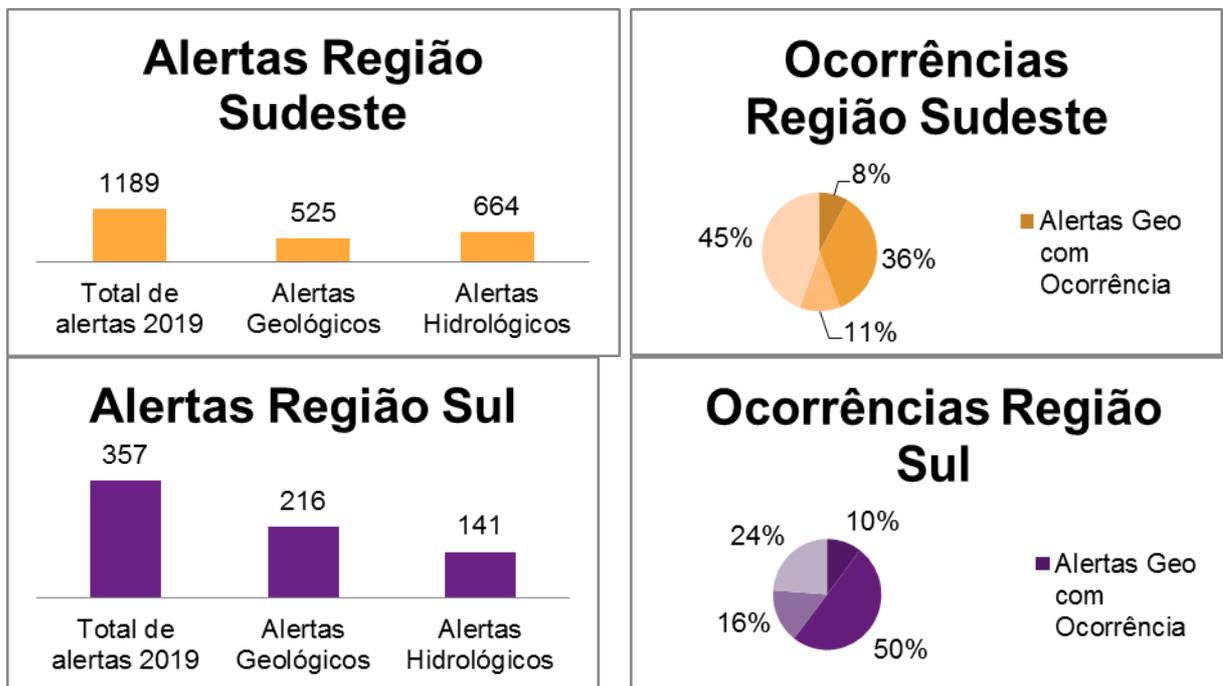
### **Estatística dos Alertas 2019 por região**

<b>REGIÃO</b>	Total de alertas 2019	Alertas Geológicos	Alertas Hidrológicos
<b>REGIÃO NORTE</b>	149	62	87
<b>REGIÃO NORDESTE</b>	478	276	202
<b>REGIÃO CENTRO-OESTE</b>	19	2	17
<b>REGIÃO SUDESTE</b>	1189	525	664
<b>REGIÃO SUL</b>	357	216	141
<b>Total de Alertas 2019</b>	<b>2192</b>		

<b>REGIÃO</b>	Alertas Geo <b>com</b> Ocorrência	Alertas Geo <b>sem</b> Ocorrência	Alertas Hidro <b>com</b> Ocorrência	Alertas Hidro <b>sem</b> Ocorrência
<b>REGIÃO NORTE</b>	15	47	38	38
<b>REGIÃO NORDESTE</b>	63	213	52	150
<b>REGIÃO</b>	<b>com</b>	<b>sem</b>	<b>com</b>	<b>sem</b>

<b>CENTRO-OESTE</b>	Ocorrência			
	0	2	2	15
<b>REGIÃO SUDESTE</b>	Alertas Geo <b>com</b> Ocorrência	Alertas Geo <b>sem</b> Ocorrência	Alertas Hidro <b>com</b> Ocorrência	Alertas Hidro <b>sem</b> Ocorrência
	97	428	134	530
<b>REGIÃO SUL</b>	Alertas Geo <b>com</b> Ocorrência	Alertas Geo <b>sem</b> Ocorrência	Alertas Hidro <b>com</b> Ocorrência	Alertas Hidro <b>sem</b> Ocorrência
	37	179	56	85





### 3.2 PROTOCOLO DA SALA DE OPERAÇÃO

Em 2019 foi elaborado e implementado o Protocolo Operacional que visa uniformizar as atividades da rotina dos tecnologistas da sala de operação e também os procedimentos para o monitoramento e envio de alertas. O trabalho tem por objetivo dar suporte à tomada de decisão para os profissionais que trabalham na sala de operação, e também para aqueles que futuramente sejam contratados para tal função.

Este protocolo busca um adequado nível de integração dos profissionais dentro das quatro áreas de conhecimento que compõe a operação (Meteorologia, Geologia, Hidrologia e Desastres Naturais) pois é necessário que, além da formação básica, cada profissional necessita de treinamento em todas as áreas com o objetivo de entender melhor a dinâmica de atuação da operação uma vez que o alerta é o resultado da integração destes conhecimentos. Para isto, fica sugerido neste documento, que em momento adequado, seja organizado um treinamento.

Outra função deste manual é permitir que dentro dos limites de aplicação descritos nos procedimentos, seja possível que um grupo reduzido de profissionais, com treinamento em todas as áreas, possa garantir o funcionamento da sala de operação sem diminuir o padrão do monitoramento e envio de alertas.

O Protocolo está em anexo a este relatório

### 3.3 ANUÁRIO

Em 2019 foi lançado O Anuário da Sala de Situação do Cemaden. Este documento tem a finalidade de consolidar as informações de monitoramento e alerta da Sala de Situação do Cemaden, bem como dos eventos e ocorrências registrados durante um ciclo anual. O primeiro Anuário analisa e compara a relação Alertas versus Ocorrências para o ano de 2017 nos 958 municípios brasileiros monitorados pelo Centro.

Este documento foi dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo é dedicado à apresentação do Cemaden, de sua origem e de sua estrutura. No capítulo 2 são descritos os métodos e conceitos vinculados ao monitoramento e à emissão de alertas pelo Cemaden, assim como, ao registro de ocorrências dos processos geo-hidrológicos monitorados. O capítulo 3 sintetiza os alertas enviados pelo Cemaden no ano de 2017 e as condições meteorológicas associadas, enquanto o capítulo 4 analisa os eventos com registro de ocorrências nos municípios monitorados. O capítulo 5 trata da relação entre os alertas e os eventos com ocorrências registradas, e, finalmente, o último capítulo reúne as principais conclusões e considerações finais.

O Anuário está em Anexo a este Relatório.

### 3.4 ATIVIDADES DE SUPORTE A DECISÕES DE ÓRGÃOS DE GOVERNO

#### **Atividade 1: Previsão de Risco Geo-Hidrológico**

**Objetivo:** apresentar, diariamente, previsão de riscos geo-hidrológicos com cenário de risco de eventos de inundação e/ou movimentos de massa para todas as regiões do Brasil. Os boletins diários são divulgados na página do CEMADEN.

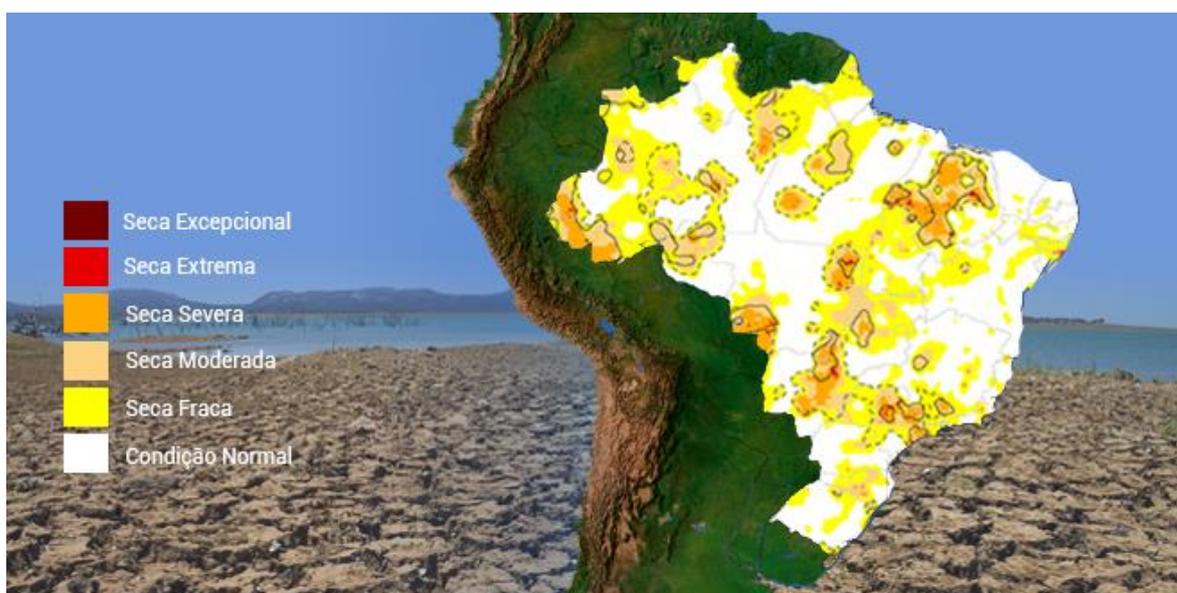
Em 2019 foram produzidos 365 boletins de Risco Geo-Hidrológico.

#### **Atividade 2: Situação Atual da Seca no Brasil e Impactos**

**Objetivo:** Prover informações sobre a situação da seca no Brasil e, particularmente, no semiárido, as quais são disponibilizadas mensalmente. Tais informações subsidiam ações

emergenciais de mitigação dos impactos da seca no âmbito do Ministério da Integração Nacional (Resolução N° 13, de 22 de maio de 2014). Especificamente sobre impactos de secas agrícolas em municípios do Semiárido do Brasil, o CEMADEN provê bases de dados municipais, referentes ao suprimento de água para a vegetação e outros dados hidro meteorológicos para identificação de municípios impactados pela seca, visando atender o estabelecido no Decreto Presidencial N° 8.472, de 22 de junho de 2015, no contexto do Programa Garantia Safra da Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

Em 2019 foram produzidos 12 boletins sobre a Situação da Seca no Brasil e 12 boletins sobre a Seca no Semiárido e Impactos .



### **Atividade 3: Situação Atual e Previsão Hidrológica de Sistemas de Abastecimento de Água e Geração de Energia Elétrica**

**Objetivo:** Monitorar, prever e gerar cenários de vazões afluentes aos reservatórios de sistemas de abastecimento de água e geração de energia elétrica em condições de escassez hídrica. As previsões e projeções hidrometeorológicas são relevantes como mecanismos de alerta antecipado de riscos de déficit hídrico e subsidam o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

Em 2019 foram produzidos 12 boletins sobre a Situação e Previsão Hidrológica de Sistemas de Abastecimento de Água e Geração de Energia Elétrica.



#### **Atividade 4: Previsão Estendida para o Setor Hidrelétrico**

**Objetivo:** Elaborar e apresentar semanalmente, ou quando requerido pelo Setor Hidrelétrico, previsões de precipitação para prazos estendidos (desde uma semana a três meses) para as principais bacias geradoras de energia hidrelétrica do país, assim como previsões de temperatura nos principais centros de consumo de energia.

Em 2019 foram produzidos 52 boletins de Previsão Estendida para o Setor Hidrelétrico.

#### **Atividade 5: Previsão de impactos de extremos de tempo e clima**

**Objetivo:** O CEMADEN, mensalmente, realiza reuniões presenciais, e abertas a participação on-line sobre os impactos pretéritos de eventos extremos bem como elabora a projeção do impactos dos eventos extremos previstos para os três meses que seguem a reunião

Em 2019 foram produzidos 12 reuniões e publicados 12 boletins.



#### **Atividade 6: PARCERIAS CEMADEN-IBGE E CEMADEN-ANA**

Em 2019, deu-se continuidade aos trabalhos previstos no âmbito da parceria CEMADEN-IBGE (de 2013 a 2021), cujo foco principal contempla o desenvolvimento de uma base de dados referente à estimativa da população exposta em áreas de risco de deslizamentos, inundações e enxurradas. A metodologia, assim como a base de dados contendo informações detalhadas sobre a caracterização de moradores e de residências em 872 municípios considerados prioritários para monitoramento foram disponibilizados em 2018. Nos 872 municípios avaliados, foram estimadas que 8.270.127 pessoas e 2.471.349 domicílios estavam expostos aos riscos de desastres de origem hidrometeorológica em 2010. Também em 2019 foi divulgado artigo científico em revista indexada internacional (International Journal of Disaster Risk Reduction) apresentando os dados referentes à caracterização da população em risco de desastres no contexto do sistema brasileiro de alerta precoce, bem como disponibilizado a base de dados internacionalmente. Em dezembro de 2019, realizou-se Workshop para tratar da Estimativa de População em Áreas de Riscos de Desastres Naturais no Brasil, evento este organizado pelo CEMADEN em parceria com o IBGE, e com participação de representantes das instituições relacionadas à gestão de riscos de desastres naturais - CENAD, CPRM e ANA. Como um dos encaminhamentos relevantes do workshop, destacou-se a necessidade de aprofundar o intercâmbio de informações, com o objetivo de expandir os esforços para a realização de estudos científicos

que foquem as vulnerabilidades. Esses estudos contribuirão para subsidiar o aprimoramento da gestão de ações de preparação, prevenção, mitigação, resposta e recuperação para a proteção e defesa civil, por meio do fortalecimento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC, incluindo a articulação inter-institucional. Discutiu-se também a atualização da estimativa (considerando dados do Censo 2020), além da articulação entre as instituições presentes, visando a disseminação dos dados gerados e avanços futuros.

No escopo da parceria em curso entre o CEMADEN e a ANA, em razão das demandas e desafios associados à missão de ambas as instituições, o desenvolvimento de pesquisas e ferramentas voltadas para prover subsídios para a gestão de recursos hídricos, em especial para o monitoramento de eventos hidrológicos críticos é crucial. Tais demandas são relevantes para o monitoramento hidrológico, com o objetivo de acompanhar de forma conjunta as tendências hidrológicas, com análise da evolução das chuvas, dos níveis dos reservatórios e dos níveis e vazões dos rios, auxiliando na prevenção e mitigação dos efeitos adversos de inundações e secas, incluindo a geração e compartilhamento de bancos de dados com as diversas instituições parceiras, visando contribuir para a melhoria da sinergia de atuação dos diversos entes estatais envolvidos com o tema: ANA, CEMADEN e salas de situação estaduais. Portanto, no escopo da parceria, em 2019 deu-se continuidade aos desenvolvimentos dos subprojetos específicos, a saber, (1) sistema de Alerta de Risco de Desastre Associado às Secas no Brasil; (2) Simulações do balanço hídrico, modelagem hidrológica e uso de indicadores de sustentabilidade como ferramenta de análise de risco de escassez hídrica; (3) Desenvolvimento científico e tecnológico para o monitoramento e gestão de efeitos adversos de eventos hidrológicos críticos: Evolução do Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar) - Compartilhamento de acesso; (4) Desenvolvimento científico e tecnológico para o monitoramento e gestão de efeitos adversos de eventos hidrológicos críticos: Evolução do Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar) - Integração de novos produtos; (5) Desenvolvimento de ferramentas de mapeamento de ameaça de inundação; (6) Desenvolvimento e aplicações de metodologia para definição de cotas de referência para sistemas de alerta. O desenvolvimento destes subprojetos permitirá que esforços sejam envidados não apenas para desenvolvimento de pesquisa básica, com resultados a ser divulgados em revistas científicas arbitradas da área de desastres naturais, de hidrologia e das ciências ambientais; mas, simultaneamente, que tais pesquisas resultem em produtos

que sejam também relevantes para aplicações nas áreas operacionais da ANA, do CEMADEN e salas de situação estaduais.

#### **Atividade 7: CONTRIBUIÇÕES DO CEMADEN AO PROGRAMA GARANTIA SAFRA**

No âmbito do **Decreto Presidencial N° 8.472, de 22 de junho de 2015**, o CEMADEN/MCTIC, que desde 2012 havia sido demandado a auxiliar o governo federal nas ações de mitigação dos impactos das secas na região semiárida do Brasil, tem a responsabilidade de prover informações para a identificação de municípios impactados por eventos de secas, compilando dados e informações de diferentes fontes com a finalidade de prover base de dados para subsidiar o Programa Garantia Safra na avaliação de perdas na agricultura familiar.

O referido Programa, então vinculado à Secretaria de Agricultura Familiar (SAF/Casa Civil da Presidência da República), em 2019 passou para o Ministério da Agricultura, que organizou três workshops com vistas ao aprimoramento do Programa. Neste contexto, o CEMADEN participou dos três workshops "Repensando o Garantia Safra", realizados respectivamente em 13/08, 26/09 e 24/10/2019, em Brasília, DF, bem como da reunião Extraordinária do Comitê Gestor do Garantia Sagra, do qual faz parte.

No escopo dos workshops mencionados, o CEMADEN apresentou proposta de aprimoramento da atual metodologia de verificação de perdas agrícolas utilizada pelo Programa Garantia Safra. Logo, elaborou Nota Técnica, na qual detalhou informações sobre o índice (ISACV) desenvolvido pelo Centro para a avaliação dos impactos de extremos de chuvas na produção agrícola, bem como sugestões de aprimoramentos e integração do ISACV com outros índices de perda de produtividade. Considerando que o atual indicador provido pelo **INMET** ou aquele a ser provido pela **EMBRAPA** refletem ou refletirão a perda na produção agrícola associada à falta de chuvas e que o **novo ISACV** foi adaptado para indicar área agrícola afetada (estratificada em porcentagem) a integração de ambos os índices permitirá a construção de um índice combinado para avaliação e diagnóstico mais preciso, inclusive considerando o estado-da-arte em monitoramento de colapso de safras. Dessa forma, a integração dos índices em um único indicador permitirá, por exemplo, que municípios com estimativa de alta perda de produtividade associada a uma maior área agroprodutiva afetada por extremos de chuvas (ISACV) possam ser priorizados no que concerne à distribuição de recursos, ou receberem um maior percentual do pagamento (estratificação do

pagamento). Destacou, na Nota Técnica, que a integração dos indicadores permitirá a criação de um índice único mais robusto e preciso, uma vez que as informações geradas pelo INMET, aquelas a serem elaboradas pela EMBRAPA e as produzidas atualmente pelo CEMADEN são complementares e não excludentes.

## **4 ATIVIDADES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 PLANO INTEGRADO DE PESQUISAS E OPERAÇÃO – PIPO**

O PIPO, aprovado em 2018 passou, em 2019, por ajuste em cronograma, equipe e produtos esperados. As alterações buscaram adequar o Plano principalmente no que se refere a cronograma, equipe e produtos a serem desenvolvidos.

O PIPO foi concebido em 2016, preparado em 2017 e aprovado em 2018. A motivação para a elaboração deste plano é que o CEMADEN, além de desenvolver atividades de monitoramento e disseminação de alertas, cujas atividades são realizadas em regime ininterrupto (24 horas/dia, 7 dias/semana), tem a missão de gerar conhecimento científico estado da arte que possa auxiliar na compreensão dos fenômenos ambientais envolvidos e deflagradores dos desastres naturais de natureza geo-hidro-meteorológica e, desta forma, buscar continuamente melhorias significativas na previsão destes fenômenos com o ulterior intuito de aprimorar a antecedência e precisão dos alertas de desastres naturais emitidos pela instituição. O Plano possui os seguintes programas e projetos:

#### **Programa 1: Riscos e desastres associados a movimentos de massa (ALERTAGEO)**

**Objetivo Geral:** 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

#### **Programa 2: Riscos e desastres associados a eventos hidrológicos (ALERTAHIDRO)**

**Objetivo Geral:** 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

**Programa 3: Ciência Cidadã na Prevenção de Riscos e Desastres (CEMADEN NA SOCIEDADE)**

**Objetivo Geral:** 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.

**Programa 4: Riscos e desastres associados a secas e seus impactos**

**Objetivo Geral:** Entender os processos que podem deflagrar secas, avanço tecnológico e ferramentas de monitoramento para aumentar a resiliência e mitigar os efeitos das secas extremas;

**Objetivos Específicos:** Diagnosticar e quantificar a ameaça, vulnerabilidade e impactos de secas e Avaliar estratégias de gestão do risco e gerenciamento dos recursos de água associado às secas

Em dezembro ocorreu um Seminário de Avaliação e Acompanhamento do Plano e que, adicionalmente, serviu de divulgação massiva à todo o Centro. A programação deste Seminário foi a seguinte:

Horário	Atividade	Responsável
8:30 – 8:40	Abertura do Seminário	Osvaldo Moraes
8:40 – 8:50	Estudo de limiares ambientais deflagradores de MM a partir de modelos geodinâmicos e abordagem empírica	Marcio Andrade e Tiago Bernardes
8:50 – 9:00	Investigação e proposição de novas metodologias e ferramentas para monitoramento e previsão de MM	Rodolfo Mendes e Tullius Nery
9:00 – 9:10-	<i>Discussões</i>	
9:10 -9:20	Estudos de impactos de secas extremas e desertificação	Ana Paula Cunha e Liana Anderson
9:20 – 9:30	Previsão e Avaliação de Impactos diretos e indiretos de secas	Adriana Cuartas e Christopher Cunningham
9:30 -9:40	<i>Discussões</i>	
9:40 – 9:50	Desenvolvimento de modelos hidrológicos para cheias abruptas a graduais utilizando previsão meteorológica por conjunto	Javier Tomasella e Leandro Casagrande
9:50 – 10:00	Desenvolvimento de modelos hidrológicos e desenvolvimento de ferramentas de previsão de enxurradas usando nowcasting	Diego Souza e Carlos Frederico de Angelis
10:00 – 10:15	<b>Intervalo</b>	
10:15 – 10:25	Desenvolvimento de aplicações de modelagem de hidráulica fluvial para mapeamento de ameaça de inundação	Conrado Rudorff e Alex Ovando
10:25 – 10:35	Quantificação e avaliação dos impactos socioeconômicos e na infraestrutura física devido a eventos hidrológicos	Leonardo Santos e Cláudia Linhares
10:35 – 10:45	<i>Discussões</i>	
10:45 – 10:55	Cemaden Educação: rede de escolas e comunidades na prevenção de desastres	Rachel Trajber e Victor Marchezini
10:55 – 11:05	Percepções, comunicação e mobilização frente ao risco de desastres	Luciana Londe
11:05 – 11:15	Gestão de riscos, vulnerabilidade, capacidades e estratégias de resiliência	Silvia Saito
11:15 – 11:25	<i>Discussões</i>	
13:30 – 15:30	Identificação de sinergia inter-projetos pelos líderes.	Jose Marengo
15:30 – 15:45	<b>Intervalo</b>	
15:45 – 16:15	Síntese da discussão e encaminhamentos	

## 4.2 PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Em 2019 a produção científica do CEMADEN, em periódicos indexados e como capítulo de livros está listada abaixo.

### 4.2.1 ARTIGOS CIENTÍFICOS

1. Abreu, Rafael C. De, Christopher Cunningham, Conrado M. Rudorff, Natalia Rudorff, Abayomi A. Abatan, Buwen Dong, Fraser C. Lott, Simon F.B. Tett, and Sarah N. Sparrow. 2019. "Contribution of Anthropogenic Climate Change to April-May 2017 Heavy Precipitation over the Uruguay River Basin." *Bulletin of the American Meteorological Society*. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0102.1>.
2. Amaral Cunha, Ana Paula Martins Do, Victor Marchezini, Diego Pereira Lindoso, Silvia Midori Saito, and Regina Célia Dos Santos Alvalá. 2019. "The Challenges of Consolidation of a Drought-Related Disaster Risk Warning System to Brazil." *Sustentabilidade Em Debate*. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v10n1.2019.19380>.
3. Anderson, Liana Oighenstein, and et. al. 2019. "Conceptual Model of Disaster Risk Management and Warning System Associated with Wildfires and Public Policy Challenges in Brazil." *Territorium: Revista Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança*. [https://doi.org/10.14195/1647-7723\\_26-1\\_4](https://doi.org/10.14195/1647-7723_26-1_4).
4. Anderson, Liana Oighenstein, Germano Ribeiro Neto, Ana Paula Cunha, Marisa Gesteira Fonseca, Yhasmin Mendes De Moura, Ricardo Dalagnol, Fabien Hubert Wagner, and Luiz Eduardo Oliveira E.Cruz De Aragão. 2018. "Vulnerability of Amazonian Forests to Repeated Droughts." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 373 (1760). <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0411>.
5. Augusto-Silva, Pétala Bianchi, Sally MacIntyre, Conrado de Moraes Rudorff, Alicia Cortés, and John Michael Melack. 2019. "Stratification and Mixing in Large Floodplain Lakes along the Lower Amazon River." *Journal of Great Lakes Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2018.11.001>.
6. Bortolozzo, Cassiano Antonio, Mariana Ferreira Benessiuti Motta, Marcio Roberto Magalhães de Andrade, Laura Vanessa Araque Lavallo, Rodolfo Moreda Mendes, Silvio Jorge Coelho Simões, Tatiana Sussel Gonçalves Mendes, and Luana Albertani Pampuch. 2019. "Combined Analysis of Electrical and Electromagnetic Methods with Geotechnical Soundings and Soil Characterization as Applied to a Landslide Study in Campos Do Jordão City, Brazil." *Journal of Applied Geophysics*. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.11.017>.

7. Cunha, Ana Paula M.A., Marcelo Zeri, Karinne Deusdará Leal, Lidiane Costa, Luz Adriana Cuartas, José Antônio Marengo, Javier Tomasella, et al. 2019. "Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019." *Atmosphere*. <https://doi.org/10.3390/atmos10110642>.
8. Delmonte Oliveira, Kenny, Javier Tomasella, and Leda Del'Arco Sanches. 2019. "Spatial-Temporal Analysis of the Climatic and Anthropogenic Influences on Runoff in the Jucu River Basin, Southeastern Brazil." *Land Degradation and Development*. <https://doi.org/10.1002/ldr.3403>.
9. Diaz, Marcelo Bortoluzzi, Débora Regina Roberti, Janaina Viário Carneiro, Vanessa de Arruda Souza, and Osvaldo Luiz Leal de Moraes. 2019. "Dynamics of the Superficial Fluxes over a Flooded Rice Paddy in Southern Brazil." *Agricultural and Forest Meteorology*. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107650>.
10. Frappart, F., F. Papa, A. Güntner, J. Tomasella, J. Pfeffer, G. Ramillien, T. Emilio, et al. 2019. "The Spatio-Temporal Variability of Groundwater Storage in the Amazon River Basin." *Advances in Water Resources*. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2018.12.005>.
11. Jimenez, Juan C., Jose A. Marengo, Lincoln M. Alves, Juan C. Sulca, Ken Takahashi, Samantha Ferrett, and Matthew Collins. 2019. "The Role of ENSO Flavours and TNA on Recent Droughts over Amazon Forests and the Northeast Brazil Region." *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.6453>.
12. König, Téhrrie, Hermann J.H. Kux, and Rodolfo M. Mendes. 2019. "Shalstab Mathematical Model and WorldView-2 Satellite Images to Identification of Landslide-Susceptible Areas." *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03691-4>.
13. Lima Santos, Leonardo Bacelar, Luiz Max Carvalho, Wilson Seron, Flávio C. Coelho, Elbert E. Macau, Marcos G. Quiles, and Antônio M. Antônio. 2019. "How Do Urban Mobility (Geo)Graph's Topological Properties Fill a Map?" *Applied Network Science*. <https://doi.org/10.1007/s41109-019-0211-7>.
14. Marchezini, Victor, Allan Yu Iwama, Danilo Celso Pereira, Rodrigo Silva da Conceição, Rachel Trajber, and Débora Olivato. 2019. "Designing a Cultural Heritage Articulated Warning System (CHAWS) Strategy to Improve Disaster Risk Preparedness in Brazil." *Disaster Prevention and Management: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/DPM-07-2018-0227>.
15. Marchezini, Victor, and Henrique Almeida Forini. 2019. "Dimensões Sociais Da Resiliência a Desastres." *Redes*. <https://doi.org/10.17058/redes.v24i2.13000>.
16. Marchezini, Victor, Marcos Barreto De Mendonça, Anderson Mululo Sato, Teresa Cristina Da Silva Rosa, and Marcelo

- Abelheira. 2019. "Disaster Risk Reduction Education: Pilot Studies in Rio de Janeiro State, Brazil." *Anuario Do Instituto de Geociencias*. [https://doi.org/10.11137/2019\\_4\\_102\\_117](https://doi.org/10.11137/2019_4_102_117).
- 17.** Martins, Minella Alves, Javier Tomasella, and Cássia Gabriele Dias. 2019. "Maize Yield under a Changing Climate in the Brazilian Northeast: Impacts and Adaptation." *Agricultural Water Management*. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.011>.
- 18.** Morello, Thiago, Simone Martino, Alejandro F. Duarte, Liana Anderson, Katrina J. Davis, Sonaira Silva, and Ian J. Bateman. 2019. "Fire, Tractors, and Health in the Amazon: A Cost-Benefit Analysis of Fire Policy." *Land Economics*. <https://doi.org/10.3368/le.95.3.409>.
- 19.** Oliveira, Eliete Gianini De, Mário Valério Filho, and Rodolfo Moreda Mendes. 2019. "POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUA GESTÃO NOS MUNICÍPIOS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO." *Revista Univap*. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v25i49.2275>.
- 20.** Randow, Rita Casia Silva Von, Daniel Andrés Rodriguez, Javier Tomasella, Ana Paula Dutra Aguiar, Bart Kruijt, and Pavel Kabat. 2019. "Response of the River Discharge in the Tocantins River Basin, Brazil, to Environmental Changes and the Associated Effects on the Energy Potential." *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1396-5>.
- 21.** Alvalá, Regina Célia dos Santos, Carvalho de Mariane Assis Dias, Silvia Midori Saito, Cláudio Stenner, Cayo Franco, Pilar Amadeu, Julia Ribeiro, Rodrigo Amorim Souza de Moraes Santana, and Carlos Afonso Nobre. 2019. "Mapping Characteristics of At-Risk Population to Disasters in the Context of Brazilian Early Warning System." *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101326>.
- 22.** Robbins, Joanne, Christopher Cunningham, Rutger Dankers, Matthew DeGennaro, Giovanni Dolif, Robyn Duell, Victor Marchezini, et al. 2019. "Communication and Dissemination of Forecasts and Engaging User Communities." In *Sub-Seasonal to Seasonal Prediction*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811714-9.00019-x>.
- 23.** Saavedra, Juan, and Victor Marchezini. 2019. "Procesos de Recuperación Posdesastre En Contextos Biopolíticos Neoliberales: Los Casos de Chile 2010 y Brasil 2011." *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*. <https://doi.org/10.17141/iconos.66.2020.3987>.
- 24.** Saito, Silvia Midori, Glauston Roberto Teixeira de Lima, and Mariane Carvalho de Assis Dias. 2019. "Evaluation of the End-Users of Disaster Risk Warnings in Brazil." *Sustentabilidade Em Debate*. <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v10n2.2019.24908>.

- 25.** Saito, Silvia Midori, Mariane Carvalho de Assis Dias, Regina Célia dos Santos Alvalá, Claudio Stenner, Cayo Franco, Julia Vicente Martins Ribeiro, Pilar Amadeu de Souza, and Rodrigo Amorim Souza de Moraes Santana. 2019. "População Urbana Exposta Aos Riscos de Deslizamentos, Inundações e Enxurradas No Brasil." *Sociedade & Natureza*. <https://doi.org/10.14393/sn-v31-2019-46320>.
- 26.** Salgueiro Donato Bacelar, Luiz Carlos, Aliana Maciel, Carlos Frederico de Angelis, and Javier Tomasella. 2019. "Limiares de Chuva Deflagradores de Inundações Bruscas: Metodologia, Aplicação e Avaliação Em Ambiente Operacional." *Revista DAE*. <https://doi.org/10.36659/dae.2020.007>.
- 27.** Santos, Leonardo Bacelar Lima, Luciana R. Londe, Tiago José de Carvalho, Daniel S. Menasché, and Didier A. Vega-Oliveros. 2019. "About Interfaces Between Machine Learning, Complex Networks, Survivability Analysis, and Disaster Risk Reduction." In *Towards Mathematics, Computers and Environment: A Disasters Perspective*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21205-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21205-6_10).
- 28.** Silva Junior, Celso H.L., Liana O. Anderson, Alindomar L. Silva, Catherine T. Almeida, Ricardo Dalagnol, Mikhaela A.J.S. Pletsch, Thales V. Penha, Rennan A. Paloschi, and Luiz E.O.C. Aragão. 2019. "Erratum to: Fire Responses to the 2010 and 2015/2016 Amazonian Droughts (Frontiers in Earth Science, (2019), 7, 10.3389/feart.2019.00097)." *Frontiers in Earth Science*. <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00160>.
- 29.** Silva, Nayandra Carvalho da, Javier Tomasella, Antonio Ocimar Manzi, and Maria Cecilia Rosinski Lima Gomes. 2019. "ANALYSIS OF HISTORICAL SERIES OF MAMIRAUÁ LAKE LEVEL (PRELIMINARY STUDY)." *ITEGAM- Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA)*. <https://doi.org/10.5935/2447-0228.20190101>.
- 30.** Sobral, Bruno Serafini, José Francisco de Oliveira-Júnior, Givanildo de Gois, Edson Rodrigues Pereira-Júnior, Paulo Miguel de Bodas Terassi, João Gualberto Rodrigues Muniz-Júnior, Gustavo Bastos Lyra, and Marcelo Zeri. 2019. "Drought Characterization for the State of Rio de Janeiro Based on the Annual SPI Index: Trends, Statistical Tests and Its Relation with ENSO." *Atmospheric Research*. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.01.003>.
- 31.** Souza, Daiane Batista De, Pilar Amadeu De Souza, Júlia Vicente Martins Ribeiro, Rodrigo Amorim Souza De Moraes Santana, Mariane Carvalho De Assis Dias, Silvia Midori Saito, and Regina Célia dos Santos Alvalá. 2019. "Utilização de Dados Censitários Para a Análise de População Em Áreas de Risco." *Revista Brasileira de Geografia* 64 (1): 122-35. [https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375\\_2019\\_n1\\_122-135](https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2019_n1_122-135).

- 32.** Tomasella, J., A. Sene Gonçalves, A. Schneider Falck, R. Oliveira Caram, F. L. Rodrigues Diniz, D. A. Rodriguez, M. C. Rodrigues do Prado, A. C. Negrão, G. Sueiro Medeiros, and G. Chagas Siquiera. 2019. "Probabilistic Flood Forecasting in the Doce Basin in Brazil: Effects of the Basin Scale and Orientation and the Spatial Distribution of Rainfall." *Journal of Flood Risk Management*. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12452>.
- 33.** Trajber, Rachel, Catherine Walker, Victor Marchezini, Peter Kraftl, Débora Olivato, Sophie Hadfield-Hill, Cristiana Zara, and Shirley Fernandes Monteiro. 2019. "Promoting Climate Change Transformation with Young People in Brazil: Participatory Action Research through a Looping Approach." *Action Research*. <https://doi.org/10.1177/1476750319829202>.
- 34.** Young, Andrea Ferraz, José Antonio Marengo, Juliano Oliveira Martins Coelho, Graziela Balda Scofield, Camila Cristina de Oliveira Silva, and Carla Correa Prieto. 2019. "The Role of Nature-Based Solutions in Disaster Risk Reduction: The Decision Maker's Perspectives on Urban Resilience in São Paulo State." *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101219>.
- 35.** Zeri, Marcelo, Gisleine Cunha-Zeri, Givanildo Gois, Gustavo B. Lyra, and José Francisco Oliveira-Júnior. 2019. "Exposure Assessment of Rainfall to Interannual Variability Using the Wavelet Transform." *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.5812>.

#### 4.2.2 CAPITULOS DE LIVROS

- 1.** Chou, Sin-Chan ; MARENGO, JOSÉ A. ; Silva, Adan J. ; Lyra, André A. ; TAVARES, PRISCILA ; Souza, Celia Regina de Gouveia ; HARARI, JOSEPH ; NUNES, LUCÍ H. ; GRECO, ROBERTO ; HOSOKAWA, EDUARDO K. ; ARAGÃO, LUIZ E. O. C. ; Alves, Lincoln M. . Projections of Climate Change in the Coastal Area of Santos. *Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options*. 1ed.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 59-73.
- 2.** CUNHA, A. P. M. A.; ALVALÁ, R. C. S. ; CUARTAS, L. A. ; MARENGO, J. A. ; MARCHEZINI, VICTOR ; SAITO, SILVIA MIDORI ; Aguilar Muñoz, V. ; LEAL, K. R. D. ; RIBEIRO NETO, G. G. ; SELUCHI, MARCELO E. ; Zeri, L. M. M ; CUNNINGHAM, C. ; COSTA, L. C. O. ; ZHANG, R. ; MORAES, OSVALDO L.L. . Brazilian experience on the development of drought monitoring and impact assessment systems. In: UNDRR. (Org.). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR 2019)*. 1ed. Genebra: UNDRR, 2019, v. , p. 1-30.

3. MARENGO, JOSÉ A.; MULLER-KARGER, FRANK ; PELLING, MARK ; REYNOLDS, CATHERINE J. . The METROPOLE Project An Integrated Framework to Analyse Local Decision Making and Adaptive Capacity to Large-Scale Environmental Change: Decision Making and Adaptation to Sea Level Rise in Santos, Brazil. Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options. 1ed.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 3-15.
4. MARENGO, JOSE A.; CUNHA, ANA PAULA ; SOARES, WAGNER R. ; Torres, Roger R. ; Alves, Lincoln M. ; de Barros Brito, Sheila S. ; Cuartas, Luz A. ; Leal, Karinne ; Ribeiro Neto, Germano ; Alvalá, Regina C. S. ; Magalhaes, Antonio R. . Increase Risk of Drought in the Semiarid Lands of Northeast Brazil Due to Regional Warming above 4 °C. Climate Change Risks in Brazil. 1ed.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 181-200.
5. MARENGO, JOSE A.; Nobre, Carlos A. ; SOARES, WAGNER R. ; Soares, Ana P. . Final Remarks and Recommendations. Climate Change Risks in Brazil. 1ed.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 219-224.
6. Marengo, Jose A. ; CUNHA, ANA PAULA ; Soares, Wagner R. ; Torres, Roger R. ; ALVES, LINCOLN M. ; de Barros Brito, Sheila S. ; Cuartas, Luz A. ; Leal, Karinne ; Ribeiro Neto, Germano ; ALVALÁ, REGINA C. S. ; Magalhaes, Antonio R. . Increase Risk of Drought in the Semiarid Lands of Northeast Brazil Due to Regional Warming above 4 °C. Climate Change Risks in Brazil. 1ed.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 181-200.
7. Nobre, Carlos A. ; MARENGO, JOSE A. ; SOARES, WAGNER R. ; Soares, Ana Paula . Introduction. Climate Change Risks in Brazil. NUNES, LUCÍ HIDALGO ; ALVES, Lincoln Muniz ; Hosokawa, Eduardo Kimoto ; MARENGO, JOSÉ ANTONIO . Patterns of Extreme Precipitation in Santos. Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options. 1ed.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 45-57.
8. ROBBINS, J. ; CUNNINGHAM, CHRISTOPHER ; DANKERS, R. ; DEGENNARO, M. ; DOLIF, G. ; DUELL, R. ; MARCHEZINI, V. ; MILLS, B. ; SARMIENTO, J. P. ; SILVER, A. ; TRAJBER, R. ; WATKINS, A. . Communication and Dissemination of Forecasts and Engaging User Communities. In: Andrew W. Robertson; Frédéric Vitart. (Org.). SUB-SEASONAL TO SEASONAL PREDICTION The Gap Between Weather and Climate Forecasting. 1ed. Amsterdam: Elsevier, 2019, v. 1, p. 3-.
9. SANTOS, LEONARDO BACELAR LIMA ; LONDE, LUCIANA R. ; de Carvalho, Tiago José ; S. Menasché, Daniel ; Vega-Oliveros, Didier A. . About Interfaces Between Machine Learning, Complex Networks, Survivability Analysis, and Disaster Risk Reduction. In: Bacelar Lima Santos L.; Galante Negri R.; de Carvalho T..

(Org.). Towards Mathematics, Computers and Environment: A Disasters Perspective. led.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 185-215.

**10.** SANTOS, LEONARDO BACELAR LIMA ; LONDE, LUCIANA R. ; de Carvalho, Tiago José ; S. Menasché, Daniel ; Vega-Oliveros, Didier A. . About Interfaces Between Machine Learning, Complex Networks, Survivability Analysis, and Disaster Risk Reduction. In: Bacelar Lima Santos L.; Galante Negri R.; de Carvalho T.. (Org.). Towards Mathematics, Computers and Environment: A Disasters Perspective. led.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 185-215.

**11.** Stephany, Stephan ; Strauss, Cesar ; Calheiros, Alan James Peixoto ; de Lima, Glauston Roberto Teixeira ; Garcia, João Victor Cal ; Pessoa, Alex Sandro Aguiar . Data Mining Approaches to the Real-Time Monitoring and Early Warning of Convective Weather Using Lightning Data. Towards Mathematics, Computers and Environment: A Disasters Perspective. led.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 83-101. led.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 1-5.

**12.** SOARES, WAGNER R. ; MARENGO, JOSE A. ; Nobre, Carlos A. . Assessment of Warming Projections and Probabilities for Brazil. Climate Change Risks in Brazil. led.: Springer International Publishing, 2019, v. , p. 7-30.

#### **4.3 SEMINÁRIOS – SÉRIE DE DEBATES**

O ciclo de palestras promovido pelo Centro, conhecido como Série de Debates, busca promover o intercâmbio científico e ampliar a disseminação dos resultados de pesquisas sobre monitoramento e redução de riscos de desastres. O ciclo foi instituído em 2013 e as palestras **abordam temas interdisciplinares, associados às áreas de gestão de risco de desastres, como** modelos de sistemas de alerta, análise de vulnerabilidade a desastres, modelagem integrada de riscos de desastres associados a deslizamentos, inundações e secas, meteorologia aplicada ao monitoramento, sensoriamento remoto aplicado a desastres, avaliação de impactos socioeconômicos em desastres, tecnologias e inovações para prevenção de desastres e outras áreas afins, como, por exemplo, educação para redução do risco de desastres. Nessas discussões, também são convidados pesquisadores (as) de outras instituições científicas e de universidades, tanto nacionais como internacionais, além de representantes dos três níveis de governo. O objetivo é fortalecer a interface entre ciência e formulação de políticas públicas para prevenção e redução do risco de desastres. As palestras de 2019 foram:

*Fevereiro*

**13/02** Combined analysis of electrical and electromagnetic methods with geotechnical soundings and soil characterization as applied to a landslide study in Campos do Jordão City, Brazil - Dr. Cassiano Bortolozo/Cemaden

**20/02** Características físicas da estrutura da precipitação para eventos de enxurradas ocorridos no estado de São Paulo - Dr. Vinicius Sperling/Cemaden

**27/02** Extremos de Temperatura no Centro-Sul do Brasil: Climatologia, Padrões Sinóticos e Impactos ao Conforto Térmico - Dra. Mariana Pallotta/Cemaden

*Março*

**20/03** A incorporação das perspectivas sobre vulnerabilidade social na gestão do risco de desastres - Prof. Dr. Andrea Lampis/Universidad Nacional de Colombia; IEA-USP

**27/03** Correlation between Rainfall and Mass Movements in North Coast Region of Sao Paulo State, Brazil for 2014-2018 - Daniel Metodiev/Cemaden

*Abril*

**17/04** Utilização de equações IDF para retroanálise de eventos gravitacionais de massa na cidade de Salvador/BA: estudo de caso do ano de 2017 - Dr. Enos Sato/Cemaden; Dr. Diego Souza/Cemaden; Dr. Jaqueline Soares/Cemaden

**23/04** REINDESC - Registros de Eventos de INundação e Deslizamento do Cemaden - Dr. Tiago Bernardes/Cemaden

**30/04** "Divulgação científica" - Dr. Ricardo Oyarzabal/INPE

*Mai*

**08/05** Estimation of exposed population to landslides and floods risk areas in Brazil, on an intra-urban scale - Mariane Assis/Cemaden

**22/05** Tools for Communicating Agricultural Drought over the Brazilian Semiarid Using the Soil Moisture Index - Dr. Marcelo Zeri/Cemaden

**27/05 Apresentação Dupla**

Deslocamentos no Marco de Ação de Sendai: da inclusão à ação - Fernanda de Salles Cavedon-Capdeville, Resama - Rede Sul-Americana para as Migrações Ambientais

Aportes para a inclusão dos deslocados na produção de dados sobre desastres no Brasil - Erika Pires Ramos, Resama - Rede Sul-Americana para as Migrações Ambientais

*\*\*\* De junho a setembro houve pausa devido à reforma das instalações do centro\*\*\**

#### *Outubro*

**01/10** Modelo de avaliação de vulnerabilidade social MSc. Ana Gonzalez/México

**10/10** Base de dados Globais de assentamentos humanos - Dra. Carolina Moutinho Duque de Pinho/UFABC

#### *Novembro*

**28/11** Análises possíveis sobre o impacto dos desastres - Viviana Aguilar Muñoz/Cemaden, Lucía Calderón/Cemaden, Graziela Scofield/Cemaden e Daniela França /Cemaden

#### *Dezembro*

**05/12** A busca pela adaptação à temperatura ambiental em humanos: uma breve descrição antropológica, fisiológica e os riscos a saúde em tempos de mudanças climáticas - Dra. Mariana Matera Veras - Faculdade de Medicina/USP

**09/12** Processo de construção do Sistema Brasileiro de Monitoramento e Avaliação de Políticas públicas de Educação Ambiental - MonitoraEA - Dr. Evandro Albiach Branco /CCST-INPE

#### **4.4 PCI - PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO INSTITUCIONAL**

Diante do grande desafio do CEMADEN em manter as atividades de P&D, e diante do reduzido quadro de profissionais disponíveis atualmente, o Centro é suportado pelo MCTIC através do Programa de Capacitação Institucional (PCI), executando nas quatro grandes linhas de pesquisa do PIPO. O PCI, iniciado em 2019, será executado até 2023.

Os projetos em execução atualmente atendem a quatro áreas de atuação do CEMADEN e são divididos em vários subprojetos individuais executados por Bolsistas PCI. Cada subprojeto possui seu plano de trabalho em consonância com o grande

projeto da cada área, e juntos os subprojetos fazem com que os objetivos de cada grande projeto sejam atingidos.

No ano de 2019 foi concedido ao CEMADEN o valor de R\$ 1.319.500,00 usados para o pagamento 32 de bolsas nos seguintes níveis: 1 bolsa E1, 5 bolsas DA, 16 bolsas DB, 7 bolsas DC e 3 bolsas DD.

A relação dos bolsistas, projeto e supervisor estão listados a seguir.

Nome	Título Projeto	Supervisor
Aliana Paula dos Reis Maciel	Desenvolvimento de um indicador para determinar o término da estação chuvosa no Brasil	Marcelo Seluchi
Aline Schneider Falck	Previsão de Afluências em reservatórios utilizando previsão Probabilística Sub-Sazonal	Javier Tomasella
Ana Carolina Nascimento dos Santos	Previsão de vazões em rios da região sudeste do Brasil, para fim de alerta hidrológico, utilizando o Modelo Hidrológico Distribuído (MHD-INPE)	Rochane Caram
Cassiano Antonio Bortolozo	Interpretação conjunta de dados geofísicos e geotécnicos em área de movimentos de massa em Campos do Jordão e cidades da Baixada Santista	Marcio Andrade
Danail Tsvetanov Metodiev	Caracterização e Análise de dados Pluviométricos e de deslizamentos para identificação de valores de chuvas críticas	Marcio Andrade
Diogo de Jesus Amore	Desenvolvimento e implementação do Sistema PrevHAND para monitoramento de áreas de risco hidrológico (inundações) em áreas urbanas e rurais.	Luz Adriana
Elisangela Broedel	Simulações do balanço hídrico e modelagem hidrológica como ferramentas de previsão de volume armazenado na bacia do Rio São Francisco e implicações nos reservatórios do Nordeste	Luz Adriana
Jennifer Fortes Cavalcante Renk	Estudo de limiares ambientais por meio de análise de dados de monitoramento e modelagem geodinâmica.	Marcio Andrade
João Bosco Coura dos Reis	Plataforma de monitoramento de queimadas e incêndios florestais para Gestão de Riscos no Estado do Acre	Liana Anderson
Jojhy Sakuragi	Cálculo das trajetórias executadas pelas células de tempestades a partir de dados de radares meteorológicos de dupla polarização.	Carlos Frederico
Jose Maria Nogueira da Costa	Validação e avaliação de produtos do modelo GLDAS (Global Land Data Assimilation System) para fins de monitoramento de secas do semiárido	Regina Alvalá

	brasileiro.	
Karinne Reis Deusdará Leal	Caracterização de secas hidrológicas em importantes bacias hidrográficas do nordeste brasileiro	Luz Adriana
Lidiane Cristina Oliveira Costa	Desenvolvimento de indicador de risco de seca para o semiárido do Brasil	Ana Paula Cunha
Livia Rodrigues Tomás	Modelagens operacionais simplificadas em Desastres Naturais – análises de limitações e incertezas.	Leonardo Bacelar
Maria Francisca Azeredo Velloso	Expansão do Programa CEMADEN Educação	Regina Alvalá
Mariane Carvalho de Assis	Vulnerabilidade da População a Desastres no Brasil	Regina Alvalá
Patrícia Porta Nova da Cruz	Efeito das barragens de contenção em modelo de previsão de cheias	Marcio Moraes
Rachel Trajber	Projetos e pesquisas envolvendo políticas públicas em educação e comunicação com foco em mudanças climáticas, prevenção de desastres, sustentabilidade e resiliência - Cemaden Educação – rede de escolas e comunidades na prevenção de desastres	Regina Alvalá
Rodrigo Amorim Souza de Moraes Santana	Análise de tipologias intraurbanas em áreas de risco de desastres naturais – Fase 2	Regina Alvalá
Valesca Rodriguez Fernandes	Desenvolvimento e avaliação de indicadores para previsão de impactos de seca no Brasil.	Ana Paula Cunha
Vinicius Banda Sperling	Caracterização das propriedades físicas das tempestades associadas à enxurradas	Marcelo Seluchi
Wanderley Oliveira Mendes	Desenvolvimento de um sistema de correção de viés para as previsões quantitativas de precipitação sobre as principais bacias geradoras de energia hidrelétrica do Brasil.	Marcelo Seluchi

#### 4.5 Programa DTI/EXP

O projeto de pesquisa CONSOLIDAÇÃO DE TRABALHOS DE PESQUISA E DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PELO CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTA DE DESASTRES NATURAIS foi implementado em 2014 e continuou até 2019. O objetivo foi a concessão de recursos para bolsas DTI e EXP com o objetivo de prover a absorção de novos profissionais para a consolidação de trabalhos de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico, realizados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), do MCTI.

A seguir vem uma lista de projetos de pesquisa DTI e EXPP desenvolvidos em 2019.

- 1.** Análise e evolução dos sistemas de monitoramento e emissão de alertas de desastres naturais (DTI A-William Toledo)
- 2.** Aperfeiçoamento da Previsão de Risco Geo-hidrológico do Cemaden (EXP B-Diane Batista de Souza)
- 3.** Representatividade dos pluviômetros automáticos na rede observacional do Cemaden e lacunas para instrumentação (EXP A-Demerval)
- 4.** Suporte ao projeto de implantação e amplificação da rede de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) pluviométricos (DTI B-Rafael Cardoso)
- 5.** Sistematização de impactos econômicos diretos em decorrência de desastres naturais no estado de Santa Catarina. (EXP A-Olga Lucia)
- 6.** Sistema de mapeamento e análise de impacto de inundação na agricultura familiar no Estado do Amazonas (EXP B-Alan Pimentel)
- 7.** Desenvolvimento de produtos de análise de frequência de cheias e mapeamento de risco de inundação fluvial (DTI A-Marcia Guedes)
- 8.** Aperfeiçoamento do método de detecção e previsão do deslocamento de sistemas convectivos severos sobre áreas vulneráveis no Brasil (DTI A-Jose Felipe Farias)
- 9.** Validação de dados de radar através de sistema baseado na medida de atenuação atmosférica em enlaces de micro-ondas. (EXP A Marcelo Miacci)
- 10.** Vulnerabilidade da população a desastres naturais em aglomerados subnormais nas capitais brasileiras (EXP B-Pilar de Souza)
- 11.** Identificação dos impactos socioambientais dos desastres tecnológicos no Brasil (DTI-A Fabio Ribeiro)
- 12.** Utilização das avaliações climáticas sazonais e análises observacionais de extremos climáticos visando à elaboração de possíveis impactos associados à ocorrência de desastres naturais no Brasil (DTI A Fabiani Bender)
- 13.** Aperfeiçoamento do monitoramento e da disponibilidade de serviços e ativos de TIC no Datacenter do Cemaden (EXP A-Marcelo Augusto)
- 14.** Controle e supervisão técnica das atividades de recebimento, configuração, testes e preparação das PCDs (EXP B-Marcos Vinicius da Costa)
- 15.** Ampliação da migração de datacenter de tecnologia de virtualização convencional para tecnologia Hiperconvergente (EXP A-Fabio Castro Gali)
- 16.** Controle, supervisão de dados técnicos ambientais implementados no Sistema de Gerenciamento Remoto de

Plataformas de Coleta de Dados (SGRP) do Cemaden levantamento de indicadores para subsidiar o desenvolvimento de um Plano Operacional da Rede Observacional (DTI B-Roberta de Cassia Ferreira Porto)

**17.** Estruturação de um banco de dados espaciais como suporte ao monitoramento de desastres naturais no Cemaden (EXP B-Eder Pereira dos Santos)

**18.** Desenvolvimento de técnicas para o planejamento da logística de manutenção e instalação das estações agrometeorológicas no Semiárido Brasileiro (DTI B-João Batista Monteiro Júnior)

**19.** Controle, supervisão e processamento dos dados técnicos ambientais implementados no Sistema de Gerenciamento Remoto de Plataformas de Coleta de Dados (SGRP) do CEMADEN (EXP B- Celso Thiago Barbosa)

**20.** Atualização e ampliação da capacidade de monitoramento automatizado do parque computacional do Cemaden (DTI A-Renata Gazzi)

**21.** Ciência cidadã e tecnologia para a prevenção de riscos de desastres em comunidades escolares localizadas em municípios monitorados pelo CEMADEN (EXP A-Debora Olivatto)

#### **4.6 PIBIC/CNPq - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica**

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq teve início no Cemaden em 2018, com 10 bolsas concedidas para o período de julho-2018 a julho-2020, sob Coordenação da Dra. Luciana Londe, pesquisadora do Cemaden. Processo 801071/2018-6

##### **Projetos Desenvolvidos de julho-2018 a julho-2019**

<b>Projeto</b>	<b>Orientador</b>
Análise de tendência de deslocamento de mancha de área queimada com base em dados de focos de calor	Dra. Liana Oighenstein Anderson
Cidades resilientes a desastres? Uma investigação no município de Araraquara-SP	Dr. Victor Marchezini
Análise de percepção de risco de desastres por profissionais de Defesa Civil e pessoas atuantes em NUDECs em Recife (PE)	Dra. Luciana de Resende Londe
Estimativa da evapotranspiração potencial para aplicação no monitoramento de seca na região Nordeste do Brasil	Dr. Luís Marcelo de Mattos Zeri

Estimativas De Precipitação Por Radar Como Ferramenta Para Retroanálise De Eventos Extremos	Dr. Diego Oliveira de Souza
Análise de percepção de risco de desastres por alunos de ensino fundamental e médio em Recife (PE)	Dra. Luciana de Resende Londe
“As águas não respeitam divisões da ciência”: uma análise experimental em hidrologia social na Bacia do Rio Paraitinga /SP	Dr. Victor Marchezini
O meu caminho passa por uma área de risco? Abordagem, de percepção e comunicação de risco	Dr. Leonardo Bacelar Lima Santos
Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra através do processamento de imagens	Dra. Rochane de Oliveira Caram
Caracterização Física E Hidráulica De Um Perfil De Solo Monitorado por Sensores de Umidade (Pcd Geotécnica) em Campos Do Jordão – SP	Dr. Rodolfo de Moreda Mendes

**Projetos em Desenvolvimento de julho-2019 a julho-2020**

<b>Projeto</b>	<b>Orientador</b>
Mapeamento de iniciativas de governança ambiental policêntrica como meio de redução do risco de desastres em São José dos Campos	Dra. Luciana de Resende Londe
Análise das mudanças de uso e cobertura da Terra em diferentes classes de relevo e sua influência na ocorrência de desastres na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus	Dra. Rochane de Oliveira Caram
Caracterização geohidráulica dos horizontes de solos não saturados monitorados por PCDs Geotécnicas no Município de Santos-SP: Subsídios para emissão de alertas de deslizamentos de solo	Dr. Marcio Andrade
Identificação de frentes frias no Vale do Itajaí	Dr. Giovanni Dolif
Estimativa do Índice de Precipitação-Evapotranspiração Padronizado (SPEI) para aplicação no monitoramento de seca na região Nordeste do Brasil	Dra. Ana Paula M. do A. Cunha
Interfaces entre mobilidade urbana, hidrologia e questões de saúde pública – uma visão conceitual	Dr. Leonardo Bacelar Lima Santos
Análise de indicadores de saneamento e saúde com foco em vulnerabilidade a desastres socioambientais	Dra. Luciana de Resende Londe
Avaliação dos produtos cartográficos gerados a partir da	Dr. Marcio Andrade

tecnologia VANT para aplicações em estudos de movimento de massa	
“São Luiz, 10 anos depois da enchente”: memórias sobre o espaço e dinâmicas territoriais de amplificação do risco de desastre	Dr. Victor Marchezini
Queimadas, qualidade do ar e sua relação com casos de problemas de saúde respiratória em Rio Branco, Acre	Dra. Liana Oighenstein Anderson

## **5. PROGRAMA CEMADEN EDUCAÇÃO: REDE DE ESCOLAS E COMUNIDADES NA PREVENÇÃO DE DESASTRES**

O Programa Cemaden Educação (instituído por Portaria nº 144/2019/SEI-CEMADEN, de 02 de dezembro de 2019), desde 2014 realiza diversas ações em educação para redução de riscos de desastres - ERRD, com objetivo de contribuir para a geração de uma cultura de percepção de riscos de desastres, no amplo contexto da educação ambiental e da construção de sociedades sustentáveis e resilientes. Utiliza-se a metáfora de Cemaden micro-local, onde cada escola pode se tornar um espaço para realizar pesquisas, monitorar o tempo e o clima, compartilhar conhecimentos, entender e emitir alertas de desastres; além de fazer a gestão participativa de intervenções com suas comunidades.

O CEMADEN Educação atua em três eixos complementares:

- ✓ Ciência cidadã: iniciação científica na escola contemplando a produção de conhecimentos sobre seu território (coleta e análise de dados socioambientais, ameaças, vulnerabilidades locais).
- ✓ Compartilhamento de informações, por meio do sistema colaborativo (crowdsourcing), e App PegaChuva.
- ✓ Mobilização: Campanha #Aprenderparaprevenir; Com-Vidação - Comissão de Prevenção de Desastres e Proteção da Vida.

### **Cemaden Educação em números**

<b>Atividades</b>	<b>Nº Participantes</b>	<b>Eventos</b>
Cadastros no site	108 escolas, 78 instituições	-
Campanha #AprenderPara Prevenir 2019	108 inscrições (escolas, DCs e Universidades)	-
Eventos/Estandes SBPC (21 a 27/7), SNCT (21 a 25/10 local: SJC e Brasília), Science Days, Escola Esfera - SJC	2500	4
Oficinas para professores	1000	22
Palestras/ vídeo-conferências; seminários; cursos para agentes multiplicadores; módulo de curso ; avaliador em feiras de ciências; participação em bancas de pós-graduação.	1284	25
Publicações científicas		08
Total estimado de envolvidos diretamente	4784	



*Avenida da Ciência - SBPC*



*Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em São José dos Campos - SP*



*Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em Brasília*

**Projetos aprovados pelo edital Ciência na Escola do MCTIC (execução em 2020):**

- ✓ Cemaden Educação: Rede de Escolas e Comunidades na Prevenção de Desastres. Coordenação: Dra Rachel Trajber.
  
- ✓ Prevenção de deslizamentos se aprende na escola: ciência cidadã em redução de riscos de desastres". Coordenação: Dr. Marcio Roberto Magalhães de Andrade - Cemaden. Parceiros: UNIFESP, Defesas Cívicas Municipais de Santos e Cubatão, Diretoria de Ensino de Santos SEE-SP; Escola Estadual Prof. Maria Helena Duarte Caetano (Cubatão - SP) e a Escola Estadual Dep. Emílio Justo (Santos-SP).
  
- ✓ Tecnologias educacionais inovadoras para abordagem interdisciplinar na redução de risco de desastres socioambientais, coordenação Dra Silvia Midori Saito. Parceiros: Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), e da Escola Estadual Diácomo Hamiltons Bontorim de Souza (D.E. São José dos Campos/ SEE-SP).

**Participação em projetos de pesquisas e educacionais - Internacionais:**

**a) Diálogo e Cartografia Social: escolas no Reino Unido e no Brasil** analisam riscos de desastres e vulnerabilidades às mudanças climáticas. Diálogos e compartilhamento de saberes (vídeo-conferência, Seminário intergeracional) Escolas públicas de Ensino Médio: Manchester School (UK), São José dos Campos - SP e Santarém (PA). Parte do Programa de Visiting Researcher na Universidade de Manchester (Dr. Catherine Walker, Rachel Trajber)



Projeto: Diálogo e Cartografia Social: escolas no Reino Unido e no Brasil

**b) Waterproofing Data - Belmont Forum.** Work Packages 2 (Escolas e comunidades em Rio Branco (AC) no Mboi Mirim (São Paulo, SP) e 6 (APP) - Engaging citizens through the creation of multi-modal interfaces for sensing, collecting and communicating of flood data. Parceiros: FGV, Warwick, Heidelberg.

**c) Sem FLAMA** - projeto Embrapa, ICMBio, Cemaden, UFPA, Lancaster University, University of East Anglia e Manchester Metropolitan University financiamento CNPq - Integridade e sustentabilidade de duas Unidades de Conservação - Flona do Tapajós e Resex Tapajós-Arapuins (Santarém -PA).

**Participação em projetos de pesquisas e educacionais - Nacionais:**

**a) Integração de projetos - Wash - Workshop Aficionados de Hardware e Software & Cemaden Educação.** Difusão de tecnologias de programação para jovens com inclusão da temática ERRD. Reuniões técnicas de apresentação das

equipes, conteúdos e metodologias dos programas. Apoio à realização de vídeo-animação “Deslizamento: fatores que desencadeiam os movimentos de massa do solo” (StopMotion - <https://www.youtube.com/watch?v=f8Cuaa9wWec>). Eventos em Campos do Jordão, São José dos Campos e Jacareí - SP.

Animação - Deslizamentos: fatores que desencadeiam os movimentos de massa do solo



b) **Projeto RedeGeo - grupo geodinâmica/Cemaden Educação.** Ações de formação em educação para redução de riscos de desastres, com foco na prevenção aos deslizamentos de encostas, e com produção de atividades em Ciência Cidadã. Ações realizadas na Escola Estadual Prof. Maria Helena Duarte Caetano (Cubatão - SP) e a Escola Estadual Dep. Emílio Justo (Santos-SP). Parceiros: Defesas Civis Municipais de Santos e Cubatão, Diretoria de Ensino de Santos SEE-SP.



Projeto RedeGeo - Atividades na Escola Estadual Dep. Emílio Justo(Santos-SP)

c) **Compensação de emissões de CO2 por meio do plantio de espécies nativas** no Viveiro Florestal de Taubaté - Fase 2 “. Ações de ERRD e Adaptação às Mudanças Climáticas numa comunidade escolas. Plantio de mudas nativas em área de

preservação permanente e com monitoramento das mudas. Escola: E.E. José Mazela (Taubaté - SP). Parceria: Instituto Florestal de São Paulo. Bolsista PIBIC IF-CNPq

d) **Restauração florestal como estratégia para prevenção de desastres naturais e adaptação às mudanças climáticas em São Luiz do Paraitinga.** Estudo da sobreposição das áreas de riscos à desastres socioambientais e áreas desmatadas em São Luiz do Paraitinga - SP. Parceria: Instituto Florestal de São Paulo. bolsista PIBIC IF-CNPq.

e) **Escolas Ribeirinhas Sustentáveis** - Projeto realizado com 41 escolas ribeirinhas, 150 professores, 20 jovens protagonistas, 4 aldeias indígenas do Rio Juruá (Médio) em Carauari (AM). Tema gerador Água - do corpo ao Planeta. Parceria CAPES - IFAM Instituto Federal do Amazonas, Fórum de Desenvolvimento Sustentável do Médio Juruá.

f) **Curso de Educação Ambiental e Redução de Riscos de Desastres no Litoral Norte Paulista.** Formação de agentes multiplicadores em ERRD (60 horas). Parceiros: Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, Instituto Geológico, do Instituto SuperEco e o Centro Estudios Desarrollo Regional y Políticas Públicas del Chile - CEDER (Universidad de Los Lagos) . Participantes: 45 pessoas.

g) **Formação de Jovens Educadores em Educação para Redução de Riscos de Desastres.** 27 a 28 março. 16 horas. Participantes: 20 pessoas. Parceiros: Unesp, USP e UNIFESP.



Formação de Jovens Educadores em Educação para Redução de Riscos de Desastres

### **Campanha #AprenderparaPrevenir 2019**

Realização da 4ª edição da Campanha #AprenderParaPrevenir. Tema *Reduzindo o risco de desastres: Ações educativas em tempos de mudanças climáticas*. Recebidas 118 inscrições, das quais 103 completas com projetos de de 68 escolas, 17 Defesas Civis e 18 Universidades. Participaram 57 municípios de 14 estados brasileiros. Houve aumento de 20% no número de inscritos com relação ao ano anterior (2018)

Cemaden Educação convida

Campanha #AprenderParaPrevenir

**REDUZINDO O RISCO DE DESASTRES: AÇÕES  
EDUCATIVAS EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

4ª edição  
2019



Escola, Defesa Civil  
e Universidade  
compartilhem suas práticas

AGU100

ADVANCING  
EARTH AND  
SPACE SCIENCE

Cemaden

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

PÁTRIA AMADA  
BRASIL

Sorteados prêmios: seis pluviômetros semiautomáticos do Cemaden e 18 kits com materiais educacionais em RRD. Projetos de mérito selecionados receberam uma estação meteorológica (Pluvi.on) e um kit.

Promoção Programa Cemaden Educação, apoio da AGU - American Geophysics Union, e contou com parcerias: Instituto Geológico de São Paulo (IG), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Associação dos Geógrafos Brasileiros - (AGB-Bauru), Rede Clima, União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (UNDIME), Secretaria Municipal de Educação e Cidadania de São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Defesa Civil do Estado de São Paulo, Pluvi.On.

Os projetos disponíveis em:

<http://educacao.cemaden.gov.br/aprenderparaprevenir2019>

### **Apresentação de trabalho em Congresso:**

Patricia Mie Matsuo, Tatiana Sussel Gonçalves Mendes, Maria Francisca Azeredo Velloso, Débora Olivato, Selma Silva Leite Flores, Luciana Ferreira Da Silva. Formação de Jovens Educadores em Educação para Redução de Riscos de Desastres. III Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres. 11 a 14 Setembro. Belém - Pará.

**Prêmio** - O Programa Cemaden Educação recebeu o Prêmio Centenial da AGU - American Geophysics Union.

## **6. REDE OBSERVACIONAL e ENGENHARIA**

A rede de observação do Cemaden é composta por 5857 (cinco mil oitocentos e cinquenta e sete) equipamentos de diferentes tipos instalados em todo o território nacional

Os desastres naturais mais recorrentes no Brasil são deflagrados pelos eventos de chuvas intensas ou escassas. Assim, o monitoramento pluviométrico é o principal foco da

rede, sendo realizado através de Radares Meteorológicos e de diferentes tipos de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs).

Os registros de precipitação fornecidos em tempo real pelos instrumentos são observações diretas no processo de avaliação de risco para desastres geológicos (movimento de massa), hidrológicos (inundações, enxurradas e alagamentos), meteorológicos (frentes frias, zonas de convergências e tempestades), e climatológicos (seca, estiagem e incêndios). Esses registros são combinados com fontes indiretas de informação (produtos) para compor os alertas, como imagens de satélites e resultados de modelagem numérica.

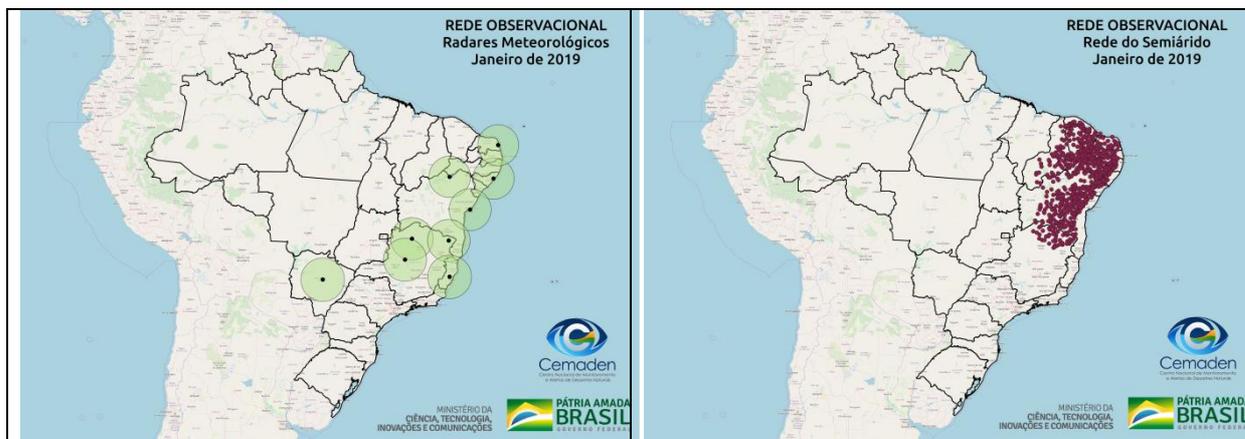
Todas as PCDs são equipadas com um sensor para medir as chuvas (pluviômetro), e quando são dedicadas a um grupo específico de desastre natural, recebem sensores adicionais. São quatro diferentes categorias:

- PCD Pluviométrica,
- PCD Hidrológica (fluviométrica),
- PCD ACQUA (agro meteorológica simples),
- PCD AGRO (agro meteorológica complexa)

Todos os equipamentos - PCDs, Radares, ETRs - estão conectados ao CEMADEN através da Internet via telefonia celular GSM/GPRS ou via banda-larga quando há necessidade de trafegar grandes quantidades de informação.

Os mapas das Figuras abaixo mostram a distribuição espacial de cada um dos grupos listados acima.





## 7. TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E SUPORTE DE REDE

As atividades de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) e Suporte de Rede de Telecomunicações do Cemaden são mantidas por duas áreas distintas. Compete à Divisão de Desenvolvimento de Produtos Integrados (DIPIN), subordinada à Coordenação-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento (CGPD), o desenvolvimento e manutenção dos sistemas de software finalísticos do Centro. Já a área de Infraestrutura de TIC, Redes de Telecomunicações e Suporte ao Usuário compete à Coordenação-Geral de Operações e Modelagens (CGOM).

No período relativo à gestão de 2019, as principais entregas da área de desenvolvimento de sistemas incluiu: i) a evolução continuada e melhorias do Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar), o principal sistema de acompanhamento em tempo real das informações georreferenciadas advindas da rede observacional do Cemaden e de parceiros (dados ambientais de Plataformas de Coletas de Dados, radares, satélites, descargas elétricas e modelos numéricos, dentre outros); ii) a evolução continuada e melhorias do Sistema Integrado de Alertas de Desastres Naturais (Siaden), a plataforma web utilizada pela Sala de Situação para a confecção e emissão dos alertas de ocorrência de desastres naturais; iii) registro de novos radares meteorológicos para uso na Sala de Situação; iv) atualização de informações relativas à vulnerabilidade da população, a exemplo da segunda versão do Índice Operacional de Vulnerabilidade (Inov v2) e da nova camada de ocorrências registradas pelo IG-SP.

Junto com a área de pesquisa em geologia, também foi desenvolvida a primeira versão do sistema de visualização das informações advindas das Plataformas de Coletas de Dados

Geológicas. Estas informações foram disponibilizadas no Salvar e no Mapa Interativo, que é a ferramenta aberta de visualização de dados pela comunidade.

Finalmente, a área desenvolvimento de sistemas também contribuiu para atividades de gestão e fiscalização de contratos, dentre eles: pacotes de SMS, aquisição de equipamentos e moving de videowall.

A área de Infraestrutura de TIC, Redes de Telecomunicações e Suporte ao Usuário é responsável por manter o funcionamento do data center do Cemaden, assim como também de manter as principais linhas de acesso à internet do Centro, que é composta de dois links com a RNP, acrescido de um link redundante contratado de empresa privada. Durante o período da gestão 2019, a área foi responsável por atender aproximadamente 2600 (dois mil e seiscentos) chamados de usuários. A grande maioria dos chamados esteve relacionada à temática de (três maiores categorias): configuração de softwares; configuração/problemas com e-mail; configuração de servidores virtuais para pesquisa, desenvolvimento e operação.

Além das atividades operacionais, esta área também participou ativamente das atividades de fiscalização de contratos relativos às redes de telefonia e pacotes de dados do Centro.

## **8. RELAÇÕES INSTITUCIONAIS – VISITAS E ATIVIDADES DE POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA DE ALERTA E MONITORAMENTO DE DESASTRES NATURAIS, CAPACITAÇÃO EXTERNA DE RECURSOS HUMANOS E INTERCÂMBIO DE CONHECIMENTOS E PRÁTICAS**



Nesta seção apresentam-se informações sobre as visitas e as participações institucionais do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais organizadas e acompanhadas por Analistas de C&T da Coordenação de Relações Institucionais.

No ano de 2019, observou-se um crescimento da demanda de visitantes ao Cemaden proveniente de universidades, defesas civis e instituições de origem governamental e não governamental, especialmente interessadas em:

- Aprimorar conhecimentos,
- Compartilhar práticas e experiências na área de Desastres Naturais, Prevenção e Percepção de Riscos,
- Obter orientações técnico-científicas relacionadas à Ciência de Desastres Naturais
- Realizar conjuntamente atividades de popularização da Ciência de Desastres

### Visitas Acadêmicas, Técnicas e Institucionais

Data	Instituição/ Instituições	Tipologia das Visitas	Nº Visitantes	Duração/hs
22/jan	Alpha Lumen Institute & Massachusetts Institute of Technology - MIT	Visita Acadêmica	9	2:30
26/fev	Poder Legislativo do Estado de São Paulo (Deputada Estadual Letícia Aguiar)	Visita Institucional	3	1:30
08/mar	Defesa Civil do Vale do Paraíba/SP & Defesa Civil de São José dos Campos/SP & Defesa Civil de Campos do Jordão/SP	Visita Técnica	5	2:30
24/abr	Poder Legislativo & Defesa Civil de Resende /RJ	Visita Técnica	3	5:30
25/abr	Ocean Pact/RJ	Visita Técnica	3	4:00
24/maio	Norwegian Research Centre & Energy and Resources Institute Darbari Seth Block & Inpe	Visita Acadêmica	4	3:00
28/maio	Defesa Civil de São José dos Campos/SP	Visita Técnica	4	3:00
30/maio	Faculdade de Tecnologia de Jacareí /SP Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos	Visita Acadêmica	20	3:00
04/jun	Escola Superior de Guerra - ESG/ CAEPE Altos Estudos de Política e Estratégia	Visita Institucional	100	1:00
05/jun	Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA- Mestrado "Sistema Espacial com Nanossatélites para Armazenamento e Transmissão a partir de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) Ambientais em Solo"	Visita Acadêmica	2	1:30
23/ago	Escola Superior de Guerra - ESG/ CGERD Gestão de Recursos e Defesa	Visita Institucional	48	0:30
05/set	Defesa Civil Estadual do Espírito Santo	Visita Técnica	3	6:30
20/set	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo	Visita Técnica	3	1:30
25/set	Fundação Getúlio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo Projeto Belmont Forum <i>The Sustainable Urbanization Global Initiative – SUG</i>	Visita Acadêmica	18	2:00
02/out	Universidade Estadual de Campinas Graduação em Administração Pública Campus Limeira/SP	Visita Acadêmica	22	1:30
15/out	Universidade de São Paulo – EEL/USP Graduação em Engenharia Ambiental Campus Lorena/SP	Visita Acadêmica	18	3:00
04/nov	Universidade Estadual de Campinas Doutorado em Ambiente e Sociedade	Visita Acadêmica	7	3:00

	Campus Campinas/SP			
06/nov	Universidade Federal do Rio de Janeiro –UFRJ - Instituto de Geociências Graduação em Geologia	Visita Acadêmica	46	2:15
07/nov	Defesa Civil de Juiz de Fora/MG	Visita Técnica	5	5:15
02/dez	Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG Campus Almenara/MG	Visita Acadêmica	1	3:00

**Atividades de Popularização da Ciência de Alerta e Monitoramento de Desastres, Capacitação Externa de Recursos Humanos e Intercâmbio de Conhecimentos e Práticas.**

Data	Instituições	Nome do Evento	Participantes	Duração (hs)
05 e 06/abr	Alpha Lumen & Cemaden	3º Science Days	332	20
18/jun	Cemaden & Coordenadoria da Defesa Civil do Vale do Paraíba & Casa Militar e Coordenadoria da Defesa Civil do Estado de São Paulo & Coordenadoria do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo	Workshop Boas Práticas e Ações Integradas	70	8
22 a 27/jul	Cemaden & Defesa Civil de Campo Grande/MS & Defesa Civil do Estado de Mato Grosso do Sul & Defesa Civil de Maracaju/MS	71ª Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC	1.337	54
21 a 27/out	Cemaden & Defesa Civil de Anápolis/GO & CENAD/MDR	16ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Brasília	865	73
21 a 25/out	Cemaden & Unesp de SJ/SP & Unifesp de SJ/SP & Instituto Federal de Jacareí/SP	16ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos	500	27
30/10	Cemaden & Defesa Civil de Guarulhos/SP	Intercâmbio de Conhecimentos e Práticas	8	7
19 e 20/nov	Cemaden & Universidade de Firenze & Unesp - ICT (pós-graduação em Desastres Naturais)	Workshop Brasileiro-Italiano sobre previsão, monitoramento e alertas de Deslizamentos <i>First Brazilian Italian Workshop on Landslides Prediction</i>	40	13

19 e 20/dez	Cemaden & Cruz Vermelha de Nova Friburgo/RJ	Pensando a Prevenção de Desastres na Região Serrana – Formação de Capacidades em Prevenção e Monitoramento	72	9
----------------	---	--	----	---

### **Balanco de Visitas e Atividades**

<b>Visitas Acadêmicas, Técnicas e Institucionais</b>	
Nº Total de Visitas	20
Nº Total de Visitantes	324
Nº Total de Horas	56

### **Atividades de Popularização da Ciência de Alerta e Monitoramento de Desastres, Capacitação Externa de Recursos Humanos e Intercâmbio de Conhecimentos e Práticas.**

<b>Atividades de Popularização, Capacitação Externa e Intercâmbio</b>	
Nº Total de Eventos	8
Nº Total de Participantes	3.224
Nº Total de Horas	211

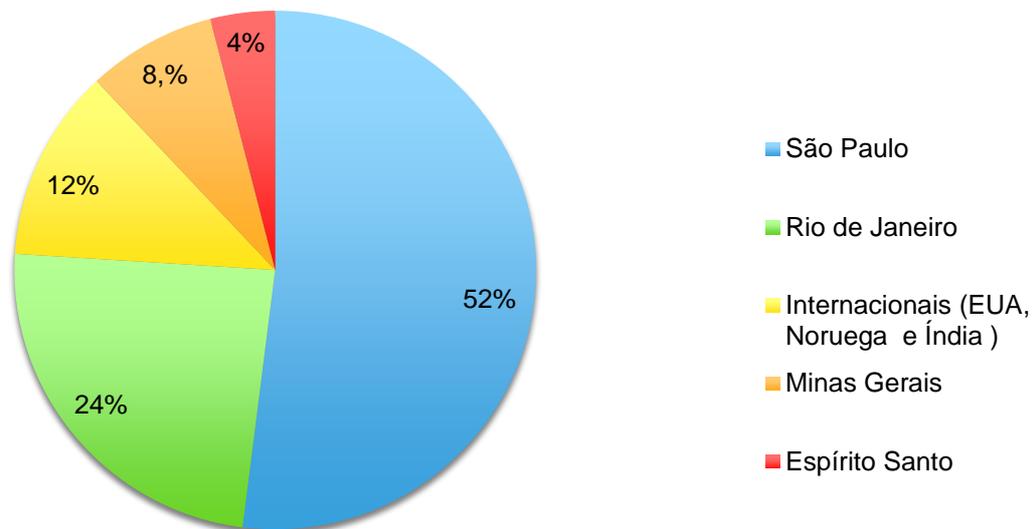
### **Somatório das Visitas Acadêmicas, Técnicas e Institucionais e das Atividades de Popularização da Ciência de Alerta e Monitoramento de Desastres, Capacitação Externa de Recursos Humanos e Intercâmbio de Conhecimentos e Práticas.**

<b>Visitas e Atividades de Popularização, Capacitação Externa e Intercâmbio</b>	
Nº Total	28
Nº Total do Público	3.548
Nº Total de Horas	267

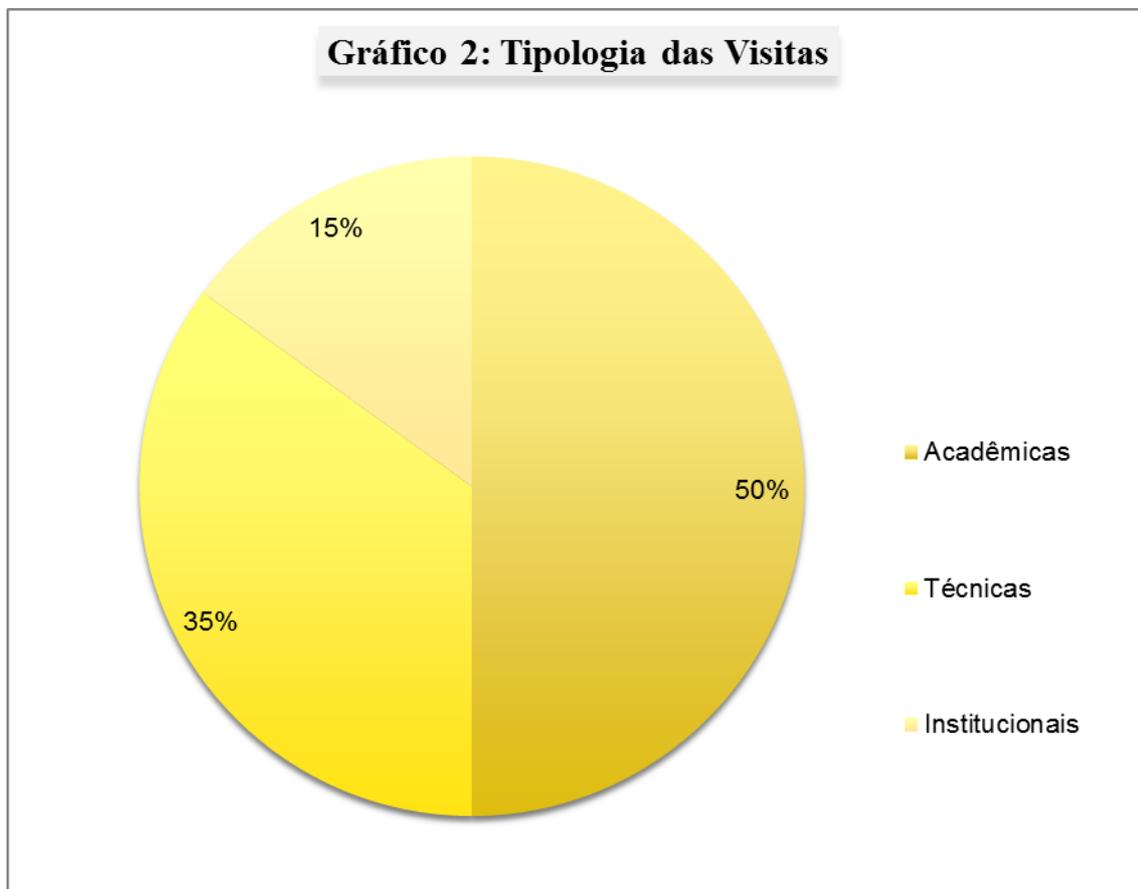
### **Detalhamento das Atividades de Popularização da Ciência de Alerta de Monitoramento e Desastres Naturais, Capacitação Externa de Recursos Humanos e Intercâmbio de Conhecimentos e Práticas – ANO 2019**

Visitantes por Unidades Federativas e Outros Países	Nº
São Paulo	13
Rio de Janeiro	6
Internacionais (EUA, Noruega e Índia )	3
Minas Gerais	2
Espírito Santo	1
<b>Total</b>	<b>25</b>

**Gráfico 1- Visitantes por Unidades de Federação do Brasil e de Outros Países**



Tipo de Visitas	Nº
Acadêmicas	10
Técnicas	7
Institucionais	3
<b>Total</b>	<b>20</b>



**Observação:** Em virtude da peculiaridade das características e das demandas do público visitante do Cemaden, adotou-se a seguinte classificação para as visitas:

**1. Visitas Institucionais** caracterizadas por proporcionarem um conhecimento

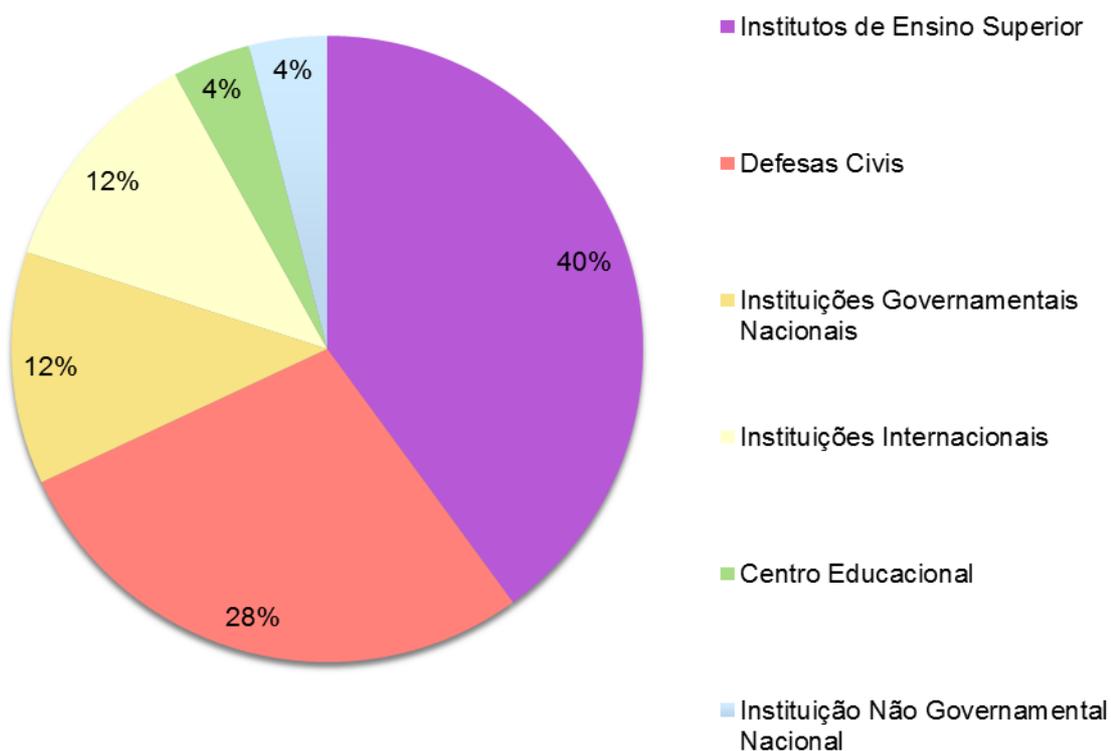
sobre a missão, o histórico e as principais atividades desenvolvidas pela instituição. Em resumo, o principal foco do visitante é conhecer a instituição de forma abrangente.

**2. Visitas Técnicas:** definidas pelo intercâmbio de informações técnico-científicas que objetivam aperfeiçoar, orientar, esclarecer, discutir e compartilhar práticas e experiências relacionadas a contextualizações, problemas e/ou propostas relacionadas a Desastres Naturais, Prevenção e Percepção de Riscos..

**3. Visitas Acadêmicas:** compreendidas pelo atendimento às demandas de conhecimento e investigação individual ou institucional de pesquisadores, docentes e discentes.

Unidade de Federação/ Internacional	Nº
Institutos de Ensino Superior*	10
Defesas Civas*	7
Instituições Governamentais Nacionais*	3
Instituições Internacionais*	3
Centro Educacional	1
Instituições Não Governamentais Nacionais	1
<b>Total</b>	<b>25*</b>

**Gráfico 3: Público das Visitas ao Cemaden**



<b>EVENTOS</b>	<b>Nº PARTICIPANTES</b>
<b>3º Science Days</b>	332
<b>Workshop Boas Práticas e Ações Integradas</b>	70
<b>71ª SBPC</b>	337
<b>16ª SNCT Brasília</b>	865
<b>16ª SNCT São José dos Campos</b>	500
<b>Workshop Brasileiro-Italiano sobre previsão, monitoramento e alertas de Deslizamentos</b>	40
<b>Pensando a Prevenção de Desastres na Região Serrana</b>	72
<b>Intercâmbio de Atividades e Práticas Cemaden e Defesa Civil de Guarulhos/SP</b>	7

<b>Parceiros Institucionais</b>	<b>Nº</b>
<b>Defesas Cívicas</b>	7
<b>Instituições de Ensino Superior Nacionais</b>	4
<b>Instituição de Ensino Superior Internacional</b>	1
<b>Instituições Governamentais</b>	2
<b>Centro Educacional</b>	1
<b>Sociedade de Socorro Voluntária</b>	1
<b>Total</b>	<b>16</b>

A tabela 5 evidencia a importância do estabelecimento de parcerias institucionais para ampliar a participação e/ou realização de Atividades de Popularização da Ciência de Alerta de Monitoramento e Desastres Naturais, Capacitação de Recursos Humanos e Intercâmbio de Conhecimentos e Práticas realizadas pelo Cemaden.

## **9. ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS**

### **9.1 CONTRATOS E SERVIÇOS**

Para execução de suas atividades meio, por meio de terceirização, o CEMADEN conta com contratos continuados de prestação de serviços com dedicação exclusiva de mão de obra, estando, portanto, de acordo com a legislação que veta tal modalidade para as atividades-fim.

O quadro 1 abaixo apresenta os contratos de terceirização vigentes em 2019 e seus respectivos objetos.

Unidade Contratante							
Nome: CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS							
UG/Gestão: 240224							
Contratos Continuados com Dedicção Exclusiva de Mão de Obra vigentes em 2019							
Objeto	Empresa Contratada (CNPJ)	Período Contratual de Execução das Atividades Contratadas		Nível de escolaridade mínimo exigido dos trabalhadores contratados	Área	Numero de Postos	Valor Anual (R\$)
		Início	Fim				
Limpeza e Conservação	10.334.723/0001-80	08/09/2016	08/09/2020	s/exigência	Meio	3	132.328,08
Apoio Administrativo Operacional	04.350.057/0001-71	19/11/2018	19/11/2020	Ens. Médio Completo	Meio	9	317.149,80
Vigilância Patrimonial	01.721.355/0001-32	26/01/2015	26/01/2020	Ens. Fundamental	Meio	4	580.179,60
Secretariado	00.642.107/0001-33	07/11/2019	07/11/2020	Ens. Médio e Superior	Meio	7	359.346,77
Motoristas Profissionais	69.207.850/0001-61	03/09/2018	02/03/2020	Ens. Médio Completo	Meio	4	375.599,52
Copeiragem	14.914.101/0001-82	06/12/2017	06/12/2020	Ens. Fundamental	Meio	2	84.836,40
Recepção	04.350.057/0001-71	19/11/2018	19/11/2020	Ens. Médio Completo	Meio	2	68.216,40
Mensageria	13.109.093/0001-39	01/12/2016	01/12/2019	Ens. Médio Completo	Meio	2	80.153,52

Quadro 1 - Informações sobre os Contratos Continuados com Dedicção Exclusiva de Mão de Obra

Para execução de outras atividades meio e finalísticas, o CEMADEN conta com contratos continuados de prestação de serviços sem dedicação exclusiva de mão de obra. Os serviços prestados de forma contínua são aqueles que, pela sua essencialidade, visam atender à necessidade pública de forma permanente e contínua, por mais de um exercício financeiro, assegurando a integridade do patrimônio público ou o funcionamento das atividades finalísticas do órgão ou entidade, de modo que sua interrupção possa comprometer a prestação de um serviço público ou o cumprimento da missão institucional.

O quadro 2 a seguir apresenta os contratos continuados sem dedicação exclusiva de mão de obra vigentes em 2019 e seus respectivos objetos.

Unidade Contratante							
Nome: CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS							
UG/Gestão: 240224							
Contratos Continuados sem Dedicção Exclusiva de Mão de Obra vigentes em 2019							
Objeto	Empresa Contratada (CNPJ)	Período Contratual de Execução das Atividades Contratadas		Tipo	Área	Valor	Valor Anual (R\$)
		Início	Fim				
Manutenção da rede de radares meteorológicos	10.334.723/0001-80	24/07/2017	24/07/2020	Serviço	Finalística	Global	3183767,76
Manutenção da infraestrutura predial	24.016.172/0001-11	30/01/2015	30/01/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Global	671,796,36
Manutenção da infraestrutura dos sítios de radares meteorológicos	00.899.223/0001-32	09/10/2017	09/10/2020	Serviço	Finalística	Global	1.405.200,00
Controle de vetores e pragas urbanas	12.560.643/0001-79	15/04/2016	15/04/2020	Serviço	Meio	Global	1.688,00
Solução de envio de SMS	12.900.948/0001-82	19/06/2017	19/06/2020	Serviço	Finalística	Estimativo	2.880,00
Manutenção de PCDs pluviométricas	72.121.692/0001-37	18/10/2013	18/10/2019	Serviço	Finalística	Estimativo	4.680.645,92
	02.563.448/0001-49	24/10/2019	24/10/2021	Serviço	Finalística	Estimativo	6.490.794,67
Manutenção de PCDs Hidrológicas	02.563.448/0001-49	30/12/2019	30/06/2022	Serviço	Finalística	Estimativo	4.401.998,11
Fornecimento de dados de descargas atmosféricas	40.190.753/0001-21	10/09/2018	09/09/2020	Serviço	Finalística	Global	820.000,00
Gerenciamento e controle de aquisição de combustíveis em rede de postos credenciados	03.506.307/0001-57	29/06/2018	28/06/2019	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	206.235,72
	03.506.307/0001-57	04/07/2019	03/07/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	194.887,89
Link dedicado de acesso à Internet	04.216.824/0001-54	23/06/2016	23/06/2020	Serviço	Finalística	Global	15.600,00
	05.813.257/0001-86	11/07/2016	11/07/2020	Serviço	Finalística	Global	16.435,10
	09.198.703/0001-40	08/09/2016	08/09/2020	Serviço	Finalística	Global	17.160,00
	11.092.705/0001-00	09/09/2016	09/09/2020	Serviço	Finalística	Global	15.090,00
	10.250.433/0001-59	23/06/2016	23/06/2020	Serviço	Finalística	Global	15.799,92
	05.334.864/0001-63	23/06/2016	23/06/2020	Serviço	Finalística	Global	7.740,00
	02.410.966/0001-22	23/06/2016	23/06/2020	Serviço	Finalística	Global	15.360,00
	02.929.526/0001-86	01/12/2016	1/12/2020	Serviço	Finalística	Global	16.800,00
	12.083.907/0001-40	27/06/2016	27/06/2020	Serviço	Finalística	Global	15.000,00
	63.229.553/0001-30	17/06/2016	17/06/2020	Serviço	Finalística	Global	17.017,08
Agenciamento de viagens internacionais	01.017.250/0001-05	27/09/2017	27/09/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	37.952,01
Agenciamento de viagens nacionais	01.017.250/0001-05	25/04/2018	25/04/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	140.063,50

Seguro automotivo	61.198.164/0001-60	01/06/2015	01/06/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Global	54.107,41
	61.198.164/0001-60	03/11/2015	03/11/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Global	11.506,42
Manutenção de viaturas	58.346.909/0001-86	08/10/2019	07/10/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	141.100,00
	20.752.751/0001-71	08/10/2019	07/10/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	28.259,90
	04.982.434/0001-95	08/10/2019	07/10/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	141.178,00
Outsourcing de impressão	74.537.747/0001-10	22/02/2019	21/02/2023	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	67.706,40
Distribuição de publicidade legal	09.168.704/0001-42	27/04/2017	27/04/2022	Serviço	Meio	Estimativo	30.910,77
Cartas e malote	34.028.316/7101-51	03/12/2014	03/12/2019	Serviço	Meio	Estimativo	100.000,00
Entrega/encomenda expressa	34.028.316/7101-51	13/06/2019	13/06/2020	Serviço	Meio	Estimativo	15.418,68
Telefonia móvel	40.432.544/0001-47	25/07/2017	25/07/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	44.136,96
Telefonia fixa	02.558.157/0001-62	16/07/2017	16/07/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Estimativo	35.253,01
Telemetria	40.432.544/0001-47	02/05/2016	02/05/2020	Serviço	Finalística	Estimativo	1.491.733,20
	18.384.930/0001-51	15/04/2016	15/04/2020	Serviço	Finalística	Estimativo	1.501.968,00
	05.423.963/0001-11	27/06/2016	27/06/2020	Serviço	Finalística	Estimativo	1.525.068,00
	02.558.157/0001-62	02/05/2016	02/05/2020	Serviço	Finalística	Estimativo	1.501.968,00

Quadro 2 - Informações sobre os Contratos Continuados sem Dedicção Exclusiva de Mão de Obra

Por fim, no exercício de 2019 o CEMADEN também celebrou contratos não continuados, tanto para aquisições quanto para serviços. Os serviços considerados não continuados ou contratados por escopo são aqueles que impõem aos contratados o dever de realizar a prestação de um serviço específico em um período predeterminado.

O quadro 3 a seguir apresenta os contratos não continuados celebrados em 2019 e seus respectivos objetos.

Unidade Contratante							
Nome: CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS							
UG/Gestão: 240224							
Contratos Não Continuados em 2019							
Objeto	Empresa Contratada (CNPJ)	Período Contratual de Execução das Atividades Contratadas		Tipo	Área	Valor	Valor Total (R\$)
		Início	Fim				
Banco de Baterias	13.303.289/0001-60	17/12/2019	17/03/2020	Aquisição	Finalística	Global	45.448,00
Apoio/organização de eventos – Arte Gráfica	32.566.370/0001-87	21/10/2019	21/11/2019	Serviço	Finalística	Global	980,80
Apoio/organização de eventos – Transporte e Alimentação	34.820.970/0001-19	21/10/2019	21/11/2019	Serviço	Finalística	Global	22.699,83
Apoio/organização de eventos – Impressos	17.615.848/0001-28	21/10/2019	21/11/2019	Serviço	Finalística	Global	4.862,00
Apoio/organização de eventos – locação de mobiliário	21.452.937/0001-78	21/10/2019	21/11/2019	Serviço	Finalística	Global	18.780,00
Licença em rede (flutuante) do software AutoCAD	03.506.307/0001-57	12/06/2019	11/06/2020	Aquisição	Meio	Global	25.800,00
Instalação, certificação e adequação da infraestrutura de redes digitais	22.214.634/0001-80	12/06/2019	11/06/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Global	560.712,67
Engenharia Comum – instalação de Sistemas de controle de acesso, circuito fechado de televisão e alarme de incêndio	28.104.425/0001-60	17/06/2019	17/12/2020	Serviço	Meio/ Finalística	Global	65.500,00

Quadro 3 - Informações sobre os Contratos Não Continuados

## 9.2 ESTRUTURA FÍSICA - AMPLIAÇÃO

No ano de 2019 o CEMADEN executou obras de Engenharia que possibilitaram a ampliação de seu espaço físico. Até Agosto de 2019 o Centro ocupava uma área de, aproximadamente 1200 m<sup>2</sup> e, com ampliação, passou a ocupar mais de 3.000 m<sup>2</sup>. A execução das obras foram executados por empresas selecionadas através de processos licitatórios, conforme sumarizado a seguir.

### - Contrato N° 11/2018:

Empresa Contratada: CONSTRUMAX CONSTRUÇÕES E EMPREENDIMENTOS - EIRELI;

Objeto: Prestação de serviços comuns de engenharia para ampliação e adequação do espaço do CEMADEN;

**- Contrato N° 12/2018:**

Empresa Contratada: JD PRESTES - EIRELI;

Objeto: Prestação de serviços comuns de engenharia para ampliação e adequação do espaço do CEMADEN (serviços de climatização);

Valor do Contrato: R\$ 2.038.100,00.

**- Contrato N° 02/2019:**

Empresa Contratada: HC SERVIÇOS E PROJETOS LTDA - ME;

Objeto: Prestação de serviços de engenharia comum - instalação de sistemas de controle de acesso, circuito fechado de televisão e alarme de incêndio para o prédio onde está instalada a sede do CEMADEN;



### 9.3 DOAÇÃO DE TERRENO AO CEMADEN PELA PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Em 2019, durante a inauguração das obras de ampliação do CEMADEN o Prefeito de São José dos Campos, passou as mãos do representante do Ministro na Cerimônia, Brigadeiro Maurício Pazini Brandão, o termo de doação do terreno para a construção definitiva da sede do CEMADEN. O terreno, localizado no Parque Tecnológico, matrícula 27.148 no cartório de registro de imóveis, possui 57.629 metros quadrados. A doação foi concedida pela Lei 9.644 de 20/12/2017, aprovada pela Câmara de Vereadores.



#### 9.4 SÍNTESE DA EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA

##### SÍNTESE DA EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA CEMADEN EXERCÍCIO 2019

LIMITE (LOA + 1,5 MI) **R\$ 23.626.075,00**

EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA	
PAGO em 2019	R\$ 8.252.222,16
LIQUIDADOS A PAGAR	R\$ 156.402,72
TED	R\$ 1.836.924,53
INSCRITO EM RAP	R\$ 13.192.303,53
	<b>R\$ 23.437.852,94</b>

SALDO (NÃO EXEC.) R\$ 188.222,06

% DE EXECUÇÃO **99,20%**

EXECUÇÃO por ÁREAS	
Empenhado/Pago até DEZ/2019	
REDE OBSERVACIONAL	15.714.829,73
PARQUE e INFRA-ESTRUTURA	2.197.670,38
ADMINISTRAÇÃO e LOGÍSTICA	3.376.650,36
PARCERIAS (TED)	1.836.924,53
EQUIP. e MAT. PERMANENTE	311.777,94
	<b>23.437.852,94</b>

INDICADORES	UNIDADE	PESO	TOTAL	REALIZADO 2019	RESULTADO OBSERVADO (%)
<b>Físicos e Operacionais</b>					
1. IPUB - Índice de Publicações	Nº/Técnico	2	1,75	35	97%
2. IGPUB - Índice Geral de Publicações	Nº/Técnico	2	2,35	47	100%
3. PPACI - Programas, Projetos e Ações de Cooperação Internacional	Nº	1	5	4	80%
4. PPACN - Programas, Projetos e Ações de Cooperação Nacional	Nº	1	12	12	100%
5. BPRGh - Boletins de Previsão de Riscos Geo-hidrológicos	Nº	2	365	365	100%
6. BMSAE - Boletins de Monitoramento de Sistemas de Abastecimento de Água e Geração de Energia Elétrica	Nº	3	15	19	100%
7. BMSA - Boletins de Monitoramento do Semiárido	Nº	3	12	12	100%
8. NTéc - Notas Técnicas de Análise de Previsão de Riscos de Desastres Naturais no Brasil	Nº	3	365	365	100%
9. PLV - Pluviômetros Automáticos Operacionais	%	2	80%	60%	100%
10. RMA - Radares Meteorológicos Operacionais	%	2	50%	80%	100%
11. PLVSA - Pluviômetros para o Semiárido Operacionais	%	1	40%	30%	75%
12. EshID - Estações Hidrológicas Operacionais	%	2	70%	20%	30%
<b>Administrativo-Financeiros</b>					
13. APD - Aplicação em Pesquisa e Desenvolvimento	%	3	85	87	100%
14. RRP - Relação entre Receita Própria e OCC	%	2	0	0	NA
15. IEO - Índice de Execução Orçamentária	%	2	98	99	100%
<b>Recursos Humanos</b>					
16. ICT - Índice de Investimento em Capacitação e Treinamento de Servidores Públicos	%	2	10	10	100%
17. PRB - Participação Relativa de Bolsistas em relação ao Número Total de Servidores	%	2	47	42%	89%
18. PRPT - Participação Relativa de Pessoal Terceirizado em relação ao Número Total de Servidores	%	1	47	53	100%
<b>Inclusão Social</b>					
19. PPDS - Programas e Projetos Diretos para a Sociedade	Nº	2	2	2	100%

# ANUÁRIO DA SALA DE SITUAÇÃO DO CEMADEN 2017



**CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO  
E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN**



PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente  
Jair Bolsonaro

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES – MCTIC

Ministro de Estado  
Marcos Pontes



CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE  
DESASTRES NATURAIS – CEMADEN

Diretor  
Osvaldo Luiz Leal de Moraes

Coordenador-Geral de Operações e Modelagens – CGOM  
Marcelo Enrique Seluchi

# **Anuário da Sala de Situação do Cemaden 2017**

São José dos Campos – SP

2019



## **COORDENAÇÃO E EQUIPE TÉCNICA**

### **Coordenação-Geral**

Marcelo Enrique Seluchi

### **Equipe Técnica**

Andrezza Marques Ferreira

Fernanda Bluyus Aguiar

Kelen Martins Andrade

Maria das Dores da Silva Medeiros

Marisa Pulice Mascarenhas

Rafael Alexandre Ferreira Luiz

Regina Tortorella Reani

Regla de La Caridad Duthit Somoza

Rodrigo Augusto Stabile

Rodrigo Silva da Conceição

Silvia Midori Saito

Tiago Bernardes

Tulius Dias Nery

## ELABORAÇÃO

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS –  
CEMADEN

Coordenação-Geral de Operações e Modelagens (CGOM)

Estrada Doutor Altino Bondesan, 500 - Distrito de Eugênio de Melo, São José dos  
Campos/SP - 12.247-016 - Brasil

Telefone: 55 11 3205-0100

URL: <http://www.cemaden.gov.br>

[contato@cemaden.gov.br](mailto:contato@cemaden.gov.br)

Todos os direitos reservados. Reprodução autorizada mediante registro de créditos à fonte.  
(Lei n. 9.610/98).

Disponível também em: [www.cemaden.gov.br](http://www.cemaden.gov.br)

Fotografia da capa: Sala de Situação do Cemaden em São José dos Campos, SP.

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Ficha Catalográfica.

A636 Anuário da sala de situação do CEMADEN, 2017 / Centro Nacional de  
Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. - Vol.1, n.1 (2019) . -- São José dos  
Campos: CEMADEN, 2019.

52 p.: il.

Anual.

1. Desastre - Monitoramento. 2. Desastre - Prevenção. 3. Gerenciamento de  
risco. I. CEMADEN. II. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.

CDU 502.17-047.36

Ficha catalográfica elaborada por: Lorena Nelza F. Silva – CRB-1/2474

## SUMÁRIO

Apresentação	7
Introdução	9
1. Sala de situação e rede observacional	11
2. Metodologia e conceitos	17
2.1 Envio de alertas: breve descritivo	18
2.2 Registro de ocorrências: breve descritivo	20
3. População em risco nos municípios monitorados	24
4. Síntese dos Alertas enviados no ano de 2017	27
4.1 Eventos meteorológicos do ano de 2017	28
4.2 Alertas emitidos por região	31
5. Eventos com ocorrência em 2017	37
5.1 Magnitude e impacto dos eventos	38
5.2 Distribuição geral dos eventos ao longo do ano	42
5.3 Distribuição dos eventos por região	43
6. Relações entre alertas e eventos ocorridos	46
Referências bibliográficas	50

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) é uma Unidade de Pesquisa do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações cuja missão é gerar conhecimento na área de desastres hidrogeometeorológicos que sejam os pilares para a emissão de alertas e, conseqüentemente, auxiliem a preservação de vidas. A tarefa de emissão de alertas é o lado operacional do Cemaden, que não raramente é confundida como sendo nossa única atividade. Para que nossa missão seja cumprida, no entanto, fazemos também Ciência de alta qualidade, capacitamos recursos humanos e também contribuimos com a cultura da prevenção a desastres. Mas, sendo os alertas a principal janela através da qual nos comunicamos com a sociedade, é importante apresentarmos o resultado de nossa produção, para que possamos imprimir à nossa ação uma dinâmica de reflexão e aprimoramento contínuos. É sob essa ótica que apresento este Anuário.

Isso posto, ressalto que este trabalho não deve ser olhado como dados cartoriais que registram e certificam ocorrências. Ele deve ser olhado como referencial para dizer como estamos cumprindo a nossa missão e onde devemos nos concentrar para obter melhores resultados. E eu gostaria de destacar aqui o desafio que essa tarefa enseja. O teste mais simples para saber se os alertas emitidos são eficientes, e em casos extremos eficazes, é comparar o alerta emitido com o desastre alertado. Saber se o nível do alerta corresponde ao nível do impacto daquele desastre. Comparar o momento de emissão do alerta com o tempo no qual o desastre ocorreu. Em ciência linear comparação desse tipo é simples, pois, de maneira geral, as equações que modelam o sistema possuem solução analítica e quase sempre é possível realizar um experimento para testar a hipótese. Mas esse não é o caso da Ciência de Desastres.

Os fenômenos que provocam os desastres que o Cemaden monitora não são lineares. Eles são preditos em termos de probabilidades que, em muitos eventos, possuem grande incerteza. Outras variáveis entram nessas equações: as variáveis antrópicas que tornam esse problema mais complexo do que aqueles que os físicos chamam de “sistema com infinitos graus de liberdade” e estão muito longe de qualquer possibilidade de linearização. Ademais, no caso do problema enfrentado pelo Cemaden, comparar as previsões com as realizações depende de um banco de dados de desastres (onde, quando, como) que não está disponível. Ter informações confiáveis de eventos é crucial para avaliarmos o nosso trabalho e um banco de dados de desastres não pode ser, apenas, concebido como alocação de informações para gerar subsídios do governo federal. Ter informações de falsos alertas é, da mesma forma, essencial para a gestão interna. Tal tipo de informação, que nos falta hoje, otimizaria a aplicação de recursos dispendidos na manutenção da rede observacional e apontaria onde os esforços de pesquisas devem ser concentrados.

Em síntese, o Anuário é um referencial para a operação, para a pesquisa, para a gestão e para a colaboração com nossos principais parceiros: as defesas civis.

Ao colocar este Anuário na vitrine, não poderia deixar de agradecer à equipe que a ele se dedicou. Ao se dedicarem à sua elaboração, esses servidores demonstram o apreço e o zelo para com aquilo que fazem. Há, adicionalmente, nas páginas que seguem, a confirmação, essa sim linear, do quanto o Cemaden contribui para a gestão de risco no Brasil por meio de um grupo qualificado e multidisciplinar de profissionais.

Finalmente, desejo expressar que a forma e o conteúdo do Anuário podem ser aprimorados e, para isso, aceitamos sugestões e contribuições. Outras edições para os anos subsequentes, e quiçá para os anos pretéritos, servirão para o Cemaden auxiliar no desenvolvimento da Política Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres e cumprir o compromisso assumido com a sociedade brasileira: usar a Ciência como plataforma para a tomada de decisões sólidas que, no nosso caso, preservem vidas e contribuam para uma sociedade resiliente.

Oswaldo Luiz Leal de Moraes  
Diretor do Cemaden

## INTRODUÇÃO

O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) foi criado pelo Decreto Presidencial nº 7.513, de 1º de julho de 2011, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), com a missão de realizar o monitoramento das ameaças naturais em áreas de risco de municípios brasileiros suscetíveis à ocorrência de desastres naturais, além de realizar pesquisas e inovações tecnológicas que possam contribuir para a melhoria de seu sistema de alerta antecipado, com o objetivo final de reduzir o número de vítimas fatais e prejuízos materiais em todo o país.

De fato, a sequência de desastres naturais significativos no Brasil entre 2007 e 2011 — como os deslizamentos, os fluxos de detritos e as inundações no Vale do Itajaí-SC em 2008, os deslizamentos em Ilha Grande e Angra dos Reis-RJ e as inundações em São Luiz do Paraitinga-SP no verão de 2009/2010, as inundações e deslizamentos nos estados de Pernambuco e Alagoas em 2010, culminando no mega desastre da Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011, quando foram registradas 947 mortes, mais de 300 pessoas desaparecidas e milhares de desalojados e desabrigados, além de severas perdas econômicas, destruição de moradias e infraestrutura, em decorrência de enxurradas, deslizamentos e fluxos de detritos — evidenciou a demanda por um sistema de alerta que reunisse competências científicas e tecnológicas de várias áreas do conhecimento. Assim, em fevereiro de 2011 o então Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) foi chamado a integrar o grupo de trabalho coordenado pela Casa Civil da Presidência da República criado com o objetivo de elaborar um plano de prevenção e enfrentamento dos desastres naturais. Coube ao MCTI, com a criação do Cemaden, a responsabilidade de implantar um sistema de alertas antecipados da probabilidade de ocorrência de desastres naturais associados aos fenômenos naturais que mais causam vítimas fatais no país, os deslizamentos de encostas e as inundações, por meio da utilização de tecnologias modernas de monitoramento e previsões hidrometeorológicas e geodinâmicas, e do seu aperfeiçoamento contínuo, através da promoção de desenvolvimento científico e tecnológico para avançar na qualidade e confiabilidade dos alertas, e na prevenção e mitigação dos desastres.

No escopo do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, o Cemaden monitora, atualmente, 958 municípios distribuídos em todas as regiões brasileiras. Os municípios monitorados pelo Cemaden têm mapeamento das áreas de risco identificadas prioritariamente pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), sendo este um pré-requisito para o município entrar em monitoramento pelo Centro, e têm histórico de registros de desastres naturais decorrentes de movimentos de massa e/ou resultantes de processos hidrológicos (inundações, enxurradas, grandes alagamentos).



Este Anuário está organizado em seis capítulos. O primeiro capítulo é dedicado à apresentação da sala de situação e da rede observacional do Cemaden. No capítulo 2, são descritos os métodos e conceitos vinculados ao monitoramento e à emissão de alertas pelo Cemaden, assim como, ao registro de ocorrências dos processos geo-hidrológicos monitorados. O capítulo 3 apresenta um panorama geral da população residente em áreas de risco nos municípios monitorados, subsidiando a discussão nos capítulos posteriores. O capítulo 4 sintetiza os alertas enviados pelo Cemaden no ano de 2017 e as condições meteorológicas associadas, enquanto o capítulo 5 analisa os eventos com registro de ocorrências nos municípios monitorados. Por fim, o capítulo 6 trata da relação entre os alertas e os eventos com ocorrências registradas.

## 1. SALA DE SITUAÇÃO E REDE OBSERVACIONAL



A Sala de Situação do Cemaden opera 24 horas por dia ininterruptamente. É composta por uma equipe multidisciplinar de especialistas nas áreas de geodinâmica, extremos meteorológicos, extremos hidrológicos e desastres naturais.

Os alertas emitidos pela equipe multidisciplinar do Cemaden são encaminhados ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), órgão do atual Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), que os encaminha às defesas civis estaduais e municipais e é o responsável pelas ações de preparação e resposta a desastres. O processo é contínuo e dependente de todas as partes (Figura 1) para que as informações sobre os desastres naturais possam compor os bancos de dados e serem utilizadas para a geração de conhecimento científico-tecnológico para o uso futuro na gestão de riscos e prevenção de desastres naturais.

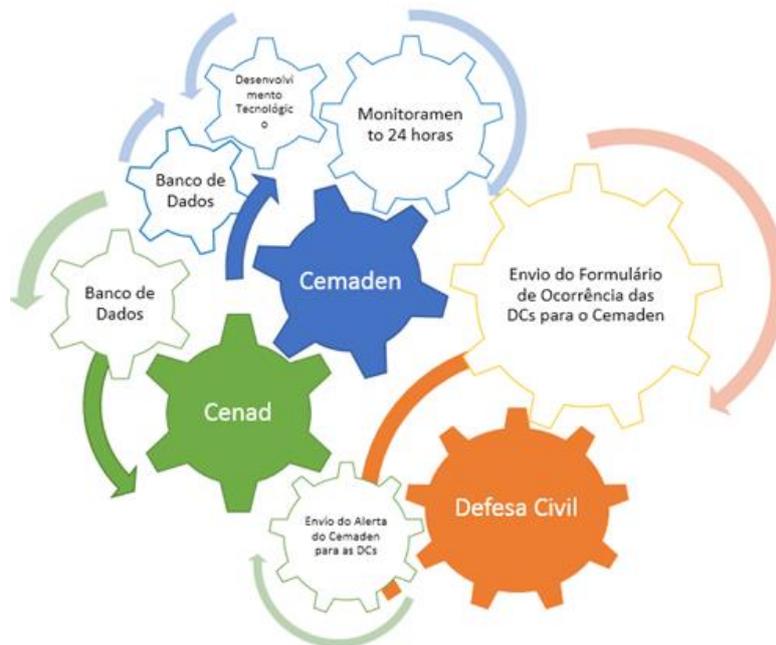
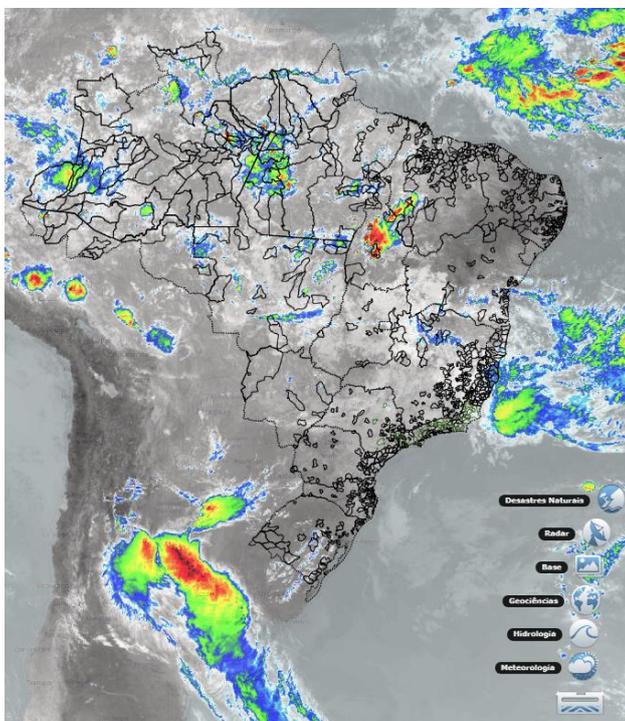


Figura 1: Processo de emissão de um alerta de desastre natural.

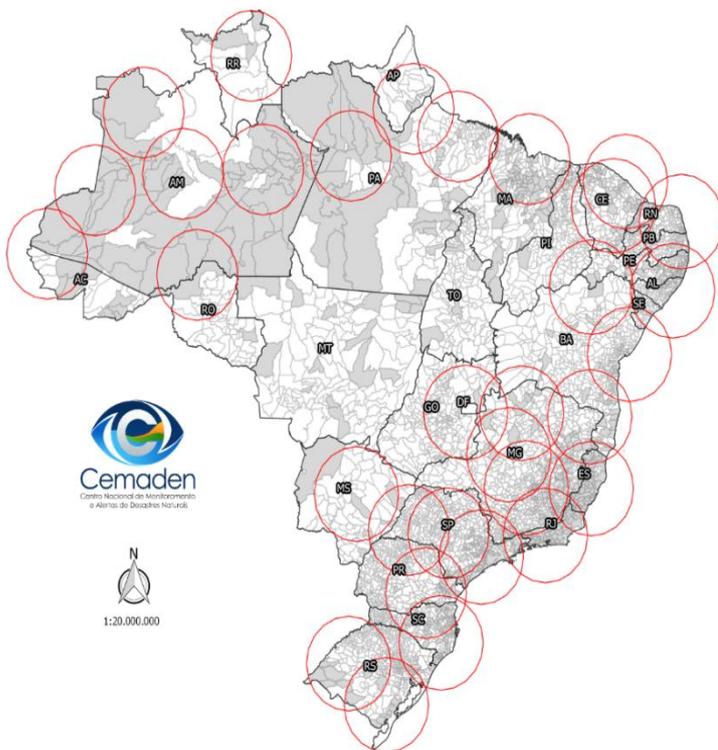
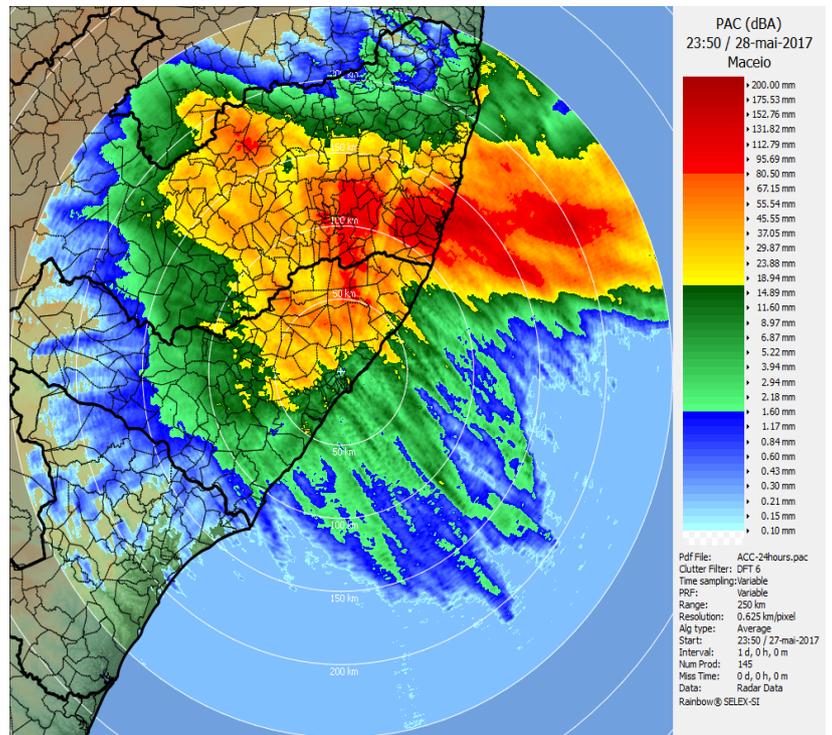
Para o auxílio no monitoramento e no desenvolvimento de tecnologias e pesquisas, o Cemaden possui uma rede de observação própria que dispõe de 3.139 pluviômetros automáticos, 186 estações hidrológicas e 9 radares meteorológicos que, conjuntamente com equipamentos e informações resultantes de parcerias com outras instituições, como 27 radares meteorológicos, imagens de satélite, dados de descargas atmosféricas, modelos numéricos de previsão do tempo, entre outros, compõem sua rede de monitoramento na plataforma Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar). Além disso, o Centro desenvolve projetos com outras soluções e equipamentos, como sensores de umidade do solo e modelos geo-hidrológicos.



A plataforma Salvar consiste em um sistema computacional que realiza a integração de dados geoespaciais para visualização e acesso à informação pela Sala de Situação e demais áreas do Cemaden. O objetivo principal do Salvar é o de agregar informações úteis para o processo de tomada de decisão pela Sala de Situação do Cemaden. Para isso, integra informações de alertas vigentes e áreas passíveis de monitoramento na forma de polígonos, imagens de radar, previsões de modelos numéricos, classificações de uso e cobertura da terra, informações observadas por Plataformas de Coletas de Dados (PCDs) do Cemaden e de parceiros, dentre outras.

## RADAR METEOROLÓGICO

Os radares meteorológicos do Cemaden têm raio de alcance de até 400 km e foram instalados em diferentes regiões do território brasileiro. Considerada uma ferramenta essencial para a previsão de chuva de curtíssimo prazo (*nowcasting*), o radar meteorológico é capaz de estimar a intensidade da precipitação, seu deslocamento e a precipitação acumulada em cenas que são atualizadas a cada 10 a 30 minutos. A imagem ao lado apresenta a estimativa de precipitação acumulada pelo radar Maceió no dia 28/05/2017.



A rede de radares é composta por 32 radares de diferentes órgãos: Cemaden - 9 unidades, Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) - 1 unidade, Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea) - 6 unidades, Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet) - 2 unidades, Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam) - 11 unidades, Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar) - 1 unidade, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) - 2 unidades. A Figura ao lado mostra a distribuição e cobertura dos radares (círculos em vermelho) sobre os municípios monitorados pelo Cemaden (preenchidos em cinza).

### PLUVIÔMETROS AUTOMÁTICOS

Os pluviômetros automáticos do Cemaden estão distribuídos em todo o território nacional, priorizando os municípios monitorados e o histórico de desastres naturais local. Estes equipamentos transmitem dados de chuva acumulada em milímetros a cada 10 minutos sendo, então, processados e disponibilizados para a Sala de Situação do Cemaden. Os dados gerados pelos pluviômetros automáticos estão disponíveis para a sociedade através do Mapa Interativo, acessível pelo website do Cemaden ([www.cemaden.gov.br/mapainterativo](http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo)).

A imagem à direita apresenta um gráfico com os acumulados a cada 10 minutos registrados no dia 17/02/2017 pelo pluviômetro automático 510730501A no município de São José do Rio Claro (MT).

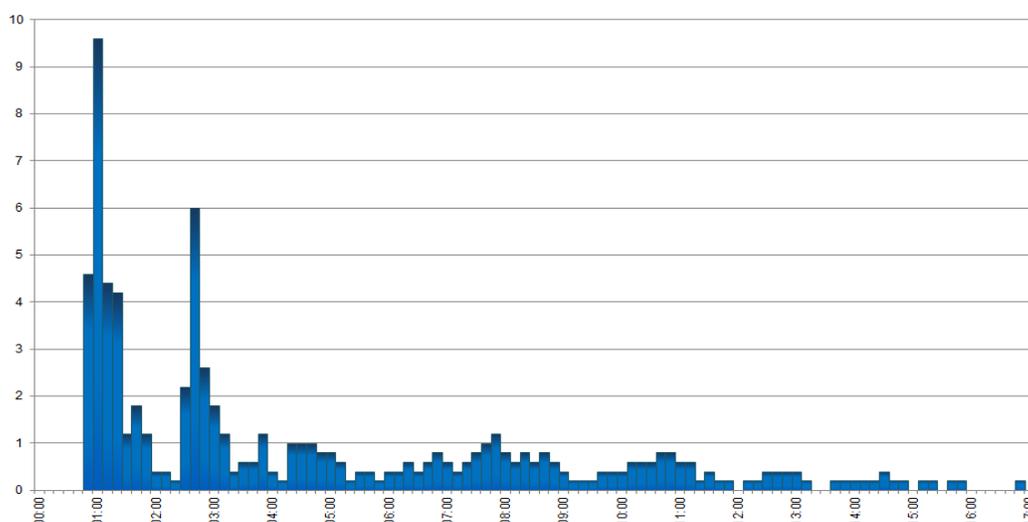


Gráfico 1. Acumulados de chuva registrados para São José do Rio Claro (MT) – 17/02/2017

### ESTAÇÕES HIDROLÓGICAS

As estações hidrológicas do Cemaden possibilitam o monitoramento do nível dos rios em função da presença de um sensor do tipo radar que mede a distância do nível da lâmina d'água ao sensor e este dado é comparado com a seção topográfica do rio, medindo assim o nível do rio naquele ponto. Na estação também existe um sensor de precipitação, um pluviômetro do tipo bascula e incluem uma câmera integrada ao *datalogger* de maneira a permitir registros fotográficos em tempo real da situação do rio. A imagem ao lado é da estação hidrológica do Cemaden localizada no Igarapé do Quarenta (estação número 130260301H) no município de Manaus e registra o momento em que um imóvel foi arrastado para o curso d'água após uma precipitação no dia 27/11/2016.



Juntamente com o Salvar, o Cemaden desenvolveu o Sistema Integrado de Alerta de Desastres Naturais (SIADEN), que consiste em um sistema computacional que agrega as informações referentes aos alertas enviados pelo Cemaden para os municípios monitorados, permitindo o cadastro de informações sobre os municípios e suas áreas de risco, bem como criação, atualização e visualização de alertas.

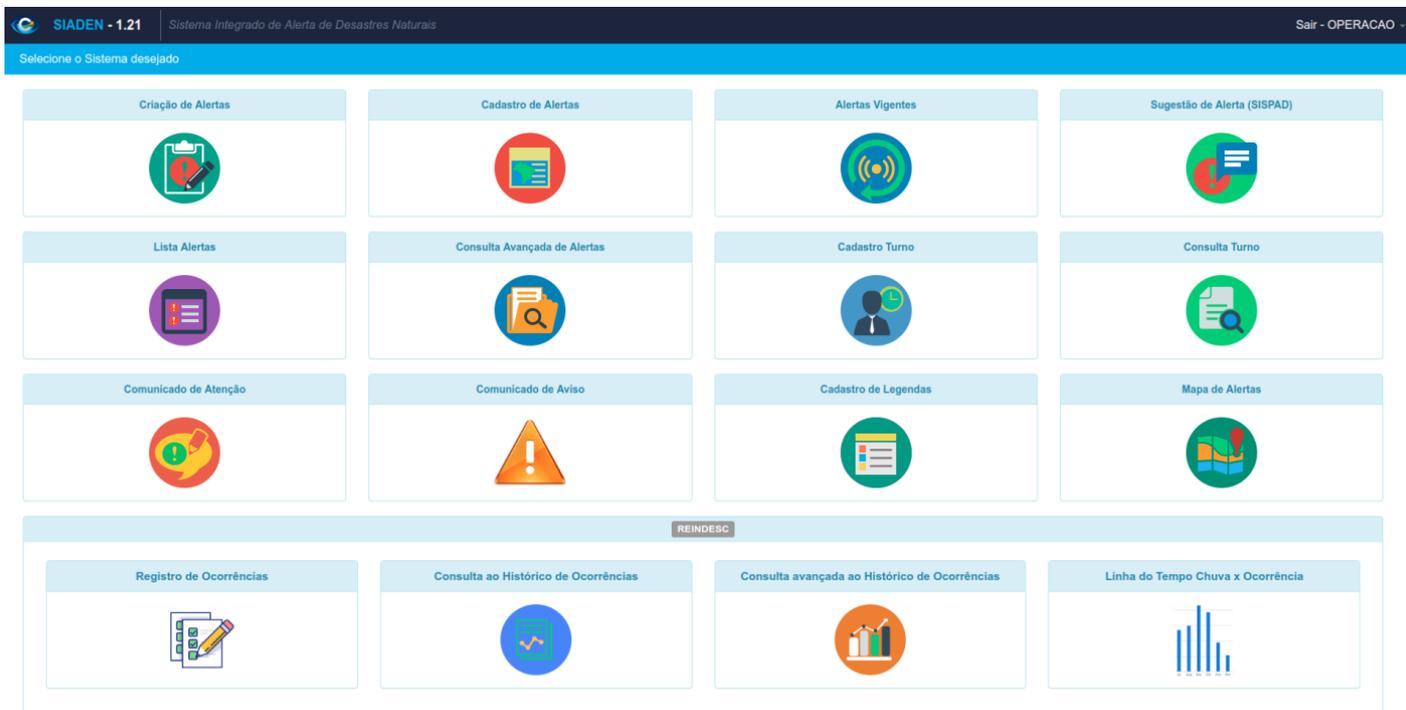


Figura 2. Tela inicial do SIADEN.

## 2. METODOLOGIA E CONCEITOS

O Cemaden monitora os desastres naturais relacionados aos grupos **Hidrológico** e **Geológico**, conforme descrito na Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE.

No grupo Hidrológico, os subgrupos monitorados são Enxurrada, Inundação e Alagamentos.



A **enxurrada** pode ser identificada pelo escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (do rio). Provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Este processo apresenta grande poder destrutivo.

Estes eventos podem durar minutos ou horas, dependendo da intensidade e da duração da chuva, da topografia, das condições do solo e da cobertura do solo.



**Inundação** é o processo em que ocorre submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual em áreas de planície, geralmente ocasionado por chuvas distribuídas e alto volume acumulado na bacia de contribuição.



Os **alagamentos** são caracterizados pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

No grupo Geológico, os subgrupos monitorados pelo Cemaden são Movimentos de Massa, que é subdividido nas tipologias: Quedas/Tombamentos/Rolamentos; Deslizamentos/Escurregamentos; Fluxo de Detritos e lama; e Subsidência e Colapsos.



**Quedas** são movimentos em queda livre de fragmentos rochosos (de volumes variáveis) que se desprendem de taludes íngremes. Quando um bloco rochoso sofre um movimento de rotação frontal para fora do talude o movimento de massa é classificado como **Tombamento**.

**Rolamentos** são movimentos de blocos rochosos ao longo de encostas que geralmente ocorrem devido aos descalçamentos.



**Deslizamentos ou Escorregamentos** são movimentos de solo e rocha que ocorrem em superfícies de ruptura. Quando a superfície de ruptura é curvada no sentido superior (em forma de colher) com movimento rotatório em materiais superficiais homogêneos, o movimento de massa é classificado como **Deslizamento Rotacional**. Quando o escorregamento ocorre em uma superfície relativamente plana e associada a solos mais rasos, é classificado como **Deslizamentos Translacionais**.



Os **Fluxos de Lama e Detritos**, também chamados **Corridas de Massa**, são movimentos de massa extremamente rápidos e desencadeados por um intenso fluxo de água na superfície, em decorrência de chuvas fortes, que liquefaz o material superficial que escoia encosta abaixo em forma de um material viscoso composto por lama e detritos rochosos. Esse tipo de movimento de massa se caracteriza por ter extenso raio de ação e alto poder destrutivo.



**Subsidência e Colapsos** são movimentos de massa caracterizados por afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.

## 2.1 Envio de alertas: breve descritivo

Os alertas emitidos pelo Cemaden são classificados em três níveis de risco: **Moderado**, **Alto** e **Muito Alto**. Os níveis do alerta são resultado da combinação da possibilidade de ocorrência e do impacto potencial, relacionando valores de precipitação (índice pluviométrico observado), previsão meteorológica (estimativas de precipitação) e vulnerabilidade (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2013)<sup>1</sup>.

Quadro 1. Matriz de risco e nível de alerta incluindo a cor que está associada a cada nível.

Matriz de níveis de alerta		Impacto Potencial		
		Moderado	Alto	Muito Alto
Possibilidade de Ocorrência	Muito Alto	Moderado	Alto	Muito Alto
	Alto	Moderado	Alto	Alto
	Moderado	Observação	Moderado	Moderado

<sup>1</sup> Ministério da Integração Nacional (2013). Secretaria Nacional de Defesa Civil. Portaria Conjunta n.148, de 18 de dezembro de 2013. *Protocolo de Ação Integrada*. Diário Oficial da União (DOU). Portaria 148, N.249. Anexo 1. Seção 1. pp. 58. Brasília, DF.

Com base na previsão meteorológica, no histórico de ocorrências e nas condições geo-hidrológicas do município, o Cemaden emite o alerta de risco, baseado na Matriz de Risco e Nível (Quadro 1), e o encaminha ao Cenad, que por sua vez o repassa a defesas civis e demais entidades. Quando a situação meteorológica volta à normalidade o Cemaden emite o cessar do alerta e dá continuidade ao monitoramento.

Para a emissão de alertas, o Cemaden utiliza diferentes instrumentos observacionais e de estudo que integram a plataforma Salvar, como radares, imagens de satélite<sup>2</sup>, modelos numéricos, descargas elétricas, pluviômetros, estações fluviométricas, além de elementos que complementam o monitoramento, como a previsão meteorológica.

Adicionalmente aos instrumentos observacionais, o Cemaden utiliza também o mapeamento das áreas de risco para a emissão do alerta. O mapeamento é o produto dos levantamentos realizados, em sua grande maioria, pela CPRM. Através dos levantamentos realizados é possível identificar as áreas de risco, assim como a tipologia e o impacto potencial.

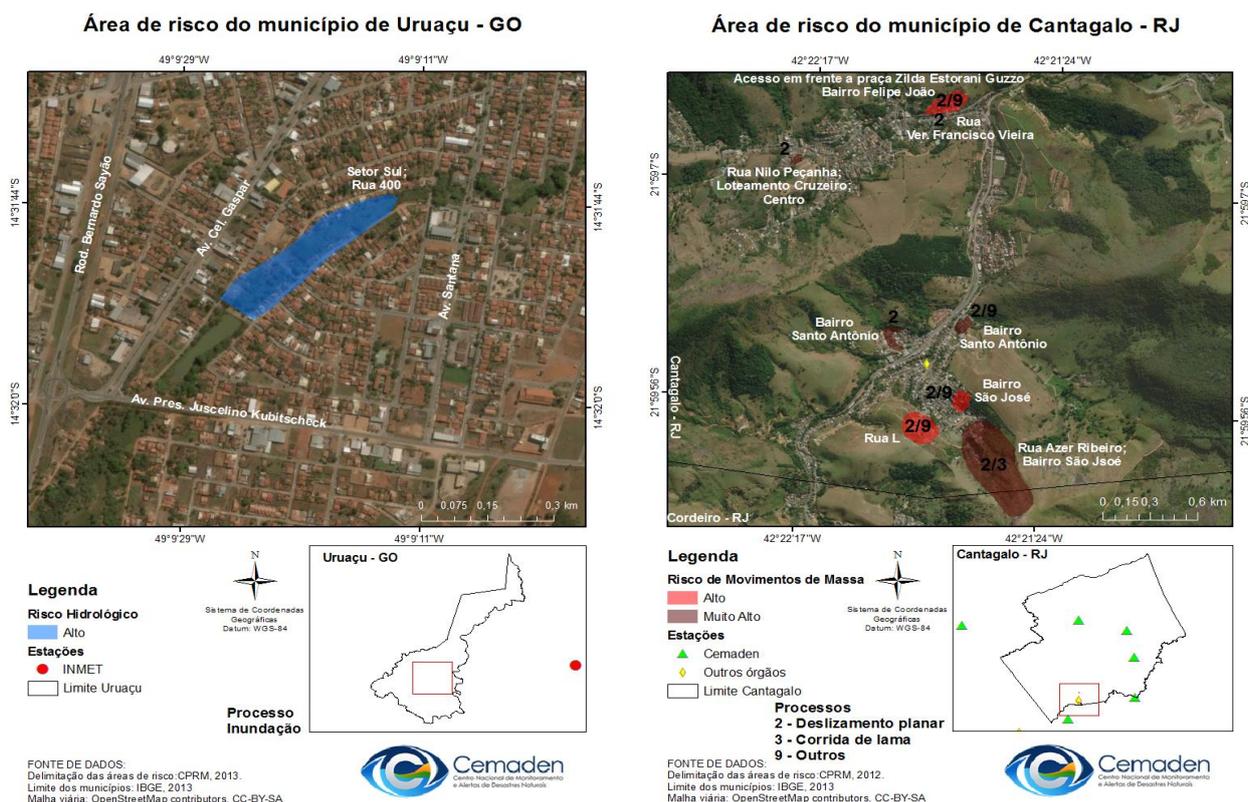


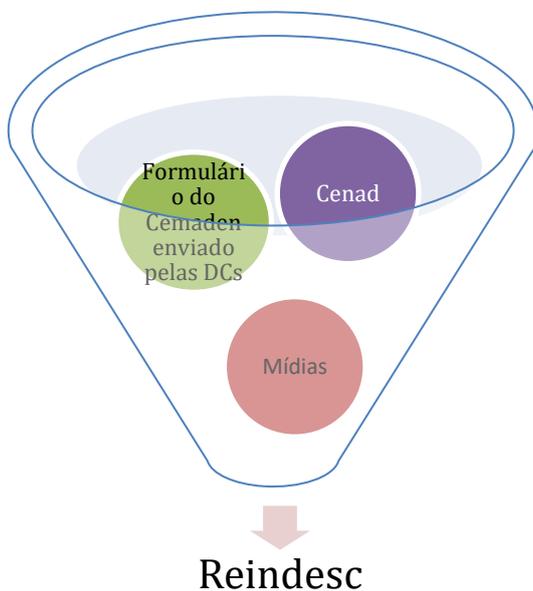
Figura 3. Cartogramas para cada tipologia de risco identificado pela CPRM.

<sup>2</sup> O Cemaden utiliza dados de satélites do CPTEC/Inpe e também de satélites estrangeiros, disponibilizados pela Nasa, NOAA e por organizações europeias.

O impacto potencial se refere ao nível do risco do mapeamento, bem como ao número de pessoas e moradias em risco, conforme exemplificam os dois levantamentos realizados pela CPRM (Figura 3).

Sendo assim, com base na observação da situação meteorológica e no conhecimento das características de cada município monitorado, e de suas áreas de risco, são enviados os alertas de risco moderado, alto ou muito alto para movimentos de massa e riscos hidrológicos. Tal conhecimento é possível a partir do levantamento de dados e pesquisas fornecidas por instituições de pesquisa, órgãos públicos, defesas civis estaduais e municipais, além de dados observados em campo e no banco de dados do Cemaden, como limiares críticos de deslizamento, cotas de transbordamento de rios e histórico de ocorrências.

Cumprе mencionar que o Cemaden possui parceria com diversas instituições, com destaque ao uso de dados para monitoramento e alerta disponibilizados pela CPRM, Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e órgãos estaduais ou municipais como: Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), Cemig, Simepar, Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), Funceme, Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (Saisp), Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas da Prefeitura de São Paulo (CGE), Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro (Alerta Rio), entre outros.



## 2.2 Registros de ocorrências: breve descritivo

A peculiaridade da forma como o Cemaden busca informações para possibilitar a tomada de decisão voltada para o envio de alertas de desastres naturais fomentou a criação de um banco de dados para Registro de Eventos de Inundação e Deslizamentos do Cemaden (Reindesc).

No Reindesc, são registradas ocorrências relativas aos eventos monitorados pelo Cemaden. Estas informações são utilizadas tanto para verificação de alertas enviados como para auxílio à identificação de cenários de risco favoráveis ao envio de alertas futuros.

Adicionalmente, o banco de dados serve de subsídio para a realização de pesquisas e diagnósticos da distribuição dos eventos nos municípios monitorados pelo

Centro ao longo dos anos.

As fontes de informações oficiais são usadas para início dos registros<sup>3</sup>:

- a) Cenad (relatórios enviados diariamente e registros da base de dados *online*);
- b) Sites de agências oficiais (defesas civis estaduais, agências federais de gerenciamento de recursos e serviços específicos);
- c) Formulários de Ocorrências enviados sob demanda às defesas civis de municípios monitorados pelo Cemaden.

Assim, o banco é alimentado com informações provenientes dos Formulários de Ocorrência enviados pelas Defesas Civas dos municípios juntamente com informações disponibilizadas pelo Cenad. Em caso de ausência de dados oficiais, *sites* de notícias *online* nacionais e regionais são vasculhados na rede em busca de informações para criação de novos registros. Em ambos os casos as diferentes fontes são usadas para confirmar ou complementar aquelas usadas inicialmente de forma a preencher com o maior detalhe possível os parâmetros necessários à descrição dos eventos.



O Formulário de ocorrência pode ser acessado através do link:

<http://www.cemaden.gov.br/ocorrencias/index.php>

Cada registro no Reindesc equivale a um evento causado por ameaças de origem natural, que provocou danos humanos e/ou econômicos à população. Os eventos devem ser de tipologias monitoradas pelo Cemaden, ou seja, hidrológicos (que incluem inundação, enxurrada) e geológicos (que incluem movimento de massa).

O registro é composto pelo seguinte conjunto de informações:

- I. Parâmetros de identificação (data e horário (GMT), tipo de processo, magnitude e localização);
- II. Qualificação do indicador de precisão (de horário e localização);
- III. Danos causados (óbitos, feridos/enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros);

---

<sup>3</sup> O número de ocorrências/eventos registrado para o universo de municípios monitorados não deve ser considerado como absoluto, mas sim correspondente ao que pôde ser averiguado junto às fontes e enquadrado no registro.

- IV. Parâmetros adicionais (vinculação a áreas de risco mapeadas, nível e nome do rio, solicitação de auxílio em instâncias superiores de governo e fontes de informação);
- V. Informação sobre solicitação de estado de calamidade pública e situação de emergência.

A magnitude (pequeno, médio e grande porte) é associada ao evento conforme critérios previamente estabelecidos para eventos hidrológicos e geológicos (Quadro 2).

Quadro 2. Definições da magnitude associada ao evento

Eventos hidrológicos	Eventos geológicos
<b>Pequeno Porte</b> - Ocorrências isoladas (pequenos e rápidos) de alagamentos, transbordamento de córregos/rios, enxurradas E/OU eventos com danos em nível de ruas e bairros e com resposta rápida; sem declaração ou reconhecimento de situação de emergência e sem informação sobre grandes danos e vítimas (Afetados).	<b>Pequeno Porte</b> - Eventos de deslizamentos pontuais e induzidos, queda de barreiras, talude E/OU eventos com danos pontuais; pequenos deslizamentos; sem declaração ou reconhecimento de situação de emergência e sem informação sobre grandes danos e vítimas (Afetados).
<b>Médio Porte</b> - Eventos significativos de alagamentos, enxurradas E/OU inundações bruscas ou graduais E/OU com danos em nível de bairros com resposta mais lenta e interrupção de tráfego; o município declarou ou foi reconhecido como em SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA e há informação sobre danos e vítimas (Afetados).	<b>Médio Porte</b> - Eventos esparsos e/ou eventos com danos significativos em nível local; deslizamentos médios com material remobilizado, em encostas naturais e/ou vários deslizamentos em taludes e quedas de barreiras em rodovias; o município declarou ou foi reconhecido como em SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA e há informação sobre danos e vítimas (Afetados).
<b>Grande Porte</b> - Eventos de grande impacto e danos atingindo serviços essenciais em nível de município (com grande número de desabrigados ou desalojados/vítimas); o município declarou ou foi reconhecido como em SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA ou em ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA e há informação sobre afetados - danos e vítimas (inclusive fatais).	<b>Grande Porte</b> - Eventos generalizados, eventos com danos regionais e/ou grandes deslizamentos E/OU corridas de detritos de grande extensão; o município declarou ou foi reconhecido como em SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA ou em ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA e há informação sobre afetados - danos e vítimas (inclusive fatais).

Como auxílio à indicação dos níveis de magnitude e graus de impacto dos eventos, são registradas ainda as informações de declaração de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) pelos municípios.

Os danos registrados referem-se apenas a danos humanos e seguem o padrão informado nos Formulários de Informações de Desastres (FIDEs) preenchidos pelos municípios como parte dos procedimentos de solicitação de ajuda financeira aos governos estaduais e federal – Declaração de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP). Assim, quando os eventos são registrados a partir de fontes oficiais descritas nos FIDEs o preenchimento é facilitado. No entanto, quando os eventos são registrados a partir outras fontes, como notícias *online*, por exemplo, alguns destes parâmetros são informados conforme indicado na fonte ou até mesmo não preenchidos.

A partir do mapeamento de áreas de risco, realizado majoritariamente pela CPRM, é realizada a plotagem da localização das ocorrências dos processos e é indicado se houve ou não sobreposição destas informações, ou seja, se os processos ocorreram ou não em áreas de risco mapeadas. Essa informação é especialmente útil para validação dos mapeamentos e indicação de possíveis novas áreas de risco.

### 3. POPULAÇÃO EM RISCO NOS MUNICÍPIOS MONITORADOS

O histórico processo de uso e ocupação desordenada do solo pode ser observado na grande maioria das cidades brasileiras. Somado a esse elemento e agravando-o, as condições de infraestrutura sanitária aumentam o risco de eventos hidrológicos e de movimento de massa e, mesmo em caso de precipitações que não seriam consideradas deflagradoras de processos, acabam contribuindo para ocorrências e colocando em maior risco a população. Os fatores antrópicos potencializam o risco a que as populações estão sujeitas.

A Tabela 1 apresenta o número estimado de pessoas residentes em áreas de risco mapeadas em 872, dentre os 958 municípios monitorados pelo Cemaden, a partir de dados do Censo Demográfico de 2010<sup>4</sup>. As informações disponibilizadas neste levantamento referem-se às áreas de risco mapeadas em mais de 90% dos municípios monitorados pelo Cemaden nas regiões Sul, Sudeste e Norte; mais de 80% na região Nordeste; e pouco mais que 60% na Região Centro-Oeste.

Tabela 1. Características demográficas dos municípios monitorados

Região	Número de municípios monitorados	População total dos municípios monitorados	Número de municípios monitorados com informação de população em risco	População em risco nos 872 municípios	Domicílios em risco nos 872 municípios
Sul	154	11.971.102	144	703.368	219.935
Sudeste	323	44.476.769	308	4.266.301	1.290.537
Centro-oeste	31	2.610.956	19	7.626	2.237
Norte	117	8.962.975	107	340.204	80.198
Nordeste	333	26.967.802	294	2.952.628	876.879
Total	958	94.989.604	872	8.270.127	2.469.786

Segundo este levantamento, considerando, por exemplo, o conjunto de municípios monitorados pelo Cemaden na Região Nordeste, estima-se que 10,94% de sua população, em relação a um total de 26.967.802 habitantes, reside em áreas de risco. Para as demais regiões os percentuais são de: Sudeste, 9,59%; Sul, 5,87%; Norte, 3,79%; e Centro-Oeste, 0,29%.

<sup>4</sup> Refere-se a parceria entre o Cemaden e o IBGE para estimar-se o número de habitantes (com base em dados do Censo de 2010) nas áreas de risco mapeadas, em sua maioria, pelo CPRM que fazem parte do banco de dados utilizado para o monitoramento na Sala de Situação do Cemaden. A metodologia de estimativa da população em risco nas regiões brasileiras está disponível em: ASSIS et. al., 2018 e IBGE e CEMADEN, 2018. O estudo possui dados disponíveis para 872 municípios com mapeamento de risco disponibilizados até abril de 2017, dentre os 958 municípios monitorados pelo Cemaden.

Considerando o total estimado de residentes em áreas de risco nos 872 municípios com informação disponível (8.270.127 pessoas), revela-se que 51,58% deste contingente associa-se às áreas de risco da Região Sudeste. Já a Região Nordeste concentra 35,70% das pessoas nesta situação. As demais regiões abarcam valores menores: Sul, 8,50%; Norte, 4,11%; e Centro-Oeste, 0,09%.

Destaca-se o fato de que o Nordeste tem um pouco mais que a metade da população do Sudeste residente em municípios monitorados; assim, embora o Nordeste tenha mais municípios monitorados, o Sudeste tem quase o dobro de população em áreas de risco.

A partir da Figura 4, considerando o levantamento realizado para este conjunto de municípios, é possível inferir que, na região Sudeste, o estado de São Paulo possui o maior número de pessoas em áreas de risco (1.521.386), seguido de Minas Gerais (1.377.577); e na Região Nordeste, o estado da Bahia é o que possui o maior número de pessoas residentes em áreas de risco (1.375.788).

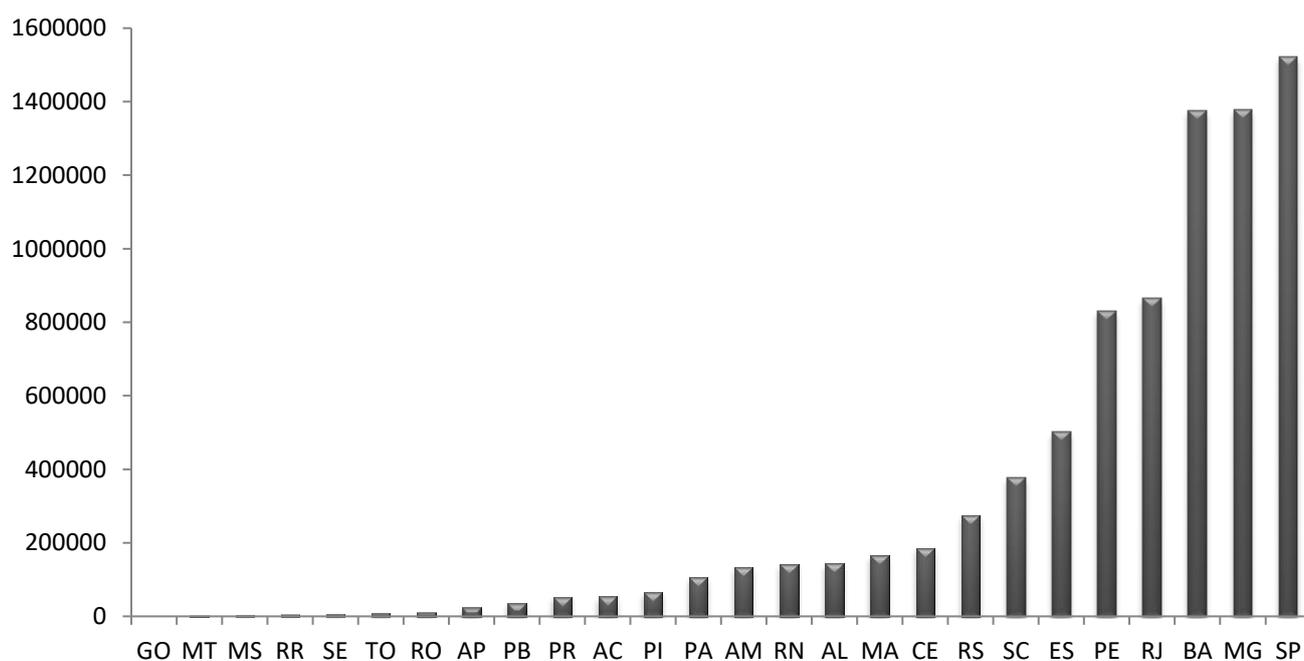


Figura 4. População em risco nos 872 municípios monitorados com dados disponíveis, por estado.

Reverendo o levantamento da população em risco em municípios monitorados pelo Cemaden, agora desagregado por município (Figura 5), destaca-se que, Salvador-BA é o município brasileiro com maior número de pessoas residentes em áreas de risco, estando quase metade de sua população (45,5%, ou 1.217.527 pessoas) enquadrada nesta situação.

O município de São Paulo-SP é o segundo no *ranking* dentre os municípios monitorados com maior número de habitantes em áreas de risco, 674.329, porém o percentual em relação à população total é menor (6%), em comparação com Salvador-BA.

Rio de Janeiro-RJ tem o segundo maior contingente populacional em áreas de risco da Região Sudeste e o terceiro do país, com 444.893 habitantes (7% da população total do município), seguido de Belo Horizonte-MG, com 389.218 habitantes (16,4% da população total do município).

Dentre os municípios da Região Nordeste, Recife-PE tem o segundo maior contingente populacional em áreas de risco (o quinto no *ranking* nacional), com 206.761 habitantes (13,4% da população total do município), seguido de Jaboatão dos Guararapes-PE com 188.026 habitantes (29,1% da população total do município) (IBGE, 2018).

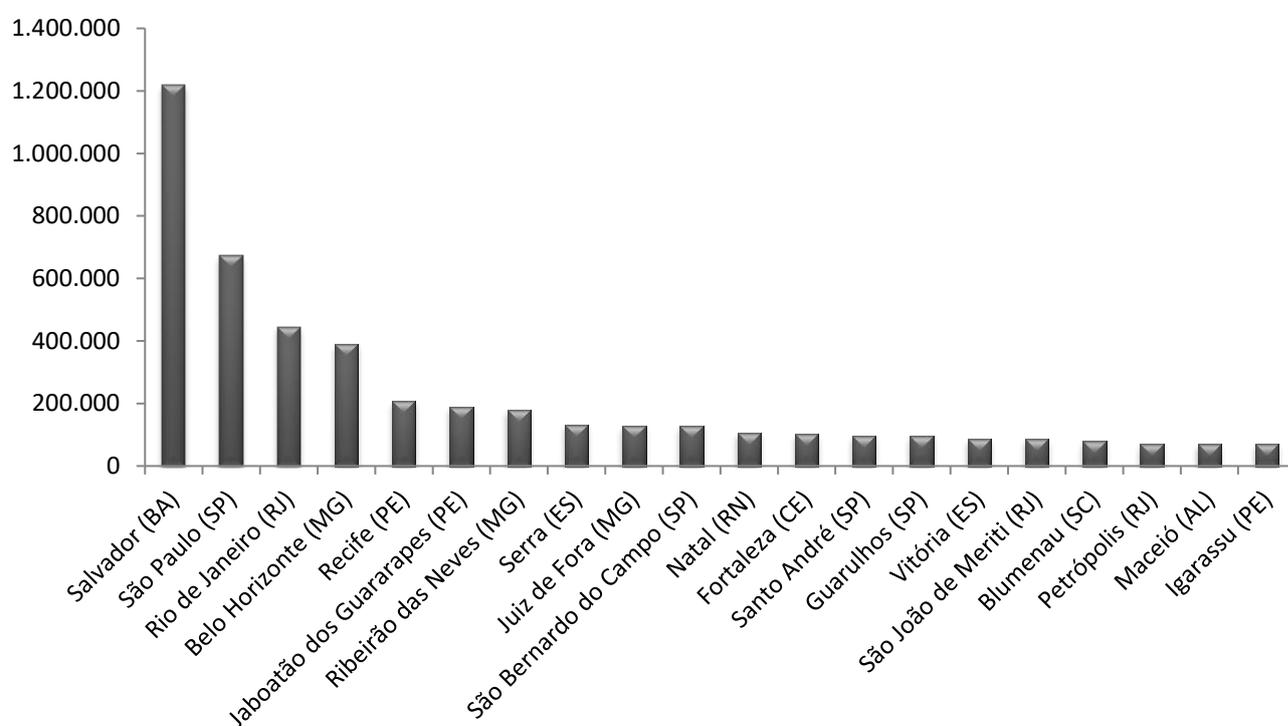


Figura 5. *Ranking* de municípios monitorados com maior número de residentes em áreas de risco.

#### 4. SÍNTESE DOS ALERTAS ENVIADOS NO ANO DE 2017

No ano de 2017, o Cemaden enviou 2.091 alertas, sendo 1.115 alertas de risco hidrológico (ou 53,3%) e 976 alertas de risco de movimentos de massa (ou 46,7%). Estes alertas se dividiram em 1.604 Alertas de Nível Moderado (ou 76,7%); 473 Alertas de Nível Alto (ou 22,6%); e 14 Alertas de Nível Muito Alto (ou 0,7%)<sup>5</sup>.

A Figura 6 destaca o percentual de cada tipologia em relação aos níveis de alertas emitidos no ano de 2017. Analisando as tipologias dos alertas enviados em função do nível, no ano de 2017 os alertas de movimentos de massa representaram a maioria dos alertas Moderados enviados, correspondendo a 52% do total. Os alertas hidrológicos representaram a maioria dos alertas de nível Alto com 72% do total e para o nível Muito Alto, os alertas de movimento de massa representaram 93% do total.

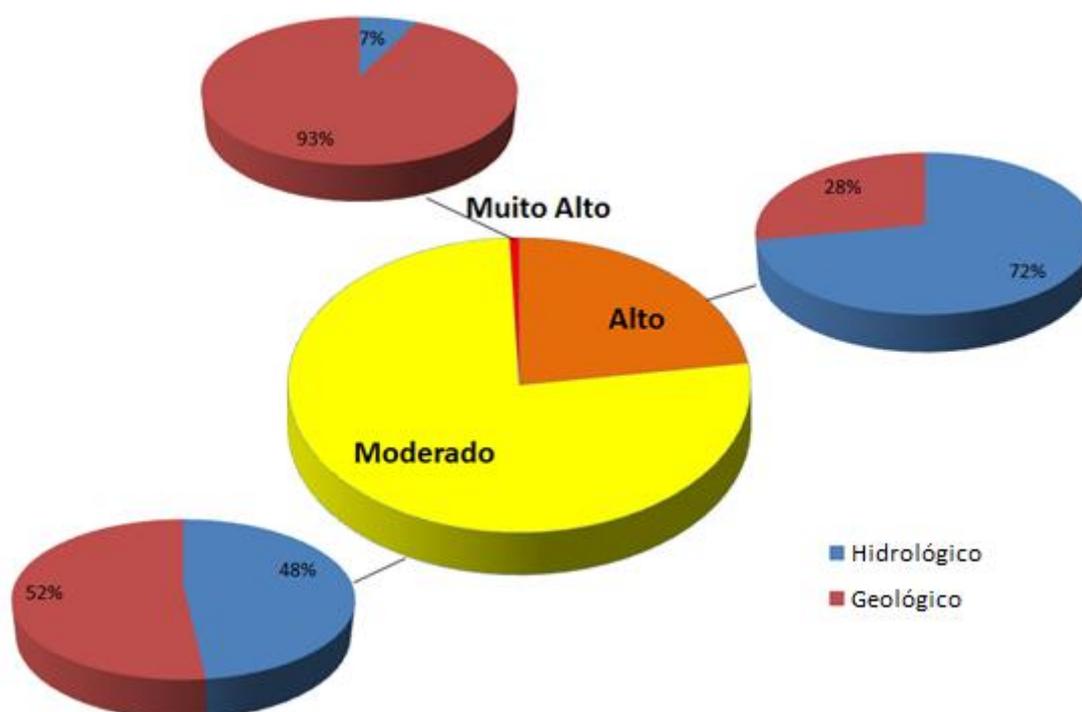


Figura 6. Percentual de alertas em função da tipologia para o ano de 2017.

É importante ressaltar que diversos elementos, quando associados, fomentam o envio de alerta pelo Cemaden; entre esses elementos destacam-se as variáveis meteorológicas, as condições da bacia hidrográfica dos diversos elementos associados a ela, podendo ser naturais e antrópicos, os limiares críticos

<sup>5</sup> Para o cálculo foi contabilizado o alerta de maior nível, ou seja, um alerta que, inicialmente tenha sido emitido com o nível moderado, e, no decorrer de sua vigência, atualizado para o nível alto, é contabilizado uma única vez como alto.

em função das características geodinâmicas e de sua capacidade de suporte, além das características da população e construções expostas ao risco em função da análise do impacto potencial.

Os próximos itens deste capítulo ilustrarão a distribuição dos alertas enviados em função dos eventos meteorológicos do ano de 2017 e da distribuição regional dos alertas.

#### 4.1 Eventos meteorológicos do ano de 2017

O ano de 2017 foi climatologicamente mais seco em grande parte do país, como mostra a Figura 7, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). Observa-se anomalias positivas de precipitação, principalmente, em grande parte da Região Sul, sul de Mato Grosso do Sul, oeste de São Paulo, Alagoas, Sergipe, além da região central do Amazonas, Pará e parte do Maranhão.

Climatologicamente, as regiões do país apresentam uma distribuição sazonal de precipitação, exceto a Região Sul do país, onde a precipitação é bem distribuída ao longo do ano. Nessa Região, os principais sistemas meteorológicos causadores das chuvas são as frentes frias, sistemas convectivos de mesoescala, linhas de instabilidade, ciclones subtropicais e extratropicais.

No Sudeste o regime chuvoso começa em meados de outubro e termina no final de março, tendo os máximos de precipitação nos meses de verão. As chuvas na Região Sudeste são causadas, principalmente, pela passagem de frentes frias, linhas de instabilidade, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), brisa marítima e complexos convectivos de mesoescala. A ZCAS também favorece a ocorrência de chuva no Centro-Oeste e em parte da Região Amazônica, além de linhas de instabilidade e os complexos convectivos.

O Centro-Oeste apresenta uma distribuição anual da precipitação semelhante ao Sudeste, enquanto a Região Norte é subdividida em praticamente três, segundo Marengo (1995): um no noroeste da América do Sul, com registros máximos em abril-maio-junho; um segundo em uma banda zonalmente orientada estendendo-se até a parte central da Amazônia, onde a estação chuvosa ocorre em março-abril-maio; e o terceiro na parte sul da região Amazônica, onde o pico de chuvas ocorre em janeiro-fevereiro-março.

A precipitação na Região Nordeste é favorecida por linhas de instabilidade, atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) e Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) tropical. A estação chuvosa nessa Região também é dividida em setores: no norte do Nordeste a estação chuvosa é principalmente entre março a maio; no sul e sudeste a precipitação ocorre entre dezembro e fevereiro; e no leste as chuvas se concentram entre maio e julho.

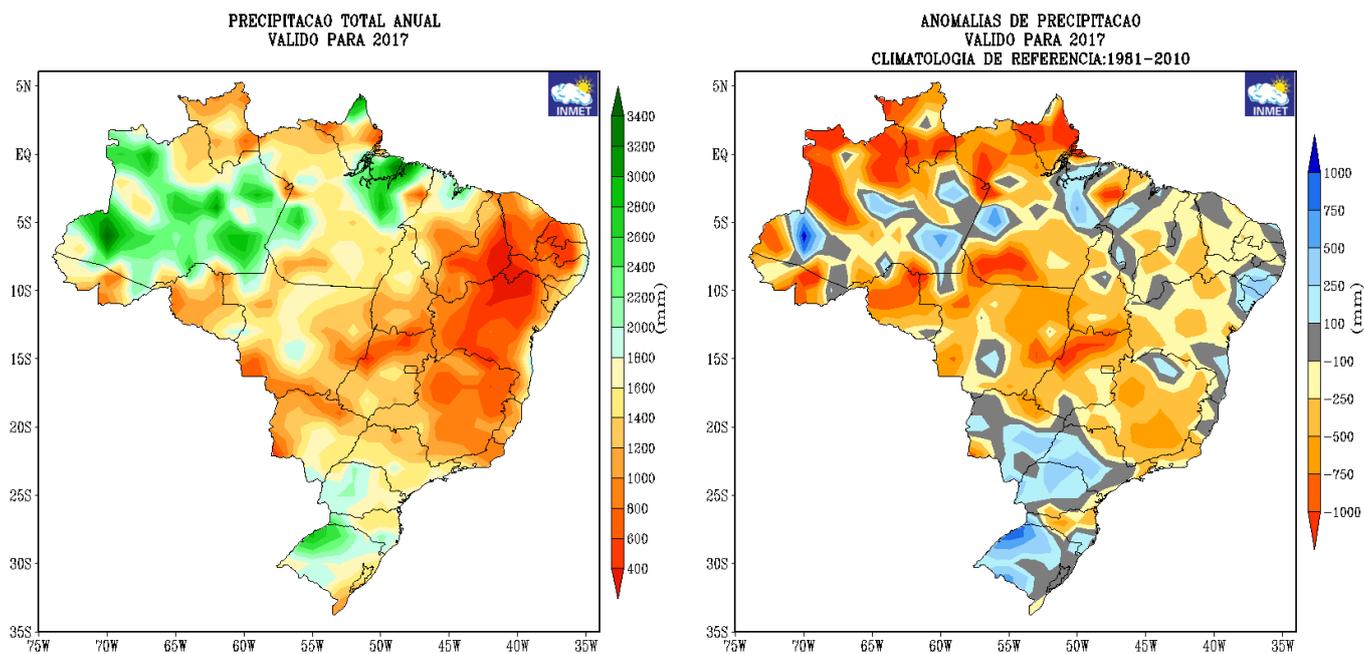


Figura 7. Total anual e anomalia de precipitação para o ano de 2017. Fonte: Inmet.

As características regionais dos regimes pluviométricos, associados à matriz de risco, fomentam a diversidade de alertas emitidos para cada região ao longo do ano, conforme ilustra a Figura 8.

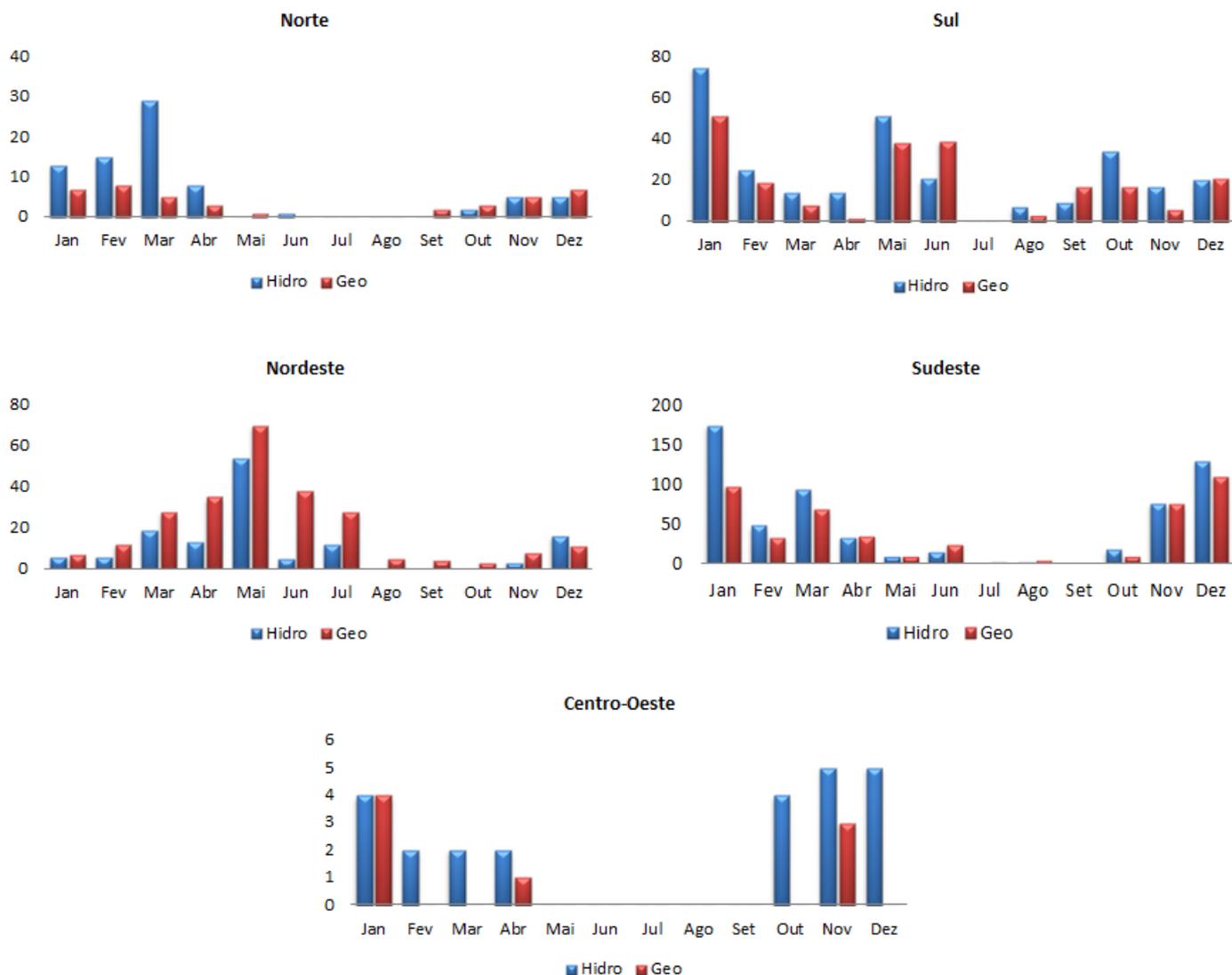


Figura 8. Distribuição mensal dos alertas enviados por região.

Entre os meses de janeiro a março e dezembro de 2017, o Cemaden emitiu 1.194 alertas, ou seja, mais da metade dos alertas, 57%, foram emitidos em meses de verão, em especial na Região Sudeste, onde foram registrados os maiores índices pluviométricos nesse período. O verão é considerado a estação mais chuvosa no Sudeste.

As características meteorológicas como chuvas intensas na Região Sudeste, principalmente no verão, com pancadas de chuva forte de curta duração no período da tarde, associadas às características de ocupação precária do solo urbano da região elevam o risco de eventos geo-hidrológicos.

Nessa estação do ano, além do sistema meteorológico típico do verão como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) há também chuvas convectivas, que são causadas basicamente pelo aumento da

temperatura e umidade. Essas pancadas de chuva, típicas dessa época do ano, geralmente se formam e se dissipam em um curto período de tempo, podem ser de forte intensidade, acompanhadas de raios e ocorrem principalmente no período da tarde. A pancada de chuva, principalmente àquelas que ocorrem devido ao aquecimento diurno, podem se formar de forma isolada, ou seja, em uma mesma cidade pode chover em um bairro e em outro não. Esse padrão é diferente, por exemplo, de uma precipitação influenciada por uma frente fria, que tende a ser persistente e mais generalizada.

Especificamente, no mês de janeiro de 2017, foram registradas chuvas acima da média climatológica apenas em São Paulo, onde foram observados dois episódios de atuação da ZCAS, o qual incrementou o volume total de chuva mensal. O mês de dezembro de 2017, o segundo com maior número de alertas na Região Sudeste, as chuvas acima da média climatológica ocorreram especificamente no norte do Espírito Santo e de Minas Gerais. A atuação de um episódio da ZCAS também foi responsável pelo excesso de chuva, principalmente em Minas Gerais, onde foi registrado um volume diário de 250 mm no município de Rio Casca-MG.

No mês de maio, observou-se o maior número de alertas enviados para Região Nordeste, como pode ser observado na Figura 8. Este mês é caracterizado como o início da estação chuvosa na faixa leste do Nordeste. No ano de 2017, foi observado acumulado de chuva acima da média histórica, principalmente nos estados de Sergipe, Alagoas e no sul de Pernambuco. O excesso de chuva na faixa leste do Nordeste foi causado, principalmente por instabilidades que se propagaram de leste para oeste, ou seja, do Oceano Atlântico tropical em direção ao continente, conhecidos como Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL). Em Maceió-AL, o acumulado mensal de precipitação atingiu 742,4 mm, valor que excedeu a climatologia do mês de maio em 83%. Segundo dados do CEMADEN, em apenas um dia foi registrado um acumulado de chuva de 169,6 mm, ou seja, cerca de 23% do volume total de chuva em maio de 2017. Destacaram-se também os totais mensais de precipitação em Ipojuca-PE (729,6 mm), Ribeirão-PE (691,1 mm) e Murici-AL (631,1 mm).

## 4.2 Alertas emitidos por região

A distribuição regional dos alertas enviados demonstra que a região Sudeste apresentou o maior número de alertas enviados (1.049, ou 50% em relação ao total), seguida pelas regiões Sul (509, ou 24%), Nordeste (383, ou 18%), Norte (119, ou 6%) e Centro-Oeste (31, ou 2%).

As regiões Sudeste, Nordeste e Sul se destacam por possuírem o maior número de áreas de risco geológico e o maior número de pessoas expostas ao risco. As regiões Norte e Centro-Oeste, territorialmente extensas, porém menos populosas, apresentam menores números.

Em relação à distribuição dos alertas por tipo de processo monitorado pelo Cemaden, observa-se que o Sudeste continua concentrando o maior número de alertas tanto de risco hidrológico como de risco de movimentos de massa (Figura 9).

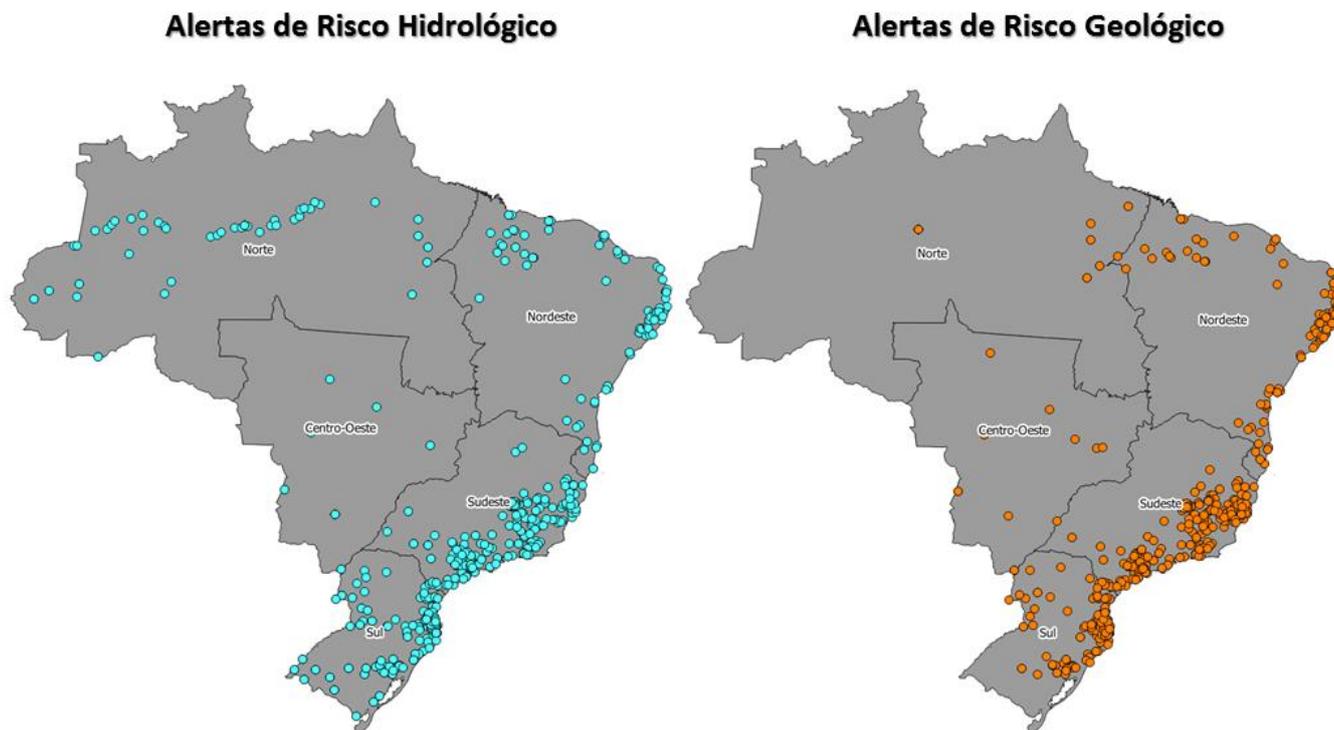


Figura 9. Distribuição dos alertas enviados por região e tipo de processo.

O Sudeste além de ser uma das regiões com maior número de municípios monitorados é a que concentra o maior número de pessoas em risco, conforme pôde ser observado no capítulo anterior. Os alertas emitidos para essa região foram distribuídos da seguinte forma: 44% de risco de movimentos de massa e 56% de risco hidrológico.

Na Região Sul, a maior parte dos alertas, 57%, são de risco hidrológico. Embora esta região possua um menor número de pessoas exposta ao risco, em comparação com as regiões Sudeste e Nordeste, ela é a segunda em número de alertas hidrológicas enviados, 24% dos alertas. Isto ocorre devido às características climáticas da região, com chuvas volumosas distribuídas ao longo do ano todo, além de suas características geomorfológicas, com destaque para a grande extensão de planaltos e a formação de elevações com vales densamente ocupados, principalmente a leste.

Na Região Nordeste, a maior parte dos alertas, 65%, são de risco de movimentos de massa. O Nordeste se destacou como a segunda região com o maior número de envio de alertas de movimentos de massa e a terceira região com o maior número de envio de alertas hidrológicos emitidos pelo Cemaden. Essa região concentra a segunda maior população, distribuída em 333 municípios monitorados pelo Centro.

A maioria dos alertas emitidos para a Região Norte em 2017, contabilizando 65%, reportou risco hidrológico. Tais alertas se caracterizam por serem de longa duração, diferentemente dos alertas enviados para as demais regiões do país. Desta forma, embora o número de alertas seja reduzido, em comparação com outras regiões, a cronologia dos alertas para essa região acompanha a elevação gradual dos rios, que levam semanas ou meses e nesses casos o nível do alerta vai sendo atualizado conforme a evolução do nível do rio, o número de pessoas expostas ao risco e ao impacto. As inundações na região Norte podem atingir grandes proporções e com alto grau de impacto, como a cheia do Rio Madeira em 2014/2015, que fechou a Rodovia BR-364 deixando o estado do Acre e parte de Rondônia desabastecidos.

A Região Centro-Oeste apresenta menor número de alertas por possuir poucos municípios monitorados e menor vulnerabilidade, tendo menos pessoas expostas a riscos de desastres. Os poucos municípios monitorados apresentam histórico de erosão e inundação. Em suma, deve-se considerar que o número de alertas enviados por região está relacionado ao número de municípios monitorados e ao número de pessoas expostas em áreas de risco, associado às características ambientais de cada região.

Analisando a distribuição dos alertas de risco de movimentos de massa por nível, destacado na Figura 10, observa-se que o Sudeste tem o maior número de alertas de risco de movimentos de massa no total; porém, observando-se os alertas de maior nível (risco Alto e Muito Alto), o Nordeste apresenta número bastante próximo ao Sudeste. Sendo assim, essas duas regiões demandaram maior atenção em relação ao risco de movimentos de massa.

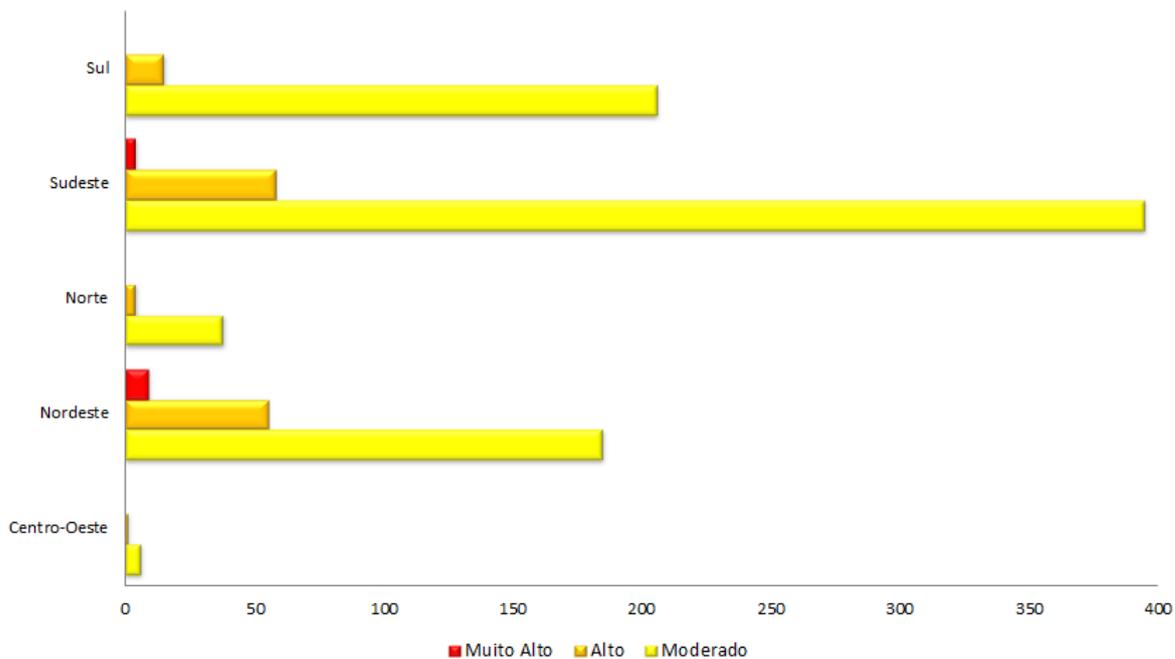


Figura 10. Distribuição dos alertas de risco geológico enviados por região e nível.

Em relação ao risco hidrológico (Figura 11), a Região Sudeste novamente aparece como a de maior número de alertas de risco moderado. A Região Sudeste se destaca ainda pelo grande número de alertas de enxurradas ocasionadas pelas chuvas de verão, pancadas de chuva fortes e de curta duração, cerca de 30 minutos de chuva intensa. Já a Região Sul é marcada pela inundação gradual de grandes planícies ocasionada por um elevado acumulado de precipitação por várias horas ou dias, mais de 100 mm em 24h.

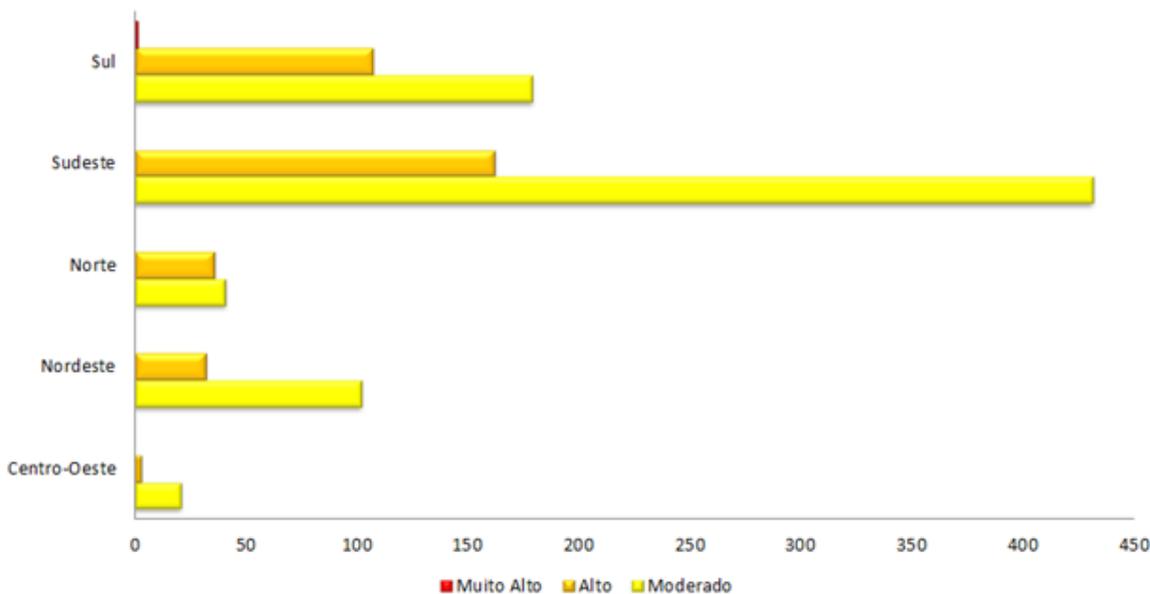


Figura 11. Distribuição dos alertas de risco hidrológico enviados por região e nível.

As regiões Sudeste e Sul representam o maior número de alertas hidrológicos de Risco Alto, tendo a Região Sul recebido um único alerta de Risco Muito Alto enviado em 2017 para São Sebastião do Caí-RS. A cidade fica situada às margens do rio Caí, onde o nível do rio chegou a 10 metros acima do normal para um evento hidrológico observado no mês de maio.

Reverendo agora o número de alertas por estado e por processo alertado (Figura 12), observa-se que São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais, Pernambuco e Espírito Santo foram os estados que mais receberam alertas de Risco de Movimentos de Massa. Novamente São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais foram os estados que receberam o maior número de alertas de Risco Hidrológico, seguidos por Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. O maior número de alertas para esses estados pode ser relacionado pelas características já apresentadas anteriormente: maior número de pessoas expostas ao risco, regime de chuva e características geomorfológicas.

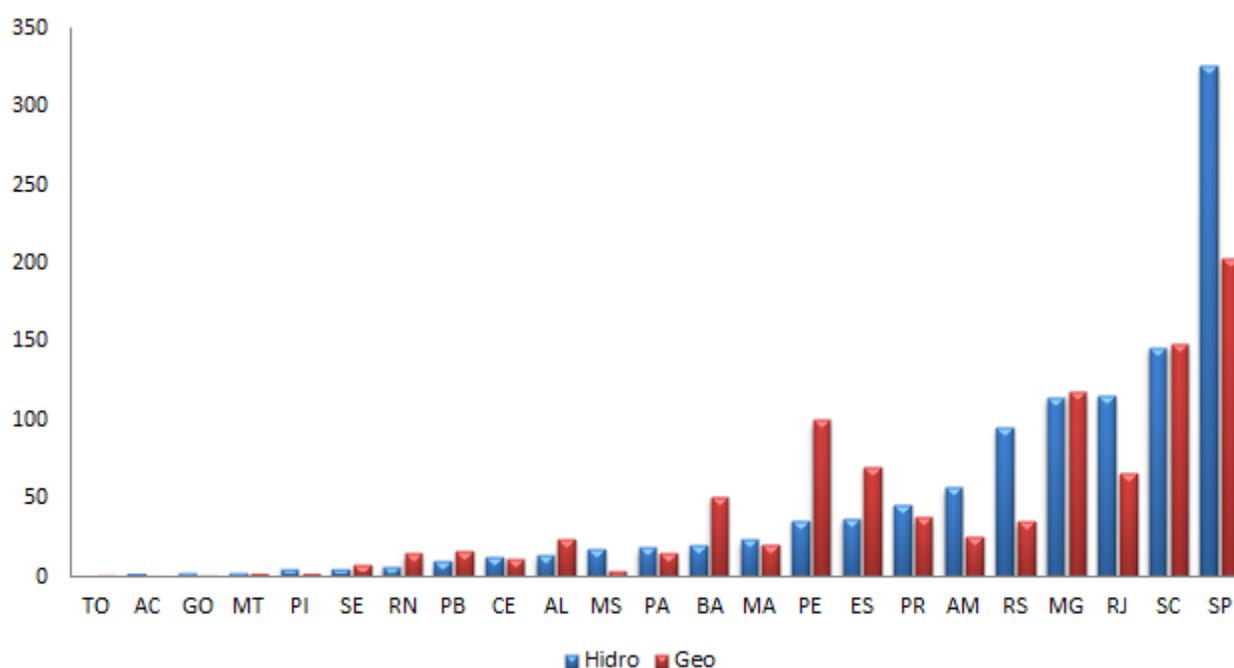


Figura 12. Distribuição dos alertas enviados por estado e tipologia.

São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, na Região Sudeste, sediam as três maiores metrópoles brasileiras, que carregam problemas intrínsecos ao processo de urbanização no Brasil, que ocorreu de forma acelerada levando a milhares de pessoas a viver em submoradias, muitas vezes em assentamentos precários, ocupando de forma irregular encostas de morros sujeitas a deslizamentos, bem como, várzeas e leitos de rios sujeitos a transbordamentos e inundações. Tais características aumentam a vulnerabilidade do local e o risco de ocorrência de um desastre, o que justifica o maior número de alertas para esses estados.

Considerando o *ranking* dos municípios monitorados pelo Cemaden que receberam o maior número de alertas geo-hidrológicos no ano de 2017 (Figura 13), observa-se que São Paulo-SP recebeu o maior número de alertas hidrológicos, seguido de Petrópolis-RJ; e Manaus-AM recebeu o maior número de alertas de movimentos de massa, seguido de Salvador-BA.

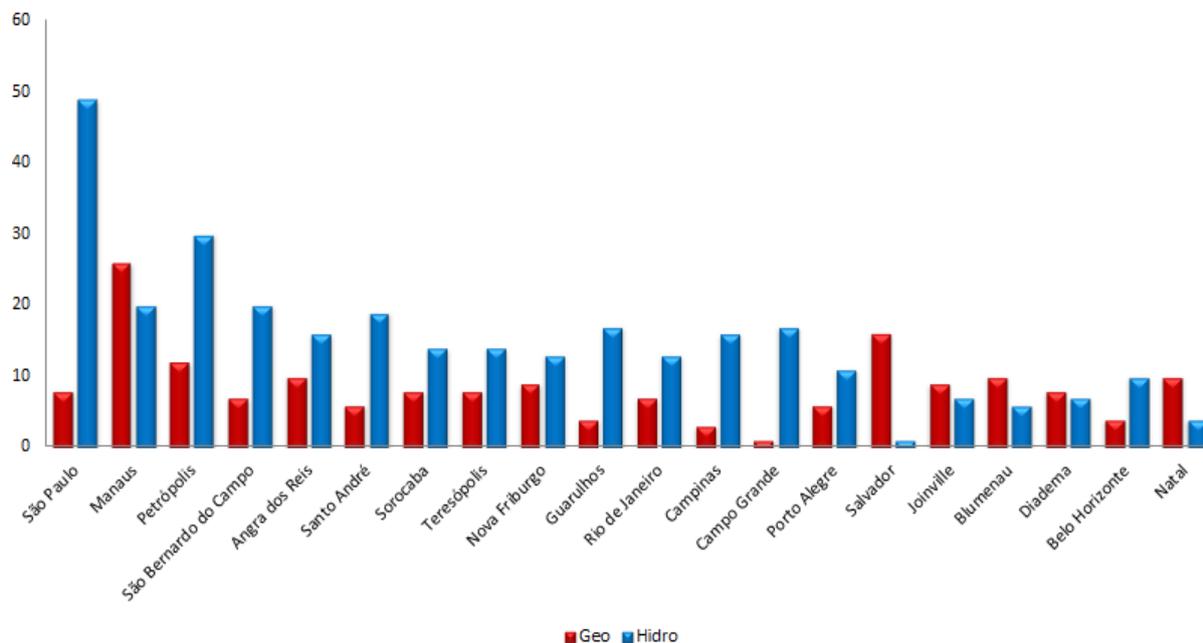


Figura 13. *Ranking* dos 20 municípios que mais receberam alertas por tipologia.

O predomínio de alertas hidrológicas para o município de São Paulo se deve principalmente aos riscos de eventos de rápida evolução como enxurradas, inundações bruscas e alagamentos em função da grande impermeabilização dos solos, insuficiência de redes pluviais no escoamento de grandes volumes de chuva característicos de precipitações convectivas formadas rapidamente sobre o município. No município de Petrópolis o risco frequente de inundações bruscas nos córregos canalizados por entre o relevo acidentado também justifica o grande número de alertas. Com relação ao risco geológico, embora a configuração de cenários de risco geológico dependa de diversos fatores, incluindo aspectos de vulnerabilidade e distribuição de pessoas expostas ao risco, a precipitação é fator predominante no desencadeamento de processos. Tal fato explica em parte o predomínio de alertas geológicas emitidos para o município de Manaus, cujo regime de chuvas se distribui significativamente ao longo do ano atingindo limiares de risco diversas vezes durante todo o ano. Por outro lado, o município de Salvador, que não apresenta um regime de chuvas tão intenso como o de Manaus e até mesmo outros municípios monitorados, possui grande número de áreas de risco e pessoas expostas atingindo frequentemente os limiares estipulados para configuração de cenários de risco.

## 5. EVENTOS E OCORRÊNCIAS EM 2017

Durante todo o ano de 2017 foram registrados, considerando os 958 municípios monitorados pelo Centro, 457 eventos hidrológicos com ocorrências (entre inundações, enxurradas e alagamentos) e 267 eventos geológicos com ocorrências (basicamente deslizamentos)<sup>6</sup>.

Tais eventos podem ser enquadrados de acordo com a sua magnitude — pequeno, médio e grande porte. A grande maioria dos registros que compõem o Reindesc em 2017 refere-se a eventos de pequeno porte — cerca de 65% dos eventos hidrológicos e 91% dos eventos geológicos, conforme ilustrado na Figura 14. Os eventos de médio porte somam 28% e 7% para eventos hidrológicos e geológicos respectivamente. Cerca de 8% dos eventos hidrológicos e 2% dos eventos geológicos foram classificados como eventos de grande porte.

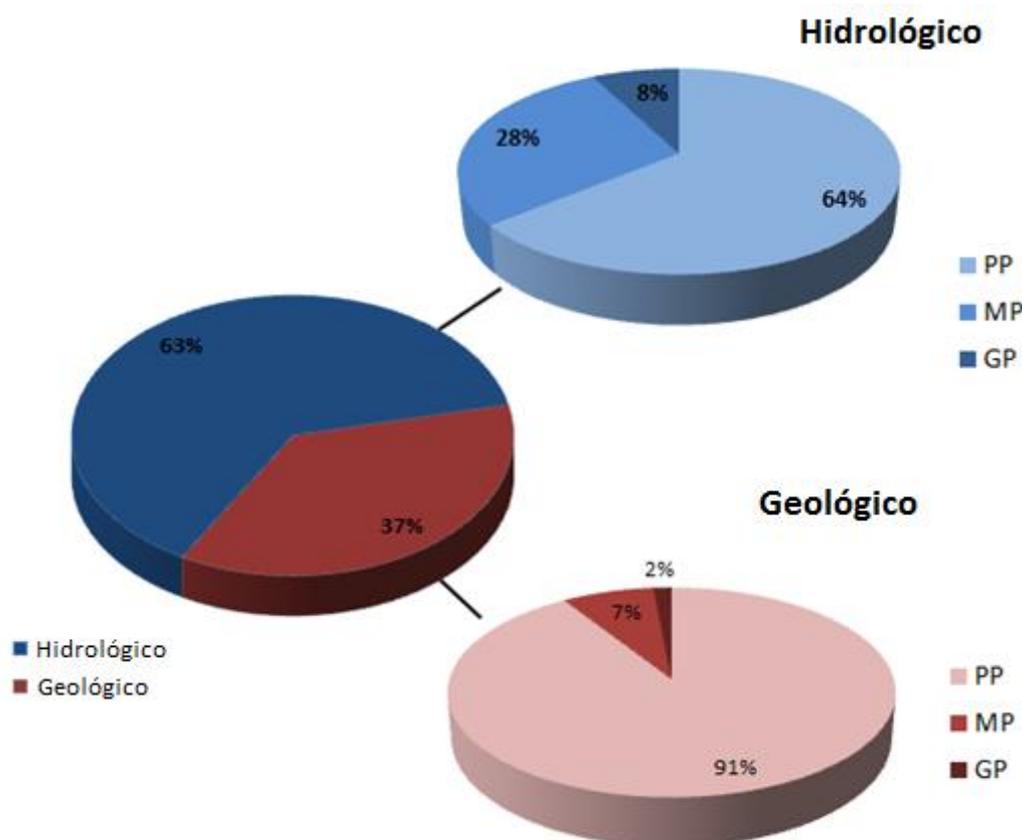


Figura 14. Distribuição proporcional dos eventos hidrológicos e geológicos com relação à magnitude (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte).

<sup>6</sup> Este item se baseia nos registros de ocorrência do Reindesc do Cemaden.

O elevado número de eventos de pequeno porte justifica a emissão de um grande número de alertas pelo Cemaden (principalmente moderados), visto que estes eventos são os mais difíceis de serem previstos devido à rapidez e pontualidade com que ocorrem. Em muitos casos tais ocorrências estão associadas a pancadas de chuva isoladas de forte intensidade, e com baixa previsibilidade, em pequenas bacias urbanas, por exemplo, onde há uma diversidade de fatores que influenciam diretamente na ocorrência de impactos (tais como o alto nível de impermeabilização do solo, a ineficiência do sistema de drenagem urbana e a ocupação de áreas suscetíveis aos processos geo-hidrológicos). Frente a isso, considera-se que os eventos com ocorrências de pequeno porte estão relacionados muito mais às condições sociais, uso e ocupação do solo, exposição ao risco e vulnerabilidade da população, do que à chuva em si.

Percebe-se ainda, de acordo com as informações contidas na Figura 14, a predominância de eventos relacionados aos processos hidrológicos. Destaca-se também que, para os eventos hidrológicos, há um maior percentual de enquadramento de médio e grande porte (somados contabilizam 36%), em comparação aos geológicos (apenas 9%). É válido lembrar que eventos como inundações contribuem para incrementar fortemente o número de afetados por desastres naturais, devido à maior abrangência espacial do fenômeno, justificando esta situação. Os eventos de movimentos de massa são majoritariamente enquadrados como de pequeno porte, caracterizados por serem pontuais e induzidos.

## 5.1 Magnitude e impacto dos eventos

Com intuito de avaliar a relevância da magnitude dos eventos, foram observados os impactos por meio da ocorrência de algum tipo de afetado (desalojados, desabrigados, feridos/enfermos, óbitos ou total de afetados). Ressaltamos que o banco de dados do Cemaden contabiliza os registros de informações disponíveis que destacam o número de pessoas afetadas, direta ou indiretamente.

O número de afetados é um dos critérios utilizados para enquadramento da magnitude do evento juntamente com número e abrangência dos processos ocorridos, interrupção de atividades rotineiras das comunidades, serviços essenciais, interdição ou destruição de unidades habitacionais, solicitação ou declaração de situação de emergência e estado de calamidade pública, dentre outros.

Conforme se observa na Figura 15, dentre os 539 eventos de pequeno porte, 184 (34%) apresentaram em seu registro alguma informação que destacava o número de pessoas afetadas. Para os eventos de médio

porte, a maioria (72%) apresentou algum tipo de afetado, enquanto a quase totalidade dos eventos de grande porte (98%) resultou em afetados.

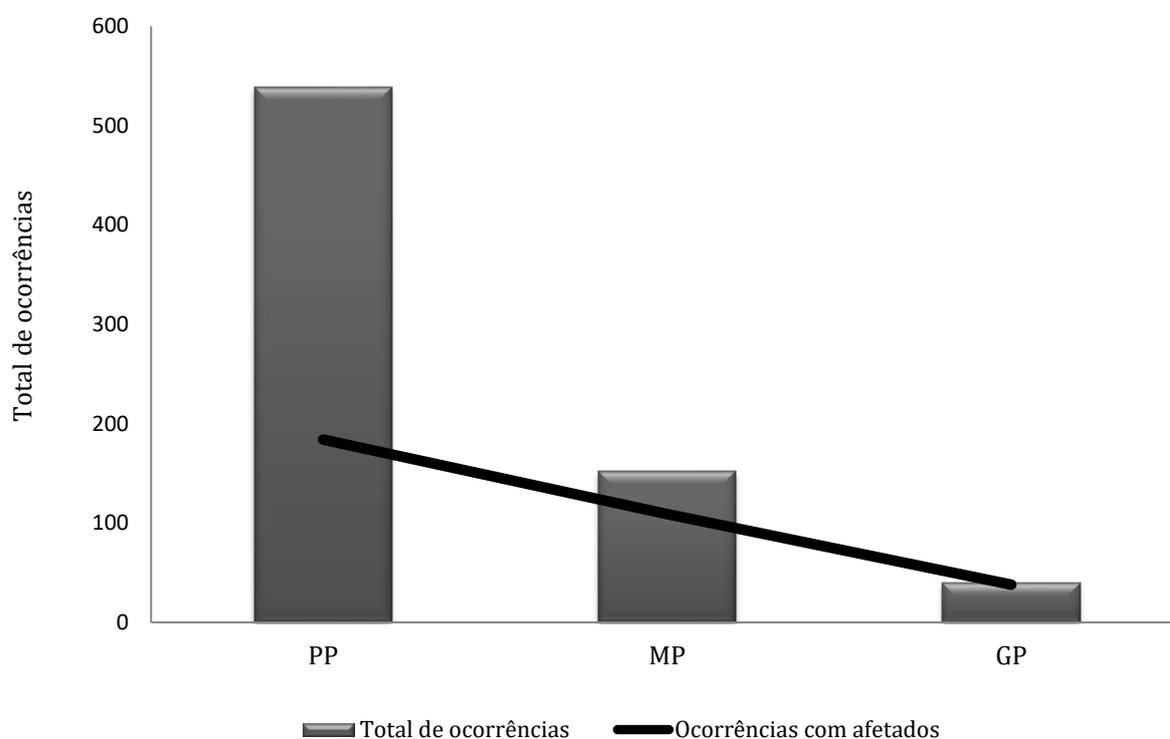


Figura 15. Número de eventos registrados no Reindesc com afetados para cada classe de magnitude (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte).

Importante salientar que a ausência de impactos registrados para a maioria dos eventos de pequeno porte, de certa forma esperada, nem sempre indica que estes eventos não resultaram em impactos, mas é possível que as informações sobre afetados tenham sido perdidas ou negligenciadas pelas fontes de informação em virtude do esperado baixo impacto.

Outra forma de avaliar o impacto de eventos foi dividindo do número total de afetados pelo número de ocorrências com afetados para verificar o número médio de afetados para cada nível de magnitude. A Figura 16 ilustra que os 184 eventos de pequeno porte com afetados apresentaram média de 1.091 afetados por evento, 109 eventos de médio porte com afetados apresentaram média de 10.887 afetados por evento e os 38 eventos de grande porte apresentaram média de 47.401 afetados.

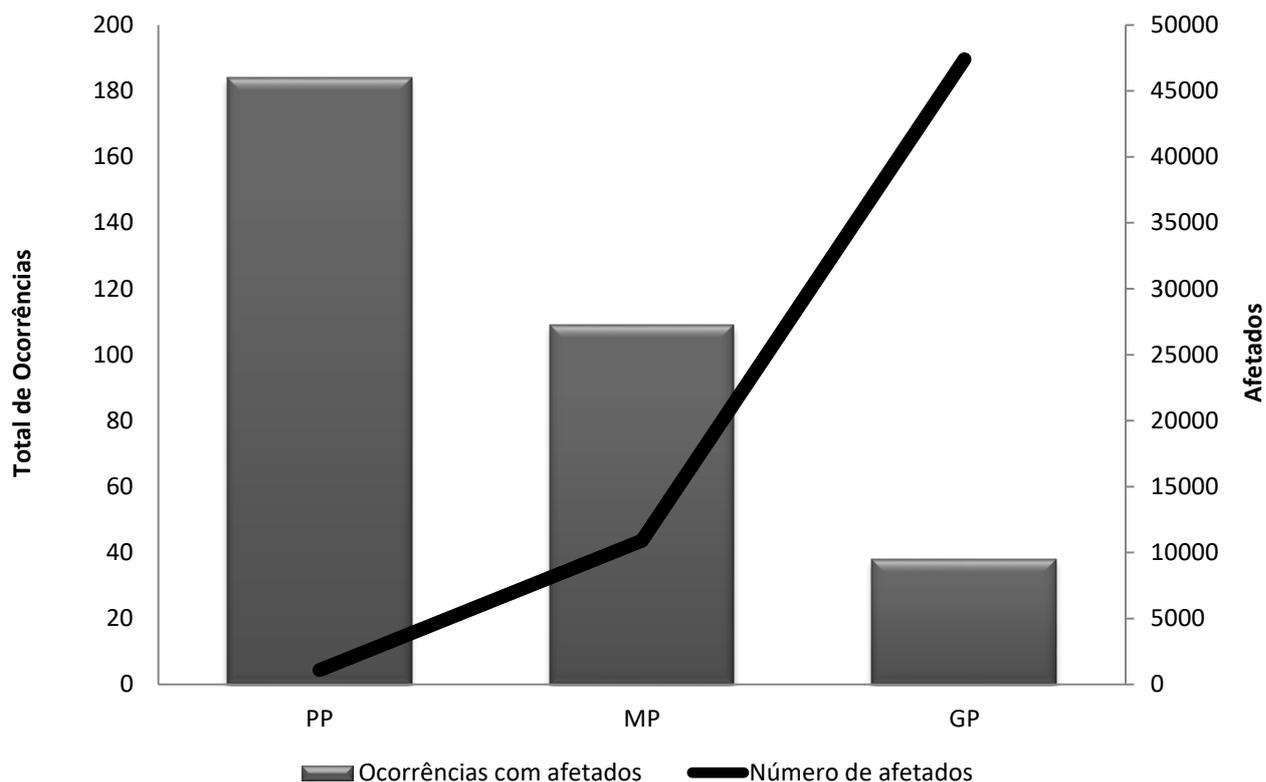


Figura 16. Número médio de afetados por eventos com informação do número de afetados para os diferentes níveis de magnitude (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte).

Ainda com relação aos impactos (número de afetados), é apresentado na Figura 17 o número de óbitos causados por eventos de diferentes níveis de magnitude. Nesse caso, o número de óbitos foi maior para os eventos geológicos (deslizamentos) de médio porte (12 óbitos), intermediário para eventos de pequeno porte (9 óbitos), e menor para eventos de grande porte (2 óbitos). Os eventos hidrológicos apresentaram distribuição de 9 óbitos para pequeno porte, 12 óbitos para médio porte e 3 óbitos para grande porte. Ao todo, foram registrados 47 óbitos em decorrência de processos hidrológicos e geológicos nos municípios monitorados pelo Cemaden em 2017.

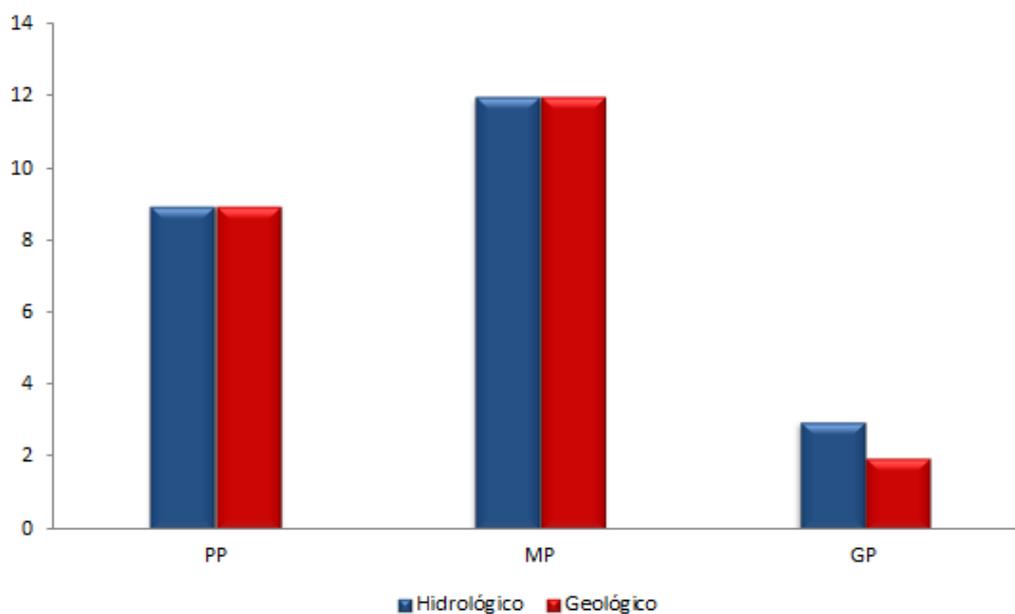


Figura 17. Número de óbitos por eventos de pequeno, médio e grande porte (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte).

É importante ressaltar que o ano de 2017 foi um ano com poucos eventos de grande porte no Brasil – 35 eventos hidrológicos e 4 eventos geológicos. Ainda assim, mesmo existindo eventos considerados de grande porte, nesse ano não houve eventos com elevado número de óbitos como aqueles ocorridos no Vale do Itajaí em Santa Catarina (em 2008) ou na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro (em 2011), por exemplo. Por outro lado, o grande número de eventos de pequeno porte com fatalidades isoladas e ocasionais, como tentativas de transposição de pontes sob fluxo de enxurradas ou queda de taludes sob paredes de residências, resultou em somatório elevado de óbitos dispersos em todo o país.

Embora o baixo registro de ocorrência de grandes desastres em 2017 possa ter atenuado os impactos por óbitos para esta categoria de magnitude, fica clara a relevância dos eventos menores no tocante aos óbitos.

Os eventos com ocorrências de magnitude de pequeno porte representam número de óbitos significativo, sendo 38% do total registrado; os de médio porte representam a maior número de óbitos, respondendo por 51% do total; enquanto os eventos de grande porte ocasionaram 11% dos óbitos registrados. Dessa forma, observa-se a necessidade de dar atenção aos eventos com ocorrência de pequeno porte, que na maior parte das vezes não estão relacionados a condições climáticas, alerta e monitoramento, mas sim a condições sociais da população em áreas de risco, como moradias precárias, em péssimas condições sanitárias e de construção, ocupando encostas de morros e leitos de rios de forma irregular; sendo

assim, os eventos de pequeno porte estão muito mais associados a questões estruturais e sociais do que a condições meteorológicas/ desastres naturais.

Há de se ressaltar o grande desafio da previsão de riscos para esses pequenos eventos, uma vez que nem sempre são deflagrados por processos físicos mensuráveis, como aqueles deflagradores de grandes desastres. Na maioria das vezes, esses pequenos eventos ocorrem tanto com baixos quanto com altos acumulados de chuva e podem estar relacionados à ausência ou ao subdimensionamento de redes pluviais urbanas, falha em sistemas de drenagem e interferências antrópicas, como a formação de taludes de corte e aterro, dentre outras, características estas que não são passíveis de previsões ou modelagem, mas sim dependentes de ações de planejamento urbano, manutenção de sistemas etc.

## 5.2 Distribuição geral dos eventos ao longo do ano

Conforme indicado na Figura 18, o período mais crítico com relação à ocorrência de eventos hidrológicos e geológicos no ano de 2017 foram os meses de Janeiro a Maio, todos eles com mais de 50 registros no Reindesc. Embora os dados refiram-se ao intervalo de apenas um ano, é possível identificar um período de 5 meses (Junho a Outubro) com baixa ocorrência de eventos que corresponde à estação seca na maior parte do país, com exceção da Região Nordeste.

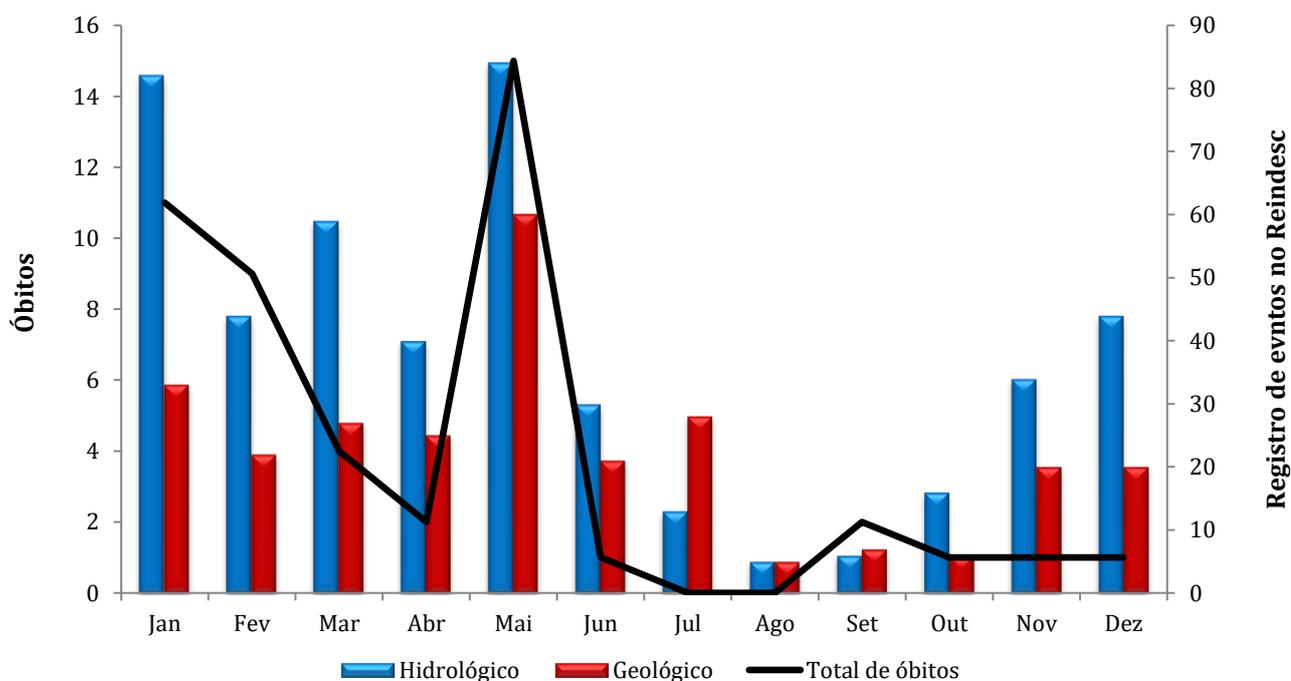


Figura 18. Distribuição dos eventos hidrológicos, geológicos e óbitos ao longo do ano de 2017.

O pico de ocorrências e óbitos ocorrido no mês de Maio coincide com a anomalia de precipitação ocorrida na Região Nordeste naquele mês, notadamente nos estados de Alagoas e Pernambuco, onde os altos acumulados de precipitação resultaram em ocorrências de eventos de inundação e deslizamentos em diversos municípios.

Segundo dados do Inmet, na faixa leste desses estados o volume de chuva acumulado excedeu valores superiores a 100 mm do esperado climatologicamente para o mês de maio, o que corresponde, em grande parte dos municípios atingidos, ao dobro do acumulado de precipitação. Essas chuvas ocorreram, principalmente entre os dias 21 e 29/05/2017, o que agravou ainda mais o cenário de risco, pois foi um alto volume de chuva concentrado em um curto período de tempo. De acordo com dados da estação convencional do Inmet, o mês de maio de 2017 em Maceió-AL foi o terceiro mais chuvoso considerando o período entre 1961-2017. O município de Ipojuca-PE, de acordo com a estação pluviométrica automática do Cemaden, registrou 331 mm de chuva entre os dias 25 a 28 de maio. Estações do Inmet registraram, em 24 horas, valores de 224 mm (28/05) em Palmares-PE, 173 mm (27/05) em Maceió-AL, 169,8 mm (21/05) em Porto de Pedras-AL, 140,4 mm (29/05) em João Pessoa-PB, 116,0 (27/05) em Coruripe-AL, 113,0 (21/05) em São Luís do Quitunde-AL, 92 mm (23/05) em Aracaju-SE.

### 5.3 Distribuição dos eventos por região

Os principais fatores responsáveis pela ocorrência de eventos geo-hidrológicos são as características meteorológicas e fisiográficas regionais (relevo, tipo de solo, altitude, cobertura vegetal), que incorporam parâmetros físicos atuantes em processos hidrológicos e geológicos. Além das características meteorológicas e fisiográficas predisponentes, a distribuição de eventos por região reflete também a quantidade de áreas de risco e ocupação (domicílios e pessoas) nessas áreas. Outro fator que influencia na quantidade de registros no Reindesc por região é a quantidade de municípios monitorados pelo Cemaden em cada uma delas. Dada a natureza e os objetivos do inventário Reindesc, os eventos registrados referem-se apenas aos municípios monitorados.

Considerando que a precipitação é o fator deflagrador desses eventos, alterações nessas tendências de distribuição de “eventos X áreas de risco X população em risco” podem ocorrer em caso de fenômenos meteorológicos pronunciados ou características climatológicas regionais típicas, como nos casos da região Nordeste, historicamente seca, e Sul, com histórico de tormentas e eventos meteorológicos extremos.

De acordo com a Figura 19, as regiões Sudeste, Sul e Nordeste se caracterizaram por possuírem o maior número de registros de eventos hidrológicos e de movimento de massa e também por possuírem a maior concentração de pessoas em áreas de risco mapeadas, conforme visto no item 3 deste Anuário. Nas demais regiões, observa-se um número menor de eventos registrados. Isso se deve ao fato de os eventos característicos da Região Norte, por exemplo, serem de inundação gradual ou, ainda, ao fato de que a Região Centro-Oeste possui um número menor de municípios monitorados pelo Cemaden.

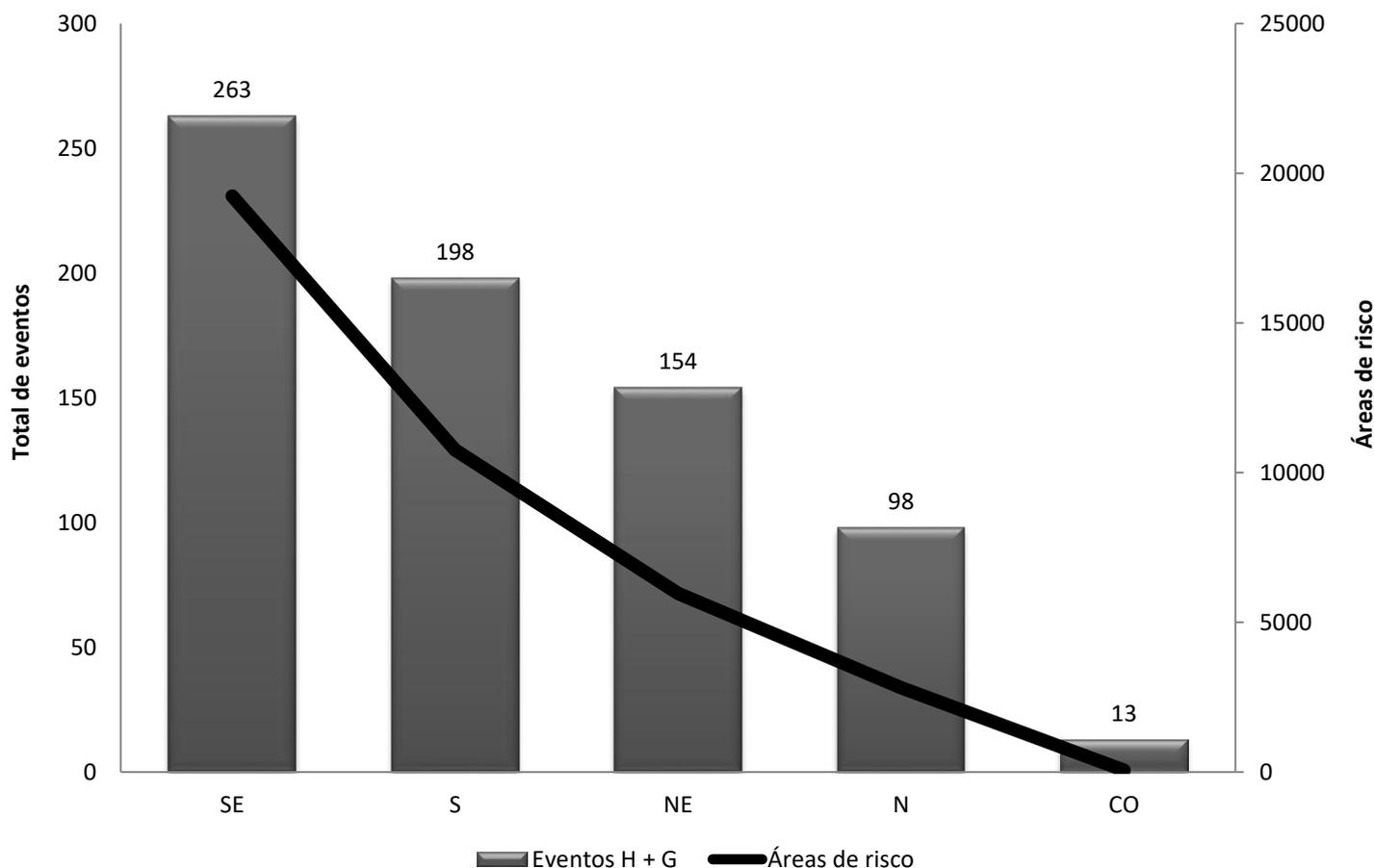


Figura 19. Eventos registrados (hidrológicos + geológicos) nos municípios monitorados por região.

A região Sudeste apresentou o maior número de eventos (263). Além das características meteorológicas e fisiográficas que deflagram a ocorrência de processos de deslizamentos e inundações, a quantidade de eventos reflete a maior quantidade de áreas de risco e de pessoas e domicílios expostos nestas áreas de risco.

A região Sul apresentou o segundo maior número de eventos - 198. Conforme informações apresentadas na tabela 1 do capítulo 3 deste Anuário, esta região possui o segundo maior número de áreas

de risco, porém uma menor quantidade de domicílios e pessoas expostas ao risco do que a região Nordeste. Tal fato pode ser justificado pela climatologia da região, com maior frequência de tempestades e eventos extremos que resultam em maior ocorrência de eventos de inundação e deslizamento.

A região Nordeste apresenta a segunda maior população em risco e domicílios em risco. Contudo, possui o terceiro maior número de eventos (154) e também o terceiro maior número de áreas de risco. O clima árido e a estação chuvosa curta impedem o principal fator deflagrador de eventos, ou seja, a chuva, resultando em menor número de eventos do que o esperado com base apenas em características demográficas.

Na região Norte ocorreram 98 eventos, sendo a maioria deles hidrológicos (82) em concordância com o relevo predominantemente plano e com grandes cursos d'água. A região ocupa o quarto lugar também em termos de áreas de risco, população e domicílios expostos.

A região Centro-Oeste é a menos crítica, com o registro de apenas 13 eventos, sendo 12 hidrológicos e 1 geológico, que também refletem bem o menor número de áreas de risco e de população e domicílios expostos.

É importante lembrar que esta comparação entre eventos, áreas de risco e população exposta serve apenas como referência para verificar a distribuição dos eventos nas regiões. Embora nem sempre os eventos registrados ocorram em áreas de risco, a distribuição de eventos e áreas de risco nas regiões é semelhante, com ambos os parâmetros apresentando correspondência ou proporcionalidade em cada região.

## 6. RELAÇÕES ENTRE ALERTAS E EVENTOS OCORRIDOS

Dentre os 724 eventos com ocorrências registrados em 2017, 522 relacionam-se ao tempo de vigência dos alertas emitidos pelo Cemaden, representando 72% deste conjunto, e 28% de eventos não foram alertados.

Alguns fatores explicam a ausência de alertas para municípios em que houve algum tipo de ocorrência, dentre eles ausência de dados de chuva na data do evento. Entretanto a maior dificuldade de previsão dos eventos ocorridos que não foram alertados está relacionada à magnitude. Conforme discutido no item 5 a maioria dos eventos observados em 2017 foram pequenas ocorrências – 65% dos eventos hidrológicos e 91% dos eventos geológicos. Estas pequenas ocorrências, também associadas a riscos extensivos, se dão de forma muito mais aleatória e imprevisível do que grandes desastres, podendo ser deflagradas com pequenos acumulados de chuvas ou até mesmo sem chuva, mas induzidas por questões de vulnerabilidade. Segundo o *Global Assessment Report – GAR (2017)* eventos de riscos extensivos possuem maior peso da componente vulnerabilidade nos impactos do que a própria ameaça e são uma tendência predominante em países em desenvolvimento.

Neste sentido o Cemaden vem desenvolvendo pesquisas visando obter estimativas da vulnerabilidade nos municípios monitorados e geração de indicadores que possam auxiliar na determinação de cenários de risco associados a eventos de pequeno porte, predominantes no Brasil, que apresentam um desafio adicional na tarefa de previsão de riscos.

Ao se analisar exclusivamente o conjunto de eventos registrados associados aos alertas emitidos (522 ao todo), podemos buscar entender possíveis relações entre a magnitude dos eventos e o nível dos alertas. Antes, é válido apresentar a relação entre o total de alertas emitidos por nível e o registro de eventos, conforme o Quadro 3 e a Figura 20.

Observa-se que 86% dos alertas de nível muito alto apresentaram algum tipo de ocorrência, seguido de 49% dos alertas de nível alto e 17% dos alertas de nível moderado. Isso se justifica pelo fato de que, com base nos recursos disponíveis no momento de tomada de decisão, quanto mais clara a situação se mostra durante a análise multidisciplinar do risco, maior o nível do alerta e maior é a certeza de ocorrência do fenômeno analisado.



Quadro 3. Total de alertas emitidos e alertas com eventos registrados, por nível.

<i>Nível do alerta</i>	<i>Total de alertas</i>	<i>Alertas com eventos registrados</i>
<b>Moderado</b>	1.604	279
<b>Alto</b>	473	231
<b>Muito Alto</b>	14	12
<b>Total</b>	<b>2.091</b>	<b>522</b>

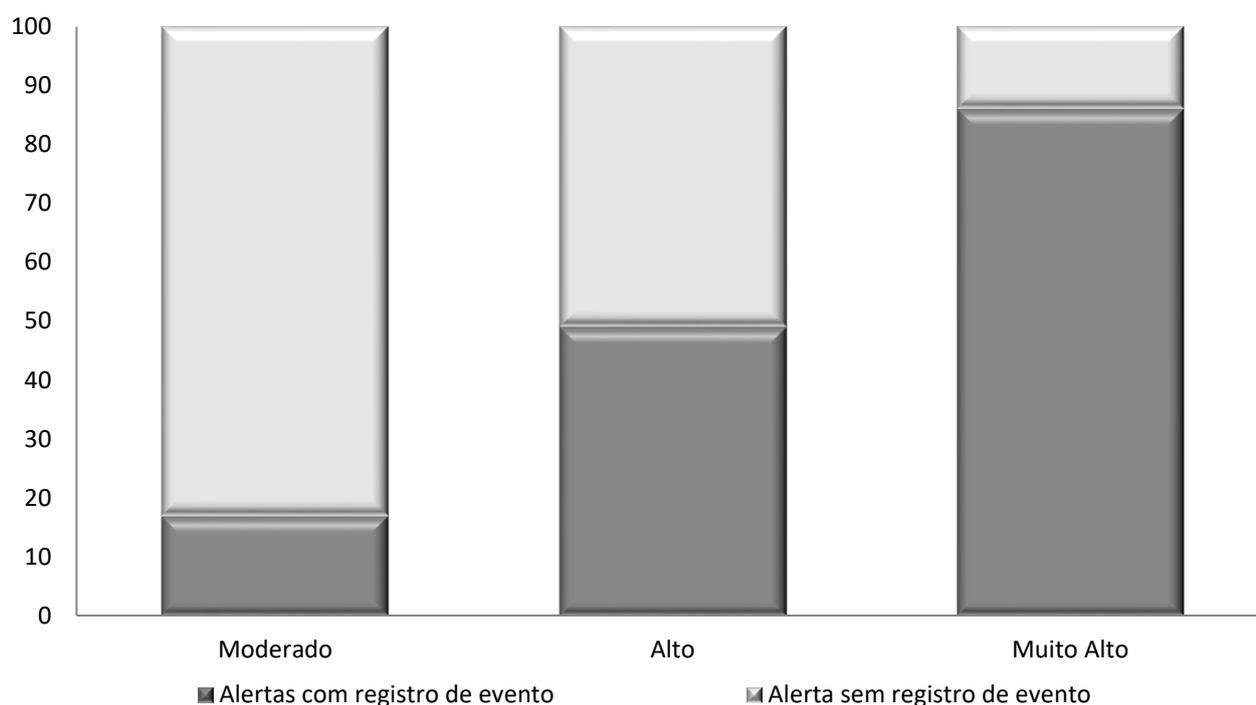


Figura 20. Correlação entre nível do alerta e registro de evento, considerando os alertas com eventos registrados em relação ao total de alertas emitidos, por nível.

Conforme ilustrado na Figura 21, a associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento ocorre, de modo geral, demonstrando uma tendência: os alertas de risco moderado, os quais apresentam um grau de incerteza maior quanto à ocorrência do fenômeno, associam-se em sua maioria aos eventos de pequeno porte, os quais também apresentam maior aleatoriedade e incertezas de previsão. Não obstante ocorrem também, mas em menor proporção, alertas de nível moderado com ocorrências de médio e grande porte.

Os alertas de risco muito alto apresentam um predomínio de eventos de médio e grande porte, com quase 60% das ocorrências associadas aos alertas enquadradas nestas classes de magnitude.

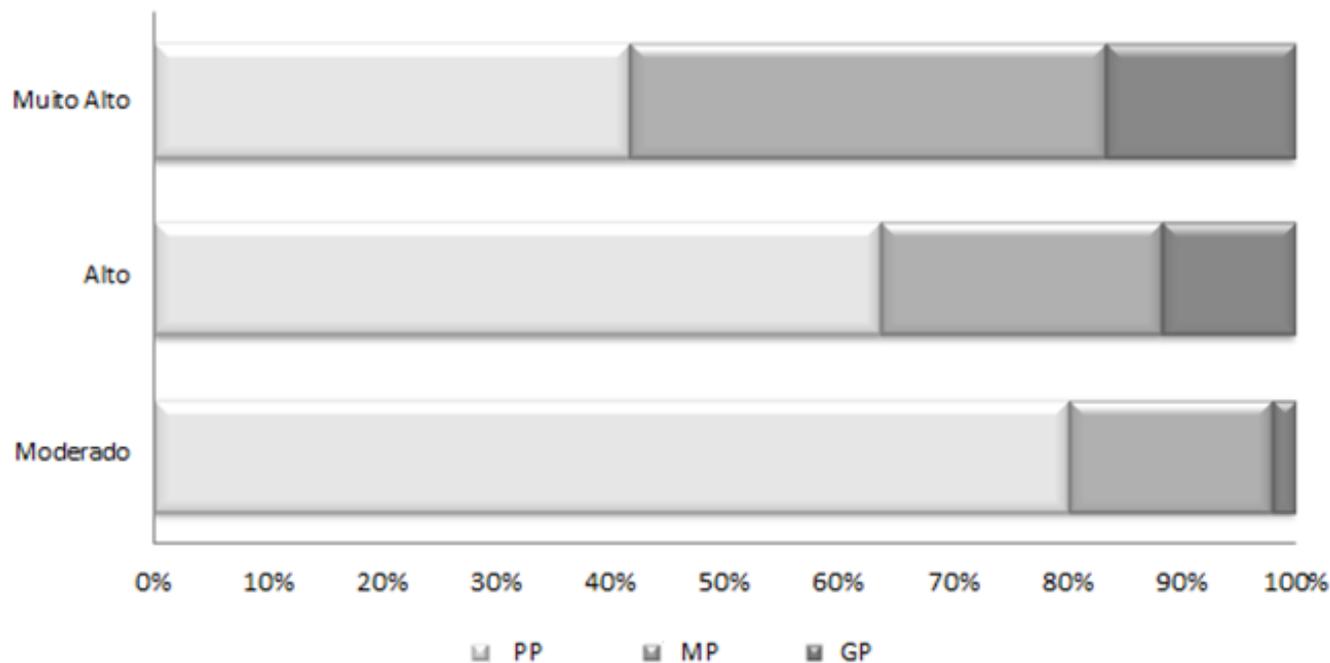


Figura 21. Percentual de associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte).

Tal associação pode não ser tão evidente ao se analisar caso a caso, visto que a emissão/atualização do alerta, ou mesmo o enquadramento da magnitude do evento registrado, depende de muitos fatores, tais como a disponibilidade de recursos e de informações, além da visão do especialista. Além disso, tanto as previsões de cenários de risco para envio de alertas quanto a metodologia usada na classificação dos eventos em níveis de magnitude são passíveis de melhorias, o que pode resultar em situações pontuais em que os níveis dos alerta e a magnitude dos eventos ocorridos não se alinham.

Reverendo a associação a partir da perspectiva da magnitude do evento e considerando a distinção de processos (hidrológicos e geológicos), observa-se uma definição mais clara para o conjunto de eventos geológicos (Figura 22). Todos os eventos de grande porte, por exemplo, se associam a alertas emitidos com nível Alto e Muito Alto; ainda a soma dos percentuais de alertas de nível Alto e Muito Alto associa-se à grande parte dos eventos de médio porte.

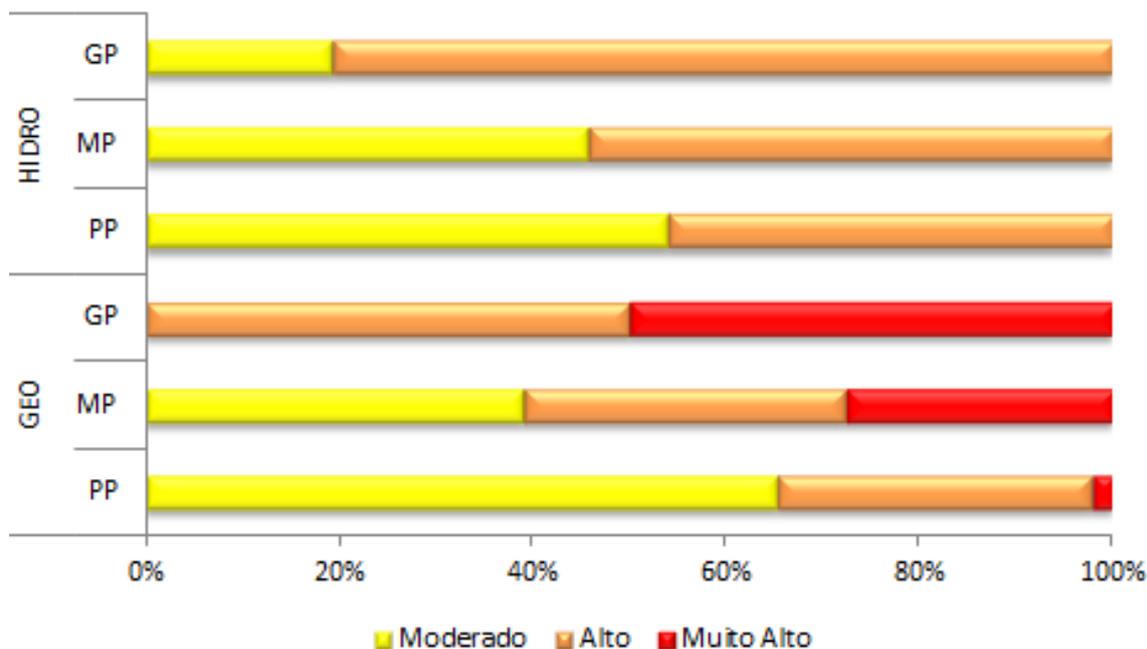


Figura 22. Percentual de associação entre a magnitude do evento e o nível do alerta (por processo) (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte).

A relação entre nível do alerta e magnitude dos eventos ocorridos é de certa forma esperada, uma vez que o risco incorpora a ocorrência de um processo com potencial para causar grandes impactos à população exposta. Eventos de grande magnitude em geral causam individualmente mais impactos que pequenos eventos. Portanto há de se considerar que, a despeito dos desafios da previsão de eventos de grandes incertezas como pequenos deslizamentos e inundações, da inerente subjetividade na classificação dos eventos em níveis de magnitude, e da análise se referir a um conjunto de informações restritos a apenas 1 ano, de maneira geral os alertas de níveis alto e muito alto foram seguidos de eventos de grande magnitude.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS DIAS, M. C.; SAITO, S. M.; SANTOS ALVALÁ, R. C. dos; STENNER, C.; PINHO, G.; NOBRE, C. A.; SOUZA FONSECA, M. R. de; SANTOS, C.; AMADEU, P.; SILVA, D.; LIMA, C. O. *Estimation of exposed population to landslides and floods risk areas in Brazil, on an intra-urban scale. International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2018, 1; 31: p. 449-459.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Coordenação de Geografia. **População em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 91 p.

MARENGO, J. *Interannual variability of deep convection over the tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. International Journal of Climatology*, 15, 1995, p. 995-1010.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Portaria Conjunta n.148, de 18 de dezembro de 2013. Protocolo de Ação Integrada. **Diário Oficial da União (DOU)**. Brasília, DF, 24 dez. 2013, N. 249, Seção 1, p. 58. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=24/12/2013&jornal=1&pagina=58&totalArquivos=168>>.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION – UNISDR. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Making Development Sustainable – The Future of Disaster Risk Reduction**, UN, New York, 2015, doi.org/10.18356/919076d0-en.



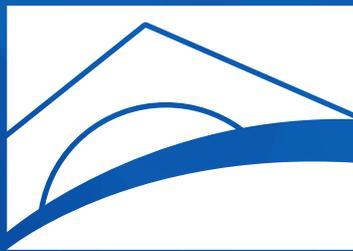




**Cemaden**  
Centro Nacional de Monitoramento  
e Alertas de Desastres Naturais

UNIDADE DE PESQUISA DO MCTIC

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL



**Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Telecomunicações - MCTIC**

## **MANUAL DE PROCEDIMENTOS DA OPERAÇÃO**

Versão 1.0

Julho/2019

## **Organização**

*Leandro Casagrande (Extremos Hidrológicos)*

## **Comitê de elaboração**

*Marcelo Seluchi (Coordenador-Geral de Operações e Modelagens)*

*Felipe da Rocha Soares (Meteorologia)*

*Kelen Martins Andrade (Meteorologia)*

*Graziela Balda Scofield (Extremos Hidrológicos)*

*Tiago Bernardes (Desastres Naturais)*

*Rogério Lessa de Castro Carneiro (Desastres Naturais)*

*Tulius Dias Nery (Geodinâmica)*

*Rodrigo Augusto Stabile (Geodinâmica)*

*Leandro Casagrande (Extremos Hidrológicos)*

## **Diretor do Cemaden**

*Oswaldo Luiz Leal de Moraes*

## **Coordenador da Sala de Situação**

*Marcelo Seluchi (Coordenador-Geral de Operações e Modelagens)*

## **Portaria de criação do documento**

*PORTARIA No 43/2018/SEI-CEMADEN de 28 de agosto de 2018*

*Institui o Comitê de Elaboração de Proposta de Protocolo para emissão de alertas para a Sala de Situação do CEMADEN e designa servidores para sua composição.*

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	8
1. ESTRUTURA OPERACIONAL .....	9
2. ATRIBUIÇÕES DOS TECNOLOGISTAS DA SALA DE OPERAÇÃO .....	9
2.1. Desastres Naturais .....	9
2.2. Geologia/Geodinâmica.....	10
2.3. Hidrologia .....	10
2.4. Meteorologia .....	10
3. MONITORAMENTO E ENVIO DE ALERTAS.....	10
4. ATIVIDADES GERAIS DE ROTINA .....	15
4.1. Registro de passagem de turno na plataforma SIADEN.....	15
4.2. Nota Técnica .....	15
4.3. Previsão de risco Geo-Hidrológico .....	17
4.4. Sistema Cantareira .....	17
5. ROTINA OPERACIONAL EM METEOROLOGIA .....	18
5.1. Procedimento para alerta de eventos de curta duração .....	19
6. ROTINA OPERACIONAL EM DESASTRES NATURAIS .....	22
6.1. Definições e critérios para o preenchimento do registro de ocorrências .....	24
6.1.1. Identificação da data e precisão do horário da ocorrência, considerando as opções: .....	24
6.1.2. Identificação do tipo de evento, considerando as opções: .....	24
6.1.3. Enquadramento da magnitude dos eventos geológicos e hidrológicos, a saber: .....	25
6.1.4. Precisão de localização da ocorrência e localização no mapa, considerar as opções: .....	26
6.1.5. Identificação e validação de dados hidrológicos: .....	26
6.1.6. Identificação e quantificação de danos humanos:.....	26
6.1.7. Identificação de declaração de Situação de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP): .....	27
6.1.8. Indicação de informações complementares de danos/prejuízos sociais, econômicos ou ambientais: .....	27
6.1.9. Seleção de estação pluviométrica: .....	27
6.1.10. Identificação da(s) fonte(s) das informações: .....	27
6.2. Definições e critérios para consultar do histórico de ocorrências na plataforma SIADEN ...	27
6.3. Atividades de desenvolvimento e pesquisa em vulnerabilidade e registros de eventos.....	28
7. ROTINA OPERACIONAL EM GEOLOGIA/GEODINÂMICA .....	28
7.1. Monitoramento.....	29
7.2. Limiares .....	29
7.3. Cenários de risco/nível dos alertas e matriz de decisão .....	30
7.4. Considerações para o preenchimento dos alertas no SIADEN .....	32
8. ROTINA OPERACIONAL EM HIDROLOGIA.....	33
8.1 Municípios localizados em divisores de água.....	34

8.1.1 Definições .....	34
8.1.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em divisores de água .....	35
8.2. Municípios localizados em regiões litorâneas .....	35
8.2.1 Definições .....	35
8.2.1 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em regiões litorâneas.....	36
8.3. Municípios localizados em microbacias .....	37
8.3.1 Definições .....	37
8.3.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em microbacias .....	38
8.4 Municípios localizados em pequenas bacias.....	39
8.4.1 Definições .....	39
8.4.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em pequenas bacias.....	39
8.5 Municípios localizados em médias e grandes bacias .....	41
8.5.1 Definições .....	41
8.5.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em médias e grandes bacias ....	41
8.6 Municípios localizados em bacias sazonais .....	43
8.6.1 Definições .....	43
8.6.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em bacias sazonais .....	43
9. RECOMENDAÇÕES PARA ATUAÇÃO EM SITUAÇÕES ADVERSAS .....	45
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
11. REFERÊNCIAS.....	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Matriz do nível dos alertas.....	11
Quadro 2 –	Critérios para enquadramento da magnitude dos eventos geohidrológicos.....	25
Quadro 3 –	Recomendações para envio e atualização de alertas em geologia/geodinâmica em função do nível de informações durante o monitoramento.....	30
Quadro 4 –	Recomendações para cessar e para a redução do nível dos alertas para movimentos de massa.....	31
Quadro 5 –	Endereços para verificação de maré meteorológica.....	37
Quadro 6 –	Critérios de avaliação dos níveis dos alertas para pequenas bacias hidrográficas.....	40
Quadro 7 –	Critérios de avaliação dos níveis dos alertas para médias e grandes bacias hidrográficas.....	42
Quadro 8 –	Cronograma anual de início e fim do monitoramento sugerido para as bacias sazonais.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de São Paulo/SP.....	13
Tabela 2 –	Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de Porto Alegre/RS.....	13
Tabela 3 –	Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de João Pessoa/PB.....	14
Tabela 4 –	Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de Manaus.....	14

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Fluxograma de trabalho e os conceitos envolvidos em cada fase do processo de monitoramento e envio de alertas.....	11
Figura 2 –	Fluxograma atividades de rotina operacional em Desastres Naturais.	23
Figura 3 –	Vista aérea do município de Borrazópolis, PR, localizado em região de divisor de águas.....	35
Figura 4 –	Vista do Google Earth do município de Linhares, ES, localizado em região litorânea onde o principal problema hidrológico está relacionado com o rio Doce.....	36
Figura 5 –	Localização dos municípios quanto à influência das marés astronômica (MA), maré meteorológica (MM) e maré astronômica + meteorológica (MA+MM).....	36
Figura 6 –	Fluxograma das ferramentas necessárias para verificar a ocorrência das marés.....	37
Figura 7 –	Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em microbacias (as microbacias são identificadas pelo numero 2 na figura).....	39
Figura 8 –	Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em pequenas bacias (as pequenas bacias são identificadas pelo numero 3 na figura).....	41
Figura 9 –	Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em médias e grandes bacias (as médias e grandes bacias são identificadas pelo numero 4 na figura).....	42
Figura 10 –	Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em bacias sazonais (as bacias sazonais são identificadas pelo numero 5 na figura).....	45

## INTRODUÇÃO

O monitoramento e envio de alertas referentes a eventos geo-hidrológicos são serviços prestados pelos Tecnologistas que atuam na Sala de Situação do Cemaden. Esses alertas têm como objetivo fundamental antecipar a ocorrência de eventos geofísicos de origem hidrometeorológica com potencial para causar impactos em áreas vulneráveis. Os tipos de eventos monitorados pelo Cemaden na área de geologia/geodinâmica são os movimentos de massa; e na área de hidrologia, às inundações e enxurradas. Este trabalho é executado 24 horas por dia por profissionais especializados nas áreas de meteorologia, hidrologia, geologia/geodinâmica e desastres naturais. Os produtos gerados dentro da sala de operação podem ser divididos em dois tipos: o primeiro, e mais importante, é o envio de alertas; e o segundo refere-se ao fornecimento de documentos (relatórios, sumários, pareceres, etc.) sobre assuntos correlatos aos desastres naturais.

A natureza do trabalho exige o uso de uma série de ferramentas de observação, que, associadas ao conhecimento técnico dos profissionais, resulta na qualidade dos alertas. O objetivo deste documento é detalhar o fluxo das atividades e os procedimentos para monitoramento, tomada de decisão e envio de alertas. Desta forma, para melhor entendimento do texto, devem ficar claros alguns preceitos iniciais:

- Todos os operadores, independentemente da sua área de conhecimento, devem contribuir para o monitoramento e o eventual envio de alertas.
- Todos os operadores, independentemente da sua área de conhecimento, devem trabalhar em forma conjunta e interagindo constantemente com seus colegas com o objetivo de tomar as melhores decisões possíveis.
- As atividades da Sala de Situação dependem de um conjunto de ferramentas e dados que devem estar disponíveis em tempo real e ter cobertura em boa parte da extensão territorial do país, assim como da América do Sul nos casos das bacias hidrográficas que abrangem outros países;
- É desejável que a tomada de decisão para envio dos alertas seja baseada em parâmetros ou indicadores objetivos gerados a partir de ferramentas desenvolvidas especificamente para essa finalidade. Contudo, em muitos casos ainda não existem produtos consolidados (modelos matemáticos) para este fim, o que demanda uma maior subjetividade dos operadores;
- O bom aproveitamento das ferramentas depende em grande parte do conhecimento aprofundado dos operadores das respectivas áreas de atuação, principalmente no que diz respeito às limitações dos produtos, o que requer treinamento constante.

Visto que algumas destas premissas dependem de fatores externos e que muitos produtos estão em constante fase de construção, os procedimentos aqui descritos incluem as limitações do sistema e às

melhores práticas indicadas considerando tais limitações, o que exige de cada operador da Sala de Situação, a capacidade de avaliar e prever eventos de extremos geo-hidrológicos dentro dos limites de espaço e tempo possíveis, limitado pelas ferramentas disponíveis em cada região do país.

## **1. ESTRUTURA OPERACIONAL**

O grupo de Tecnologistas que atuam no monitoramento e envio de alertas, é composto por profissionais com formação dividida em quatro especialidades que são: Meteorologia, Hidrologia, Geologia/Geodinâmica e Desastres Naturais. O monitoramento é executado 24 horas por dia, 7 dias por semana em regime de escala, divididos em 4 turnos, em períodos de 6 horas diárias, com trocas de turno nos seguintes horários:

- Turno 1: 00:00 – 06:00 h
- Turno 2: 06:00 – 12:00 h
- Turno 3: 12:00 – 18:00 h
- Turno 4: 18:00 – 00:00 h

Os turnos devem ter pelo menos um especialista em cada área, sendo de responsabilidade de cada tecnologista da Sala de Situação, monitorar as condições do tempo potencialmente deflagradoras de desastres naturais no Brasil, emitir alertas de impacto, elaborar notas técnicas e/ou relatórios quando solicitados, atender as defesas civis e atividades afins relacionadas ao desenvolvimento técnico para suporte do monitoramento diário.

## **2. ATRIBUIÇÕES DOS TECNOLOGISTAS DA SALA DE OPERAÇÃO**

### **2.1. Desastres Naturais**

É de responsabilidade do tecnologista em desastres naturais analisar informações provenientes de diversas fontes de observações ambientais e socioeconômicas, modelos numéricos, cenários de riscos e de vulnerabilidade, etc., avaliando os impactos socioeconômicos e ambientais de possíveis desastres naturais, elaborar boletins operacionais, assessorar a equipe de trabalho com análises técnicas e apoiar na descrição e determinação do nível dos alertas. Analisar e integrar informações de ocorrências, impactos e vulnerabilidade no contexto do risco de forma a auxiliar na determinação do cenário de risco e nível do alerta. Desenvolver e elaborar produtos e testes para verificação da aplicabilidade e efetividade destas informações no contexto de envio de alertas.

## **2.2. Geologia/Geodinâmica**

É de responsabilidade do tecnologista em geologia/geodinâmica analisar informações provenientes de diversas fontes (observações ambientais, modelos numéricos, cenários de riscos, etc.), avaliando a possibilidade de ocorrência de desastres naturais em áreas de risco geológico, elaborar boletins operacionais, assessorar a equipe de trabalho com análises técnicas e apoiar na descrição e determinação do nível dos alertas, auxiliar desenvolvimentos em modelagem, aplicação de geotecnologias (SIG, sensoriamento remoto e banco de dados).

## **2.3. Hidrologia**

É de responsabilidade do tecnologista em hidrologia analisar informações provenientes de diversas fontes (observações ambientais, modelos numéricos, cenários de risco, etc.), avaliando a possibilidade de ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis a inundações, alagamentos e enxurradas, elaborar boletins operacionais, assessorar a equipe de trabalho com análises técnicas e apoiar na descrição e determinação do nível dos alertas.

## **2.4. Meteorologia**

É de responsabilidade do tecnologista em meteorologia analisar informações provenientes de diversas fontes (observações ambientais, modelos numéricos, cenários de riscos, etc.), prevendo os possíveis elementos atmosféricos capazes de deflagrar desastres naturais em áreas suscetíveis a escorregamentos, inundações, alagamentos e enxurradas, etc., elaborar boletins operacionais, assessorar a equipe de trabalho com análises técnicas e apoiar a descrição dos alertas.

## **3. MONITORAMENTO E ENVIO DE ALERTAS**

O monitoramento consiste na observação contínua das condições geo-hidrometeorológicas, no intuito de identificar situações potencialmente extremas que possam causar desastres de tipo geodinâmica ou hidrológica, prioritariamente nos municípios monitorados pelo Cemaden. Esta atividade demanda a maior parte do tempo dos operadores e exige a disponibilidade em tempo real de uma série de dados oriundos de diversos segmentos (ANA, CPRM, CPTEC, etc.).

O Cemaden dispõe de duas plataformas chamadas de SALVAR (Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco) e SIADEN (Sistema Integrado de Alerta de Desastres Naturais). Ambas as plataformas foram desenvolvidas pela própria instituição com o objetivo de facilitar o fluxo de trabalho que envolve o monitoramento e envio dos alertas. A plataforma SALVAR reúne grande

parte das informações espaciais necessárias ao monitoramento e está em constante desenvolvimento. O SIADEN, por sua vez, tem por objetivo automatizar e padronizar o preenchimento de envio dos alertas, além de funções relativas ao cadastro de ocorrências e demais atividades operacionais. Cabe aos tecnologistas que atuam na Sala de Situação, conhecer e manusear as plataformas SALVAR e SIADEN. Para detalhes da ferramenta de criação de alertas recomenda-se a consulta do GUIA DE CRIAÇÃO DE ALERTAS disponível em <ALERTAS\_SJC:\SIADEN - Cadastro de alerta>. A figura 1 apresenta um esquema simplificado do fluxograma de trabalho e os conceitos envolvidos em cada fase do processo.

Figura 1 – Fluxograma de trabalho e os conceitos envolvidos em cada fase do processo de monitoramento e envio de alertas.



Os alertas do Cemaden são enviados ao CENAD/MDR, que os repassa para os órgãos de Defesa Civil Estadual e Municipal. Os alertas podem ter três níveis que resultam da combinação da possibilidade de ocorrência e do impacto potencial. O quadro a seguir apresenta a matriz do nível dos alertas.

Quadro 1 – Matriz do nível dos alertas

Matriz de níveis de Alertas		Impacto Potencial		
		Moderado	Alto	Muito Alto
Possibilidade de ocorrência	Muito Alta	Moderado	Alto	Muito Alto
	Alta	Moderado	Alto	Alto
	Moderada	Moderado	Moderado	Moderado

Quanto ao significado prático do nível de cada alerta, o CENAD/MDR recomenda as seguintes ações de proteção e defesa civil:

- Em caso de alerta de risco de nível **MODERADO** não se descarta a possibilidade do fenômeno alertado e, caso ocorra, espera-se impacto moderado para a população. Recomendam-se ações previstas no Plano de Contingência, tais como: sobreaviso das equipes municipais, etc.
- Em caso de alerta de risco de nível **ALTO**, a probabilidade de ocorrência do desastre é alta, assim como seu impacto potencial para a população. Recomendam-se as ações previstas no Plano de Contingência Municipal e demais ações previstas neste, tais como: verificação *in loco* nas áreas de risco, acionamento dos órgãos locais de apoio, preparação de abrigos e rotas de fuga etc.
- Em caso de alerta de risco de nível **MUITO ALTO**, existe probabilidade muito alta de ocorrência do fenômeno alertado e com potencial para causar grande impacto na população. Recomendam-se aos órgãos municipais de proteção e defesa civil as ações previstas no Plano de Contingência Municipal, tais como: verificação *in loco* nas áreas de risco, acionamento de sistema de sirenes, possibilidade de desocupação das áreas de risco, deslocamento das equipes de resposta para as proximidades das áreas de risco etc.

A possibilidade de ocorrência de eventos geo-hidrológicos tem relação direta com as condições de tempo observadas durante o monitoramento, mas existe uma subjetividade deste parâmetro em função das limitações das ferramentas disponíveis para o monitoramento e a previsão da chuva nas próximas horas. O impacto potencial está relacionado ao número de pessoas atingidas e aos danos materiais causados, estes parâmetros também têm certo grau de subjetividade e os operadores contam com mapeamentos e relatórios das áreas mapeadas pela CPRM com estimativas das informações relativas ao impacto.

A tomada de decisão de envio de um alerta passa justamente pela avaliação mais assertiva da possibilidade de ocorrência em função do impacto potencial. Esta é uma tarefa bastante complexa, visto que o Cemaden monitora atualmente 958 municípios com uma grande diversidade de situações (geologia, tamanho das bacias hidrográficas, população, disponibilidade de dados meteorológicos, etc.). Diante desta conjuntura, a estratégia de monitoramento adotada pela Sala de Situação consiste em várias frentes, que vão desde a adoção de limiares de precipitação em 24 horas, avaliação de boletins de situação do nível dos rios, criação de banco de dados históricos para autoavaliação, entre outros.

A precipitação é o principal elemento causador de impactos e seu comportamento varia ao longo de toda a extensão territorial do país, sendo assim, é importante conhecer as características de intensidade, duração, frequência e distribuição da precipitação em cada região brasileira. Estas grandezas são tradicionalmente utilizadas de forma integrada no campo da engenharia por meio das

Equações de Chuvas Intensas, ou curvas de Intensidade, duração e Frequência - IDF. Tais equações são construídas a partir de uma série histórica de precipitação e servem de referencial para saber quais as máximas precipitações prováveis em uma determinada localidade, com determinada frequência. As curvas IDF são amplamente utilizadas no dimensionamento de obras. Da mesma forma, as IDFs podem servir de base para o estabelecimento de limiares a partir dos quais um evento de precipitação pode ser considerado extremo para uma determinada região.

No Brasil existem equações IDF desenvolvidas para várias regiões e é usual encontrar tabelas ou gráficos que dispõem a precipitação em função do tempo, considerando um período de retorno (TR) específico. O período de retorno (TR) é definido pelo usuário, e nada mais é do que um limiar de probabilidade escolhido em função da área de aplicação (drenagem, barragens, conservação de solos, etc.). Para melhor entendimento, as próximas 4 tabelas apresentam a probabilidade de máximos acumulados de precipitação para quatro regiões distintas do país, com base nas equações IDFs produzidas a partir do histórico de precipitação em cada local.

Tabela 1 – Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de São Paulo/SP.

Duração t (minutos)	Período de Retorno TR (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	15,7	20,7	24,0	25,9	27,2	28,2	31,3	34,4	37,4
20	24,4	32,5	37,8	40,9	43,0	44,6	49,7	54,7	59,7
30	30,0	40,3	47,1	50,9	53,6	55,7	62,0	68,4	74,7
60	39,6	53,7	63,0	68,3	72,0	74,8	83,6	92,3	100,9
120	48,4	66,0	77,6	84,1	88,7	92,2	103,1	113,9	124,6
180	53,1	72,3	85,1	92,2	97,3	101,1	113,1	124,9	136,7
360	60,5	82,1	96,4	104,5	110,1	114,5	127,9	141,2	154,5
720	67,5	91,0	106,6	115,4	121,5	126,3	140,8	155,3	169,8
1080	71,6	96,1	112,3	121,4	127,8	132,8	147,9	163,0	178,1
1440	74,5	99,6	116,3	125,6	132,2	137,3	152,9	168,4	183,8

Fonte: Observatório IAG – E3 – 035R/DAEE. Autor: Martinez e Piteri (2015).

Tabela 2 – Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de Porto Alegre/RS.

Duração t (minutos)	Período de Retorno TR (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	15,3	20,4	25,3	28,6	31,3	33,6	41,6	51,6	63,9
20	22,1	29,3	36,4	41,2	45,1	48,3	59,9	74,3	92,1
30	26,4	35,1	43,5	49,3	53,9	57,8	71,6	88,8	110,1
60	34,3	45,6	56,5	64,1	70,0	75,1	93,1	115,4	143,0
120	42,9	57,1	70,7	80,2	87,7	94,0	116,5	144,4	179,0
180	48,5	64,4	79,8	90,5	98,9	106,0	131,4	163,0	202,0
360	58,9	78,3	97,1	110,1	120,4	129,0	159,9	198,2	245,7
720	71,2	94,5	117,2	132,9	145,3	155,7	193,0	239,3	296,6
1080	79,3	105,3	130,6	148,1	161,9	173,5	215,0	266,6	330,5
1440	85,6	113,7	140,9	159,8	174,7	187,2	232,1	287,7	356,6

Fonte: Denardin & Freitas (1982) Características fundamentais da chuva no Brasil, v17, p. 1409-1416. Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Tabela 3 – Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de João Pessoa/PB.

Duração t (minutos)	Período de Retorno TR (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	14,5	17,6	20,4	22,2	23,6	24,7	28,6	33,1	38,3
20	20,8	25,2	29,1	31,7	33,7	35,3	40,9	47,3	54,7
30	25,2	30,5	35,3	38,5	40,9	42,8	49,5	57,3	66,3
60	34,4	41,7	48,2	52,5	55,8	58,5	67,6	78,2	90,5
120	46,4	56,2	65,0	70,8	75,2	78,8	91,2	105,4	122,0
180	55,0	66,7	77,1	84,0	89,2	93,5	108,2	125,1	144,7
360	73,5	89,0	103,0	112,1	119,1	124,8	144,4	167,0	193,2
720	97,8	118,6	137,2	149,4	158,7	166,3	192,3	222,5	257,3
1080	115,6	140,2	162,1	176,5	187,5	196,5	227,3	262,9	304,1
1440	130,2	157,8	182,5	198,7	211,1	221,2	255,9	296,0	342,3

Fonte: Denardin & Freitas(1982) Características fundamentais da chuva no Brasil, v17, p. 1409-1416. Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Tabela 4– Valores máximos acumulados de precipitação para a cidade de Manaus.

Duração t (minutos)	Período de Retorno TR (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	22,2	24,4	26,1	27,2	28,0	28,6	30,7	32,9	35,3
20	33,2	36,4	39,0	40,6	41,8	42,8	45,8	49,1	52,6
30	40,3	44,2	47,3	49,3	50,7	51,9	55,6	59,6	63,9
60	52,9	58,0	62,2	64,8	66,6	68,1	73,0	78,3	83,9
120	66,0	72,3	77,5	80,7	83,1	84,9	91,0	97,6	104,6
180	73,9	81,0	86,8	90,4	93,0	95,1	102,0	109,3	117,1
360	88,2	96,7	103,6	107,9	111,1	113,6	121,7	130,5	139,8
720	104,0	114,1	122,3	127,3	131,0	133,9	143,6	153,9	165,0
1080	114,3	125,3	134,3	139,8	143,8	147,1	157,7	169,0	181,1
1440	121,9	133,7	143,3	149,2	153,6	157,0	168,2	180,4	193,4

Fonte: Denardin & Freitas (1982) Características fundamentais da chuva no Brasil, v17, p. 1409-1416. Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Para melhor entendimento, vamos imaginar que em função de estudos anteriores, decidiu-se enviar alerta moderado quando a precipitação atingir um Período de Retorno de 2 anos para um determinado município. Assim, as tabelas 1,2,3 e 4 apresentam o valores acumulados de precipitação (limiar) a serem adotados para tempos que podem variar de 10 minutos até 24 horas (1440 minutos) para quatro diferentes regiões do Brasil. No caso de alertas hidrológicos para pequenas bacia hidrográficas, é comum igualar o tempo de concentração (TC) da bacia hidrográfica ao tempo de duração da chuva (t), desta forma, se uma determinada bacia hidrográfica tem um TC= 60 minutos, o alerta considerando o TR de 2 anos seria enviado quando o acumulado atingisse 39,6mm em São Paulo; 34,3mm em Porto Alegre; 34,4mm em João Pessoa e 52,9mm em Manaus.

Note-se que as curvas IDF representam apenas comportamento da precipitação de forma regional, a escolha do tempo de duração (t) e também do período de Retorno (TR) deve partir de estudos que correlacionem os impactos causados em áreas vulneráveis aos acumulados de precipitação. O Cemaden desenvolve um projeto chamado IDFAdmin que apresenta equações IDF para todo o

Brasil com explicações mais detalhadas sobre o assunto, o acesso pode ser feito pelo link: <http://idf.cemaden.gov.br>.

Diante do entendimento geral sobre as atividades da Sala de Operação e os princípios que regem fluxo de trabalho dos operadores, o conteúdo dos próximos tópicos visa aprofundar os procedimentos em cada área de atuação. Estes tópicos indicam quando e como utilizar toda a gama de ferramentas disponíveis para o monitoramento e envio de alertas dentro das estratégias adotadas pelo Cemaden.

#### **4. ATIVIDADES GERAIS DE ROTINA**

Na troca de plantão entre duas equipes, todas as informações relevantes sobre a condição de tempo e os casos ocorridos no decorrer do turno, além do prognóstico de curto prazo, devem ser repassados para os integrantes que chegam ao trabalho. Esta atividade (“briefing”) visa garantir a continuidade do monitoramento. A equipe em final de turno deve preencher o registro de passagem de turno, deixando por escrito todas as informações pertinentes de serem documentadas. Em casos extremos, consultar o meteorologista e o gerente do próximo turno sobre a necessidade da equipe (ou alguns integrantes da mesma) permanecer na Sala de Situação para auxiliar nas atividades de monitoramento/emissão de alertas e de acionar os chefes. Além do registro de passagem de turno, outros produtos devem ser produzidos diariamente pela sala de operação em turnos específicos, sendo atualmente eles: Nota Técnica, Previsão de Risco Geo-Hidrológico, e Sistema Cantareira. Estes produtos têm procedimentos específicos e serão detalhados a seguir.

##### **4.1. Registro de passagem de turno na plataforma SIADEN**

O registro de passagem de turno é um instrumento que tem por objetivo documentar informações importantes ocorridas durante o turno, como: chamadas telefônicas, produtos inoperantes, acumulados significativos, comunicados oficiais (feedback), entre outros. O link para acesso é: <http://si.cemaden.gov.br/cemaden/restrito/home.jsf> e o login deve ser feito com senha e usuário particular. Após a execução do login, acessar o item SIADEN e subitem CADASTRO DE TURNO. Dentro do cadastro, preencher as opções nos menus suspensos selecionando as informações pertinentes;

##### **4.2. Nota Técnica**

Diariamente os tecnologistas elaboram em conjunto uma Nota Técnica contendo as condições atuais

do tempo e previstas para os próximos 3 e 7 dias para o Brasil. Adicionalmente, são incluídas previsões de risco para o dia em questão e para os próximos 7 dias. Este produto deverá ser enviado diariamente até às 9h00 via e-mail em formato PDF para o CENAD, Operação e demais e-mails disponíveis nos contatos listados na pasta **ALERTAS\_SJC:\Nota\_Técnica**. Nesta mesma pasta devem ser armazenadas as Notas Técnicas anteriores. Quanto ao conteúdo específico da Nota Técnica, ela é composta pelos seguintes tópicos:

**- Situação meteorológica e previsão de chuva para hoje**

Para a situação atual, o meteorologista deve inserir uma imagem de satélite atualizada, de preferência do Canal Infravermelho. A imagem de satélite está disponível em:

<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo>.

Ou alternativamente em

[http://www.inmet.gov.br/satelites/?area=0&produto=G12\\_AS\\_TN](http://www.inmet.gov.br/satelites/?area=0&produto=G12_AS_TN)

**- Previsão de chuva para os próximos 3 e 7 dias**

O meteorologista deve escrever com base nessas figuras e outras informações pertinentes sobre a previsão dos próximos 3 e 7 dias para as regiões do país focando nos maiores índices pluviométricos. A previsão de chuva para os próximos 3 e 7 dias são disponibilizadas em:

<ftp://200.133.244.199/ppprevreserva/GFS/aaaammddhh/>

<ftp://200.133.244.199/ppprevreserva/GFS/aaaammddhh/>

Sugere-se utilizar preferentemente previsão na versão por conjuntos. Usuários e senhas estão disponíveis em “U:\Passo\_a\_passo – por Estado.xlsx”.

**- Alertas vigentes**

O meteorologista deve inserir uma tabela ou figura com todos os alertas vigentes até a atualização da Nota Técnica. A lista com esses alertas está disponível na plataforma do SIADEN/Alertas Vigentes. Este tópico deve conter um comentário sobre a situação dos alertas vigentes em relação às condições atuais de tempo.

**- Previsão de riscos geo-hidrológicos**

- Previsão de riscos para hoje

Os profissionais da área de hidrologia e geologia/geodinâmica, com base na previsão meteorológica dos tópicos anteriores desta Nota Técnica, deverão indicar a possibilidade de riscos geo-hidrológicos em todo o território brasileiro para o dia corrente, e para os alertas abertos, indicar a tendência para as próximas horas.

- Previsão de riscos para o dia atual e próximos 7 dias

Da mesma forma que o tópico descrito acima, os especialistas de cada área devem estender a possibilidade de riscos geo-hidrológicos para os próximos 7 dias com base na previsão de chuvas realizada pelo meteorologista.

### 4.3. Previsão de risco Geo-Hidrológico

Diariamente o meteorologista fica encarregado da previsão de chuva para o dia seguinte citando prováveis acumulados e intensidade. Os demais especialistas são responsáveis por identificar as áreas suscetíveis à processos geo-hidrológicos para cada região do país, independentemente se há ou não municípios monitorados. Em conjunto, todos os tecnologistas deverão escrever a *Previsão de Risco Geo-Hidrológico* para cada região do país para o dia seguinte citando os níveis ALTO, MÉDIO, BAIXO e SEM PREVISÃO DE RISCO. O manual para elaboração da Previsão de Risco Geo-Hidrológico encontra-se em:

**ALERTAS\_SJC:\Previsão de Riscos Geo-Hidrológicos Cenad\manual\ Proposta Previsão de Risco [FINAL]**

Este produto deverá ser enviado diariamente até às 16h00 (horário de Brasília) via e-mail em formato PDF para o CENAD e Operação (plantaocenad@gmail.com; operacao@cemaden.gov.br). Adicionalmente, esta Previsão deve ser inserida na página do CEMADEN por qualquer tecnologista utilizando usuário e senha individual. O procedimento para inserção encontra-se em:

**ALERTAS\_SJC:\Previsão de Riscos Geo-HidrológicosCenad\  
Atualizar\_BoletimRiscos\_PortalCemaden.pdf**

A título de ilustração é adicionado neste documento um mapa com as mesorregiões do país em níveis ALTA, MÉDIA, BAIXA e SEM PREVISÃO DE RISCO. O tecnologista deve abrir a figura em um programa gráfico e colorir com as cores listadas na figura. O arquivo da figura está disponível em:

**ALERTAS\_SJC:\Previsão de Riscos Geo-HidrológicosCenad\2018\fig\_web\_ANO.**

### 4.4. Sistema Cantareira

O CEMADEN elabora um relatório técnico mensalmente sobre a situação e previsão hidrológica para o Sistema Cantareira. Para esse relatório são utilizados dados coletados diariamente pelos tecnólogos da Sala de Situação. O tecnólogo de qualquer especialidade deve preencher diariamente a planilha com dados pluviométricos referentes as bacias hidrográficas do Sistema Cantareira. Uma parte destes dados vêm dos pluviômetros do Cemaden, e outra parte vêm do O Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP), disponível em < <https://www.saisp.br/estaticos/sitenovo/produtos.xmlt> >

O arquivo para preenchimento dos dados encontra-se no seguinte diretório:

**ALERTAS\_SJC\Dados\_meteorologicos\SP\Sistema\_Cantareira\_SELUCHI\CantareiraANO\Sistema\_Cantareira\_ORIGINAL\_ANO**

Neste arquivo, devem ser preenchidos os dados pluviométricos das estações listadas do SAISP e CEMADEN. Nesta página deve clicar no menu de produtos, filtrar as estações da rede telemétrica do Alto Tietê e SABESP - Sistema Cantareira e inserir na planilha citada acima.

Os dados do CEMADEN são rodados por uma macro em “excel” disponível em:

**ALERTAS\_SJC\Dados\_meteorologicos\SP\Sistema\_Cantareira\_SELUCHI\CantareiraANO\Macro\_Importar\_dados\_Cantareira\_versão\_6**

O arquivo no formato “excel” deve ser salvo no mesmo diretório de origem e enviado via e-mail da operação (<https://webmail.cemaden.gov.br>) para os contatos listados no grupo chamado “Cantareira (5)”. Imperivelmente, o sistema Cantareira deve ser feito até as 07h00 da manhã em horário normal e as 08h00 no horário de verão.

## **5. ROTINA OPERACIONAL EM METEOROLOGIA**

A principal função do meteorologista é manter a equipe informada sobre as condições de tempo atuais e futuras sobre as áreas de interesse monitoradas pelo Cemaden. Os meteorologistas podem escolher as fontes de dados de acordo com a sua experiência, porém, sugere-se que documentos emitidos frequentemente pelo Cemaden, com base em previsão numérica de tempo, tenham suas fontes de dados padronizadas, como é o caso de “Previsão de risco geo-hidrológico” e a “Nota Técnica”. Segue abaixo uma lista de produtos (oriundos de modelagem numérica) disponíveis para uso dos profissionais na área de meteorologia (as senhas, caso sejam necessárias, encontram-se em **ALERTAS\_SJC\ Passo\_a\_passo - por Estado.xlsx**):

- ✓ [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br) (modelo Cosmo 25 km);
- ✓ [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br) (modelo BAM 20 km e/ou WRF 0,5 km);
- ✓ <http://wxmaps.org/pix/sa.fcst> (Modelo GFS 25 km);

- ✓ <http://gpt.cptec.inpe.br/links.php> (Outros produtos meteorológicos)
- ✓ <https://www.windy.com> (Modelo ECMWF e GFS)

A rotina dos meteorologistas deve envolver as seguintes atividades:

- ✓ Interpretar os dados observados (metar, synop, pcd, etc), imagens de satélite, radares meteorológicos, descargas atmosféricas disponibilizadas na plataforma SALVAR ou diversas páginas de outras instituições, também disponíveis no arquivo “**ALERTAS\_SJC\ Passo\_a\_passo - por Estado.xlsx**”;
- ✓ Interpretar outros produtos, tais como diagramas termodinâmicos e cartas sinóticas;
- ✓ Após a análise das condições do tempo comunicar aos outros tecnologistas a condição atual e a previsão meteorológica para as próximas horas para auxiliá-los no monitoramento e na elaboração/emissão dos alertas de risco geo-hidrológicos;
- ✓ Manter vigilância contínua das condições meteorológicas de todo o país;
- ✓ Elaborar boletim meteorológico especial, quando solicitado pela coordenação;
- ✓ Elaborar o resumo da situação meteorológica para incluir na descrição do banco de ocorrências do CEMADEN.
- ✓ Emitir avisos ou informações meteorológicas, quando solicitado pela Defesa Civil e parceiros;
- ✓ Manter intercâmbio de informações da situação do ponto de vista meteorológico e de desastres naturais com Centros Meteorológicos e Órgãos de Defesa Civil para emissão de alertas em consenso com os parceiros;
- ✓ Realizar, de forma contínua, controle de qualidade dos dados meteorológicos disponíveis;
- ✓ Manter implementados e atualizados os produtos utilizados em suas atividades;

### **5.1. Procedimento para alerta de eventos de curta duração**

Os impactos causados por eventos de curta duração geralmente são as enxurradas e deslizamentos com acumulado prévio de precipitação. Para um alerta de eventos de curta duração, normalmente inferior a uma hora, o meteorologista deve identificar os sistemas de tempo com precipitação que possam ocasionar chuvas intensas (conceitos de chuvas intensas já foram abordados no capítulo 3). Os fatores meteorológicos que influenciam a tomada de decisão para o envio de um alerta de enxurrada, são: chuva intensa, velocidade do deslocamento do sistema precipitante, capacidade de resposta do município (informação de responsabilidade dos operadores da hidrologia ou da geologia/geodinâmica, conforme o caso), histórico do município, etc. Portanto, assim que o meteorologista identificar a célula de chuva potencialmente perigosa, os outros operadores deverão

ser informados para fazerem o levantamento de histórico de enxurradas, tipo de terreno, capacidade de resposta do município a ser atingido, além de outras análises que eles julgarem pertinentes.

Cabe aqui, fazer algumas considerações sobre monitoramento de eventos de curta duração:

- ✓ Para a emissão de um alerta de enxurrada são necessárias ferramentas acopladas como descargas atmosféricas, radar meteorológico calibrado e modelo de alta resolução. Atualmente o centro dispõe apenas parcialmente desse conjunto de informações em um tempo hábil para a emissão do alerta;
- ✓ As descargas atmosféricas disponibilizadas na plataforma SALVAR representam uma ferramenta apenas qualitativa para emissão do alerta. Por outro lado, em alguns casos o prazo entre o aumento do número de descargas elétricas (lightning jump) e a ocorrência de enxurradas pode ser inferior a 30 minutos.
- ✓ A informação do radar meteorológico na plataforma tem uma defasagem geralmente de 20 minutos. Como as chuvas torrenciais apresentam uma duração total (entre início e dissipação) em torno de 30 minutos à 1h30 e baixa resolução espacial;

Em decorrência das dificuldades em antecipar os alertas derivados de eventos de curta duração pelos motivos citados anteriormente, não se espera dos operadores um alto índice de acerto e antecipação, deixando a cargo da equipe a decisão de envio ou não deste tipo de alerta de acordo com cada situação. **Este tipo de alerta deve ser prioritário para as grandes cidades e seus entornos, quando a equipe julgar que haverá possibilidade de antecipação.**

Segue abaixo uma lista das limitações específicas encontradas nas principais ferramentas disponíveis para monitoramento de eventos de curta duração. Esta lista deve servir de sugestão para pesquisas que visem o aprimoramento do monitoramento:

- Radar meteorológico

- ✓ defasagem da informação disponibilizada em torno de 20 minutos
- ✓ muitos municípios não há cobertura de radar
- ✓ radares com ruído, sombras ou calibragem deficiente.
- ✓ área de abrangência efetiva menor que 150 km. Alguns radares há a informação do PPI-400 km.

- Descargas atmosféricas

- ✓ ausência de discriminação entre nuvem-solo e intranuvem na Plataforma SALVAR. Nesta plataforma a informação disponibilizada é do total de descargas sem a separação. A

separação entre tipos de raios está apenas disponível atualmente na plataforma “Sferic Maps”, que, contudo, não inclui a localização dos municípios monitorados.

- ✓ as descargas elétricas não são eficientes em regiões de nuvens quentes e estratiformes e em boa parte da Amazônia, em função de limitações na rede de sensores.

#### - Modelo numérico de tempo

- ✓ ausência de um modelo de alta resolução (espacial e temporal) tanto no CEMADEN quanto nos demais centros de meteorologia que sejam capazes de prognosticar tempestades e chuvas intensas.
- ✓ dificuldade dos modelos meteorológicos para prever com precisão a intensidade/acumulado de chuva

#### - Dados observados

- ✓ não há cobertura de pluviômetros em todos os municípios monitorados
- ✓ ausência de controle de qualidade dos dados.

Em função das limitações detalhadas anteriormente, a metodologia para monitorar e enviar alertas de eventos de curta duração consiste em realizar, no início da tarde, uma análise sobre a probabilidade de ocorrência de atividade convectiva nas diferentes mesorregiões. Para isso deve-se, utilizar os modelos numéricos disponíveis (avaliando especialmente parâmetros termodinâmicos como índices de instabilidade, convergências de massa e umidade, cisalhamento do vento, etc), dados de METAR e informações de sondagens aerológicas. A partir dessa informação pode se fazer uma previsão do tipo de convecção que estará presente no dia e das áreas potencialmente mais suscetíveis. Uma vez iniciada a convecção, o acompanhamento das células convectivas pode ser feito tanto a partir dos radares meteorológicos (preferentemente no Rainbow, Redemet e Windy pelo menor atraso) e descargas elétricas. Como parâmetros de intensidade é importante acompanhar evolução temporal da densidade de descargas elétricas (polígonos no Earth Network), sendo que o aumento brusco do número de descargas totais (conhecido como lightling jump) é um dos indicadores da iminência de tempo severo. Além disso, a refletividade no radar é também um indicador muito importante, sendo que o CAPPI 3 km é utilizado especialmente para monitorar a taxa de precipitação líquida. A convecção profunda pode ser inferida quando o CAPPI supera os 45 dBZ em altura, como no CAPPI 5.500, CAPPI 7.300 e CAPPI 10.400 no site da REDEMET. Outra ferramenta são os cortes verticais nos dados volumétricos dos radares, disponíveis no Rainbow. Uma forma de “arco” (bow echo) no campo de refletividade com valores acima de 50DBZ são usualmente vinculados à convecção severa. Uma vez detectada a convecção mais severa, a sua previsão pode ser feita utilizando a ferramenta de previsão do Rainbow, a partir da seta de

propagação do polígono com alta densidade de descargas no Earth Network, ou, simplesmente, extrapolando o deslocamento da célula de tempestade. O método funciona melhor nas regiões Sul e Sudeste, e quando as tempestades apresentam um ciclo de vida relativamente longo e um movimento aproximadamente retilíneo e uniforme. Será muito difícil prever precipitações intensas de curta duração nos casos de formação repentina sobre os municípios monitorados e/ou nos casos de mudança de direção/intensidade antes de atingir o município em questão. Nesses casos, o não envio do alerta, ou seu envio tardio, deriva de uma limitação técnico-científica que excede a capacidade da Sala de Situação.

## **6. ROTINA OPERACIONAL EM DESASTRES NATURAIS**

As atividades da área de desastres naturais se dividem em 3 grupos de atividades principais relacionados ao MONITORAMENTO E ALERTAS: i) Atividades operacionais comuns; ii) Atividades operacionais específicas de desastres naturais; iii) Atividades de desenvolvimento e pesquisa em vulnerabilidade e registros de eventos de desastres naturais.

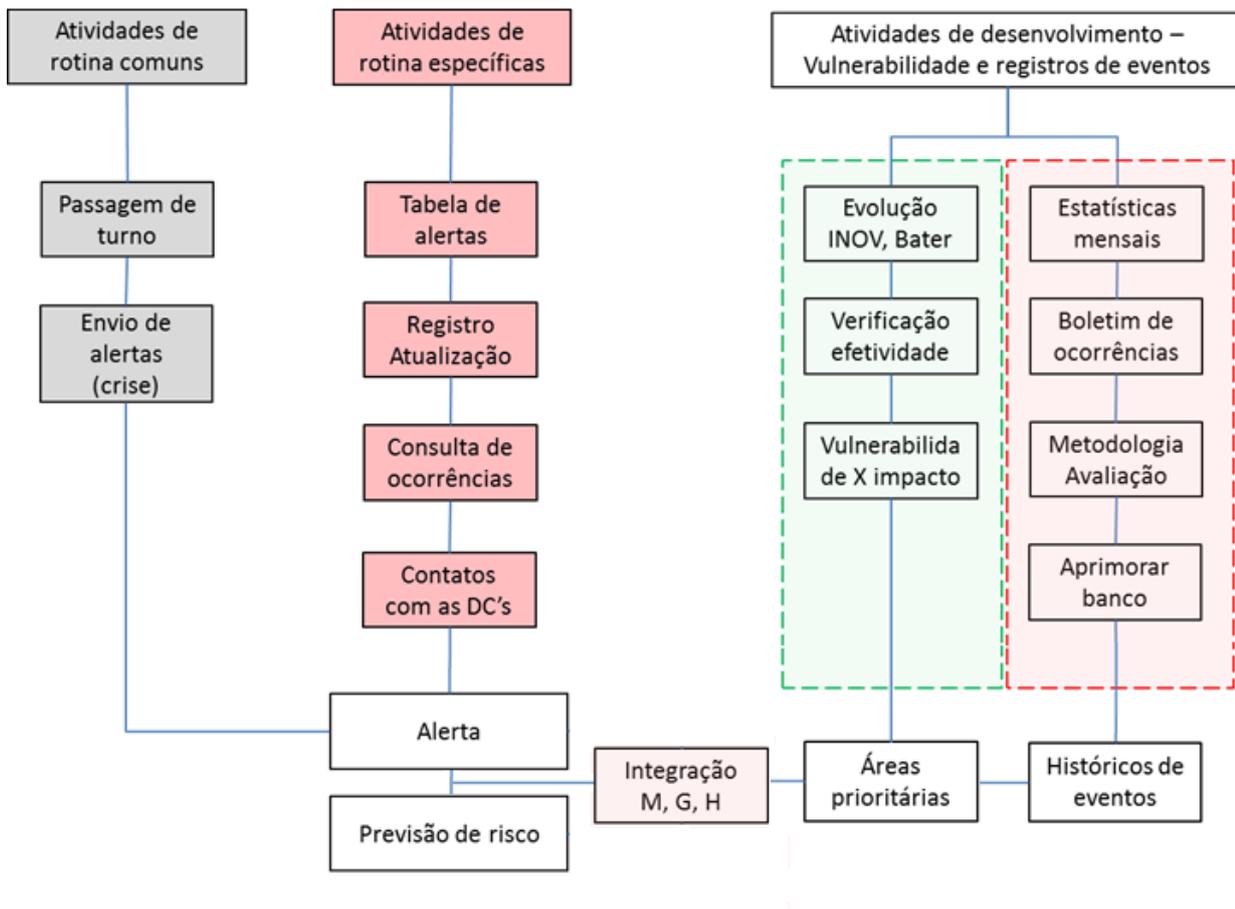
As atividades operacionais comuns referem-se às rotinas de registro de turno e envio de alertas e de comunicados de atenção em situações de crise. Lembrando que esta atividade não é exclusiva do profissional desta área, pois, conforme já citado no capítulo 4, a equipe deve se responsabilizar por estas atividades e as ferramentas utilizadas para este fim (SIADEN) devem ser conhecidas e manuseadas por todos. Além disso, os operadores de desastres, com base nas informações de vulnerabilidade, devem assessorar o grupo de operadores na definição do nível de criticidade dos alertas.

As atividades operacionais específicas de desastres naturais referem-se a rotinas para constante atualização da tabela de alertas, registro de eventos no banco de dados do Sistema Integrado de Alerta de Desastres Naturais (SIADEN), consulta ao histórico de ocorrências e eventuais contatos com as Defesas Civas para a validação de dados e informações sobre ocorrências.

As atividades de desenvolvimento e pesquisa em vulnerabilidade referem-se à consulta do Índice Operacional de Vulnerabilidade (INOV) e dados da Base Territorial Estatística de Risco (BATER), verificação da efetividade e aplicabilidade destes dados no contexto de envio de alertas e relações entre vulnerabilidade e impactos. As atividades de desenvolvimento e pesquisa relacionadas ao registro de eventos compreendem as estatísticas periódicas de alertas e eventos, boletim de ocorrências e eventos, desenvolvimento de metodologia de avaliação dos alertas, e aprimoramento do banco de eventos. A figura 2 apresenta o fluxograma das atividades dos operadores em Desastres

Naturais.

Figura 2– Fluxograma atividades de rotina operacional em Desastres Naturais.



As atividades específicas dos Tecnologistas na área de Desastres Naturais devem envolver as seguintes ações:

- ✓ Monitorar e acompanhar os parâmetros ambientais potencialmente deflagradores de desastres (tarefa comum às quatro áreas do conhecimento);
- ✓ Elaborar e enviar alertas de desastres naturais, quando necessário (tarefa comum às quatro áreas do conhecimento);
- ✓ Assessorar os operadores da Sala de Situação sobre o nível de criticidade adequado em caso de envio de alertas;
- ✓ Atualizar e manter arquivo de alertas enviados, atualizados e cessados em formato tabela para acompanhamento de estatísticas até a consolidação do módulo de consulta e recuperação de alertas do SIADEN;
- ✓ Verificar continuamente notícias, boletins ou relatórios que contenham informações sobre ocorrências de eventos geo-hidrológicos ou desastres naturais. Para esta atividade, considerar as seguintes regras:
  - a) Priorizar informações oficiais oriundas dos informativos do CENAD, do Formulário de Ocorrências integrados aos alertas, de boletins e contatos de Defesa Civil, e dos

Formulários de Informação do Desastre (FIDE), contidos no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). Observação: O acesso ao S2ID (<https://s2id.mi.gov.br/>) é realizado por meio de login/senha individuais;

- b) Acessar continuamente portais, sites de notícias e redes sociais, utilizando palavras-chave e regras de busca para a seleção de notícias em períodos específicos, garantindo a dinamicidade da informação;
- ✓ Identificar as ocorrências de eventos em municípios monitorados e realizar o registro na plataforma SIADEN. Para esta atividade, considerar as seguintes regras:
  - a) Acessar o link <http://si.cemaden.gov.br/cemaden/restrito/home.jsf> e logar com usuário e senha particular. Acessar o item SIADEN e sub-item REGISTRO DE OCORRÊNCIAS;
  - b) Definir o tipo de registro: i) Alerta com ocorrência; ii) Alerta sem ocorrência (indicado no formulário de ocorrências, pelo CENAD, ou sem informações na mídia); iii) Ocorrência sem alerta (ou alerta não enviado);
  - c) Preencher os campos comuns a cada tipo de registro, atentando-se, em caso do registro de ocorrências, para as definições e critérios estabelecidos para o preenchimento das ocorrências.

## **6.1. Definições e critérios para o preenchimento do registro de ocorrências**

O registro de ocorrências é uma plataforma utilizada tanto para inserir de forma padronizada as ocorrências de eventos relevantes, bem como, para buscar informações referentes aos eventos cadastrados. Para o detalhamento, padronização e esclarecimento de eventuais dúvidas, acessar o “MANUAL DE PREENCHIMENTO DO REGISTRO DE OCORRÊNCIAS”, disponível em: [ALERTAS\\_SJC\Grupo\\_Protocolo\\_Alertas\Manual de preenchimento do registro de ocorrências](#).

Além das informações já contidas no manual, cabe aqui, ampliar o entendimento das regras utilizadas na entrada de dados na plataforma, como será visto a seguir.

### **6.1.1. Identificação da data e precisão do horário da ocorrência, considerando as opções:**

- AUSENTE - informação fonte não faz referência a horário;
- BAIXA PRECISÃO - informação fonte cita apenas período do dia em que o evento ocorreu;
- MÉDIA PRECISÃO - informação fonte especifica horário aproximado ou indica horário de atendimento das equipes de resgate;
- ALTA PRECISÃO - informação fonte permite identificar horário específico da ocorrência.

### **6.1.2. Identificação do tipo de evento, considerando as opções:**

- Para “Movimentos de Massa”: deslizamento, corrida de massa, erosão; terras caídas, solapamento, queda de bloco, outro.
- Para “Hidrológico”: inundação, enxurrada, alagamento, outro.

Observação: Serão desconsiderados no registro ocorrências de queda de muro e casa por fragilidade estrutural, queda de árvores e estruturas, e alagamentos superficiais que não geram nenhum transtorno.

### 6.1.3. Enquadramento da magnitude dos eventos geológicos e hidrológicos, a saber:

A magnitude dos eventos é classificada como de pequeno, médio ou grande porte, tanto para eventos de origem geológica, como de origem hidrológica. O Quadro 2 apresenta os critérios a serem considerados em cada classe.

Quadro 2– Critérios para enquadramento da magnitude dos eventos geo-hidrológicos.

	<b>Eventos Geológicos</b>	<b>Eventos Hidrológicos</b>
<b>PEQUENO PORTE</b>	<i>Legenda atual – eventos de deslizamentos PONTUAIS e INDUZIDOS, queda de barreiras, talude E/OU eventos com danos pontuais; pequenos deslizamentos; Critério auxiliar – pode ser enquadrado quando não existem informações sobre danos e vítimas.</i>	<i>Legenda atual – eventos isolados (pequenos e rápidos) de alagamentos, transbordamento de córregos/rios, enxurradas E/OU eventos com danos em nível de ruas e bairros e com resposta rápida. Critério auxiliar – pode ser enquadrado quando não existem informações sobre danos e vítimas.</i>
<b>MÉDIO PORTE</b>	<i>Legenda atual – eventos ESPARSOS e/ou eventos com danos significativos em nível local; deslizamentos médios com material remobilizado, em encostas naturais e/ou vários deslizamentos em taludes e quedas de barreiras em rodovias; O município declarou ou foi reconhecido SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA e há informação sobre danos e vítimas; Critério auxiliar – se assemelha à intensidade II - "Os desastres de nível II são caracterizados pela ocorrência de ao menos dois danos, sendo um deles obrigatoriamente danos humanos que importem no prejuízo econômico público ou no prejuízo econômico privado que afetem a capacidade do poder público local em responder e gerenciar a crise instalada", ou seja, DEVE HAVER INFORMAÇÕES SOBRE DANOS E/OU VÍTIMAS E DECLARAÇÃO/RECONHECIMENTO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA OU ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA.</i>	<i>Legenda atual – eventos significativos de alagamentos, enxurradas E/OU inundações bruscas ou graduais E/OU com danos em nível de bairros com resposta mais lenta e interrupção de tráfego; O município declarou ou foi reconhecido SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA e há informação sobre danos e vítimas; Critério auxiliar – se assemelha à intensidade II - "Os desastres de nível II são caracterizados pela ocorrência de ao menos dois danos, sendo um deles obrigatoriamente danos humanos que importem no prejuízo econômico público ou no prejuízo econômico privado que afetem a capacidade do poder público local em responder e gerenciar a crise instalada", ou seja, DEVE HAVER INFORMAÇÕES SOBRE DANOS E/OU VÍTIMAS E DECLARAÇÃO/RECONHECIMENTO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA OU ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA.</i>
<b>GRANDE PORTE</b>	<i>Legenda atual – eventos GENERALIZADOS eventos com danos regionais e/ou grandes deslizamentos E/OU corridas de detritos de grande extensão; O município declarou ou foi reconhecido SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA ou ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA e há informação sobre danos e vítimas; Critério auxiliar – se assemelha à intensidade III - "Os desastres de nível III são caracterizados pela concomitância na existência de óbitos, isolamento de população, interrupção de serviços essenciais, interdição ou destruição</i>	<i>Legenda atual – eventos de grande impacto e danos atingindo serviços essenciais em nível de município (com grande número de desabrigados ou desalojados/vítimas); O município declarou ou foi reconhecido SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA ou ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA e há informação sobre danos e vítimas; Critério auxiliar – se assemelha à intensidade III - "Os desastres de nível III são caracterizados pela concomitância na existência de óbitos, isolamento de população, interrupção</i>

	<i>de unidades habitacionais, danificação ou destruição de instalações públicas prestadoras de serviços essenciais e obras de infraestrutura pública", ou seja, DEVE HAVER INFORMAÇÕES SOBRE DANOS E VÍTIMAS (INCLUSIVE ÓBITOS) E DECLARAÇÃO/RECONHECIMENTO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA OU ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA.</i>	<i>de serviços essenciais, interdição ou destruição de unidades habitacionais, danificação ou destruição de instalações públicas prestadoras de serviços essenciais e obras de infraestrutura pública", ou seja, DEVE HAVER INFORMAÇÕES SOBRE DANOS E VÍTIMAS (INCLUSIVE ÓBITOS) E DECLARAÇÃO/RECONHECIMENTO DE SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA OU ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA.</i>
Observações		<i>Além dos critérios indicados na legenda no item "Magnitude do Evento", podem ainda auxiliar no enquadramento os níveis de magnitude ou intensidade do desastre da Instrução Normativa nº 02, de 20/12/16, do Ministério da Integração, a qual estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos.</i>

#### 6.1.4. Precisão de localização da ocorrência e localização no mapa, considerar as opções:

AUSENTE - informação fonte faz referência à ocorrência em município sem detalhamento da localização;

BAIXA PRECISÃO - informação fonte refere-se à ocorrência em nível de bairro ou região;

MÉDIA PRECISÃO - informação fonte refere-se à ocorrência em nível de localização ou rua;

ALTA PRECISÃO - informação fonte identifica local específico com possibilidade de identificação de coordenada ou imagem do *google*, por exemplo.

Observação: A localização da ocorrência no mapa obedecerá aos critérios de precisão e contará com o auxílio da busca por endereço ou por localização geográfica (tendo ainda a opção de reposicionamento manual do marcador), tendo como bases o mapa e a imagem de satélite do *google* incorporados ao formulário.

#### 6.1.5. Identificação e validação de dados hidrológicos:

Em caso de eventos hidrológicos, considerar, quando possível, o nome do rio/córrego e o nível em que o corpo hídrico atingiu, informados pela fonte e/ou validados por dados das estações fluviométricas do CEMADEN, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e da Agência Nacional de Águas (ANA).

#### 6.1.6. Identificação e quantificação de danos humanos:

Refere-se a óbitos, feridos/enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros afetados. Quando a informação do número de afetados refere-se a famílias, deve-se multiplicar por 4 (quatro) – critério padrão utilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ex.: 1 família

= 4 pessoas > 3 famílias=12 pessoas.

#### 6.1.7. Identificação de declaração de Situação de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP):

Refere-se à busca de decretos oficiais e/ou consulta aos FIDE's junto ao S2ID, e considerando, segundo a instrução normativa nº 02/2016:

- Os desastres de nível I (de pequena intensidade) e II (de média intensidade) ensejam a decretação de SE;
- Os desastres de nível III (de grande intensidade) ensejam a decretação de ECP.

Observação: A identificação de decretação de SE ou ECP deve propiciar o reconhecimento de desastres naturais e a sua diferenciação em relação aos demais eventos registrados no sistema, auxiliando especificamente no enquadramento dos eventos de médio e grande porte.

#### 6.1.8. Indicação de informações complementares de danos/prejuízos sociais, econômicos ou ambientais:

Refere-se à identificação do tipo e o número de construções atingidas, tais como casas, escolas, pontes, hospitais; além de valores e impactos.

#### 6.1.9. Seleção de estação pluviométrica:

Refere-se à seleção de estação pluviométrica para a geração automática da linha do tempo “chuva x ocorrências”, considerando a distribuição e proximidade da estação em relação à localização da ocorrência.

#### 6.1.10. Identificação da(s) fonte(s) das informações:

Refere-se à identificação da(s) fonte(s) das informações, considerando a data/horário do *feedback* / acesso e a inserção de texto e imagens. Em caso de múltiplas ocorrências do mesmo evento, deve-se recorrer às opções de replicar e adicionar ocorrências, sendo possível registrar tantas ocorrências com localização forem necessárias.

## **6.2. Definições e critérios para consultar do histórico de ocorrências na plataforma SIADEN**

Como já citado anteriormente, a plataforma de registro de ocorrências também pode ser utilizada como ferramenta de consulta, subsidiando informações para a tomada de decisão da equipe. Para buscar informações, seguir os procedimentos:

- a) Acessar o link <http://si.cemaden.gov.br/cemaden/restrito/home.jsf> e logar com usuário e senha particular. Acessar o item SIADEN e sub-item CONSULTA AO HISTÓRICO DE OCORRÊNCIAS OU CONSULTA AVANÇADA AO HISTÓRICO DE OCORRÊNCIAS;
- b) Na “consulta ao histórico de ocorrências”, acessar os relatórios ou editar os registros realizados, por meio da busca por palavras-chave, código do alerta, município, data do registro, data da ocorrência e tipo do registro;
- c) Na “consulta avançada ao histórico de ocorrências”, buscar e realizar o *download* de planilha contendo informações dos registros realizados, por meio da entrada dos critérios de busca relacionados ao tipo de registro, período do registro, período da ocorrência, local, tipo do evento registrado, magnitude do evento e danos humanos.

Observação: Para consulta ao histórico de desastres, considerando o período mais extenso em relação aquele que compõe o banco de eventos no SIADEN, deve ser acessado o S2ID e consultados os relatórios, FIDE's e série histórica armazenados neste sistema. No gerenciamento do banco de ocorrências e ferramentas de visualização para apoio ao monitoramento, caso sejam observadas falhas, as mesmas devem ser reportadas por e-mail aos tecnologistas de TI incluindo todos os operadores de DN.

### **6.3. Atividades de desenvolvimento e pesquisa em vulnerabilidade e registros de eventos**

As atividades de desenvolvimento e pesquisa em vulnerabilidade e registros de eventos não são rotineiras e incorporam projetos em andamento e estudos posteriores, os quais podem contribuir para a melhoria dos procedimentos de envio de alertas, e a validação para incorporação às rotinas operacionais.

Essas atividades visam obter produtos a serem incorporados nos processos de discussão multidisciplinar e de tomada de decisão, podendo auxiliar na definição de áreas de atenção prioritária no envio de alertas e na elaboração da previsão de riscos geo-hidrológicos.

## **7. ROTINA OPERACIONAL EM GEOLOGIA/GEODINÂMICA**

Na área de Geologia, o Cemaden monitora especificamente os movimentos de massa, utilizando como referência conceitual a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), correspondendo aos desastres naturais dos tipos Deslizamentos e fluxo de sedimentos inseridos no subgrupo Movimentos de Massa e grupo Geológico. Os demais processos, que não tem a precipitação como principal agente deflagrador, como queda e rolamento de blocos, recalque diferencial e terras caídas, por exemplo, bem como, dadas as complexidades intrínsecas de seus mecanismos deflagradores e as limitações operacionais inerentes ao monitoramento, não são

passíveis de alerta.

## 7.1. Monitoramento

Todos os municípios monitorados sob condição de tempo severo devem ser analisados continuamente em relação aos parâmetros hidrometeorológicos a partir dos dados de pluviosidade acumulada e dos dados de pluviosidade prevista junto ao tecnologista em Meteorologia, e demais integrantes da equipe.

Além dos parâmetros hidrometeorológicos, para a tomada de decisão, o tecnologista deve buscar também, informações contidas na “FICHA DE DESCRIÇÃO DOS MUNICÍPIOS”, que descreve o contexto geológico, geotécnico, pedológico, geomorfológico da(s) área(s) prioritária(s) em análise. Este documento encontra-se na pasta compartilhada em rede <\\Plataforma(S:)/Informações\_Descrições\_Município\_Monitorado>.

Os parâmetros a serem avaliados para antecipar processos geodinâmicos são:

- Precipitação acumulada em função do limiar com potencial deflagrador do evento (pluviômetros, radar e satélite);
- Previsão meteorológica fornecida pelo operador de meteorologia.

## 7.2. Limiares

Os limiares de precipitação com potencial deflagrador de eventos relacionados ao movimento de massa referem-se ao indicativo de precipitação acumulada, na maioria dos casos em 24 horas, consolidado para região ou estado. Estes valores podem ser consultados na “TABELA DE LIMIARES” disponível em ALERTAS\_SJC:\Limiares. A inclusão e atualização dos limiares devem ser realizadas pelos Tecnologistas em geologia/geodinâmica em reunião conjunta. Os valores eventualmente existentes para os limiares deflagradores podem ser consultados e definidos a partir de publicações de órgãos competentes (PPDC-SP, AlertaBlu, AlertaRio, DRM etc.) ou a partir de pesquisas publicadas (universidades, centros de pesquisa etc.), e podem também ser construídos e atualizados, de forma contínua por meio do **REGISTRO DE OCORRÊNCIAS (SIADEN)** ou **outros métodos definidos pelos tecnologistas (IDF, GIDES, etc.)**. No entanto, caso o município monitorado não tenha limiares pré-definidos, caberá aos operadores da área de geologia/geodinâmica definir com a equipe, e se necessário junto à chefia (Gerente/Coordenador), qual limiar e/ou informações sobre a chuva crítica à deslizamento(s) se aplicará à situação e explicar os motivos do valor utilizado informando a todos os integrantes da equipe.

Os tecnologistas em geologia/geodinâmica deverão, preferencialmente, definir limiares para os três níveis de alerta (Moderado, Alto e Muito Alto) ou definir as regras correspondentes.

### 7.3. Cenários de risco/nível dos alertas e matriz de decisão

Os níveis de alertas utilizados pelo Cemaden, apresentados na tabela 1 (capítulo 3), em relação aos movimentos de massa, devem ter os seguintes significados em:

- Moderado: Possibilidade de ocorrência de deslizamentos pontuais e induzidos, portanto, espera-se um impacto potencial moderado;
- Alto: Possibilidade de ocorrências de deslizamentos esparsos, associados a deslizamentos induzidos e/ou em encostas naturais, portanto, espera-se um impacto potencial alto;
- Muito alto: Possibilidade de ocorrências generalizadas de deslizamentos, podendo estar associada à deflagração de fluxos de massa (ex: fluxo de detritos). Portanto, espera-se um impacto potencial muito alto.

As condições de abertura e atualização dos alertas para movimentos de massa dependerão principalmente da existência e confiabilidade dos dados de precipitação e previsão meteorológica, as quais devem ser consultadas com o meteorologista de plantão. O quadro 3 apresenta as situações possíveis previstas no monitoramento.

Quadro 3 – Recomendações para envio e atualização de alertas em geologia/geodinâmica em função do nível de informações durante o monitoramento.

Nível de informação	Alerta Moderado	Alerta Alto	Alerta Muito Alto
<b>Ausência de informações</b>	- Não há condições para abertura/atualização de alertas.	- Não há condições para abertura/atualização de alertas.	- Não há condições para abertura/atualização de alertas.
<b>Informações limitadas</b> <i>(ex. precipitação acumulada apenas por satélite ou radar com baixa confiabilidade e previsão exclusivamente por modelo numérico)</i>	- No caso da precipitação acumulada associada à previsão meteorológica indicarem que o limiar será atingido, recomenda-se o envio do alerta de nível <b>Moderado</b> . No entanto, mesmo se o limiar não for alcançado, recomenda-se a avaliação junto aos tecnologistas em Desastres Naturais e Meteorologistas visto que, no caso de haver ocorrências registradas compatíveis ao nível do alerta e previsão da continuidade das chuvas, justifica-se a abertura e/ou atualização do alerta neste nível.	- Devido à limitação das ferramentas impedirem uma avaliação adequada da possibilidade de deflagração do processo, nestas condições de monitoramento, recomenda-se não enviar alertas de nível <b>Alto</b> . No entanto, recomenda-se a avaliação junto aos tecnologistas em Desastres Naturais e Meteorologistas visto que, no caso de haver ocorrências registradas compatíveis ao nível do alerta e previsão da continuidade das chuvas, justifica-se a abertura e/ou atualização do alerta neste	- Devido à limitação das ferramentas impedirem uma avaliação adequada da possibilidade de deflagração do processo, nestas condições de monitoramento, recomenda-se não enviar alertas de nível <b>Muito Alto</b> . No entanto, recomenda-se a avaliação junto aos tecnologistas em Desastres Naturais e Meteorologistas visto que, no caso de haver ocorrências registradas compatíveis ao nível do alerta e previsão da continuidade das chuvas, justifica-se a abertura e/ou atualização do alerta neste

		<i>nível.</i>	<i>nível.</i>
<b>Informações confiáveis</b>  (ex. precipitação acumulada por pluviômetro e/ou radar e previsão por modelo numérico)	- No caso da precipitação acumulada associada à previsão meteorológica indicarem que o limiar será atingido, recomenda-se o envio do alerta de nível <b>Moderado</b> . No entanto, mesmo se o limiar não for alcançado, recomenda-se a avaliação junto aos tecnologistas em Desastres Naturais e Meteorologistas visto que, no caso de haver ocorrências registradas compatíveis ao nível do alerta e previsão da continuidade das chuvas, justifica-se a abertura e/ou atualização do alerta neste nível.	- No caso da precipitação acumulada associada à previsão meteorológica indicarem que o limiar será atingido, recomenda-se o envio do alerta de nível <b>Alto</b> . No entanto, mesmo se o limiar não for alcançado, recomenda-se a avaliação junto aos tecnologistas em Desastres Naturais e Meteorologistas visto que, no caso de haver ocorrências registradas compatíveis ao nível do alerta e previsão da continuidade das chuvas, justifica-se a abertura e/ou atualização do alerta neste nível.	- No caso da precipitação acumulada associada à previsão meteorológica indicarem que o limiar será atingido, recomenda-se o envio do alerta de nível <b>Muito Alto</b> . No entanto, mesmo se o limiar não for alcançado, recomenda-se a avaliação junto aos tecnologistas em Desastres Naturais e Meteorologistas visto que, no caso de haver ocorrências registradas compatíveis ao nível do alerta e previsão da continuidade das chuvas, justifica-se a abertura e/ou atualização do alerta neste nível.

Cabe salientar que as recomendações do quadro 3 são subjetivas, caso um determinado limiar de acumulado de precipitação seja atingido e o tecnologista em geologia/geodinâmica julgar que não haja necessidade de envio de alertas com base em outras considerações fortuitas, sugere-se colocar uma justificativa no REGISTRO DE PASSAGEM DE TURNO.

As condições de cessar dos alertas para movimentos de massa dependerão da não existência de ocorrências e da previsão meteorológica, as quais deverão ser consultadas com o meteorologista e o tecnologista em desastres naturais de plantão. O quadro 4 apresenta as recomendações para proceder no momento de cessar os alertas.

Quadro 4 – Recomendações para cessar e para a redução do nível dos alertas para movimentos de massa.

<b>Situação</b>	<b>Alerta Moderado</b>	<b>Alerta Alto</b>	<b>Alerta Muito Alto</b>
<b>Sem previsão e sem ocorrências registradas</b>	- Cessar após 12 horas da abertura do alerta.	- Baixar o nível para Moderado após 12 horas da abertura do alerta ou cessar após 24 horas da abertura do alerta, diante da ausência de previsão meteorológica significativa.	- Baixar o nível para Alto até no máximo 12 horas após o fim da chuva.
<b>Com previsão ou ocorrência registrada</b>	- Cessar após 12 horas do rebaixamento do limiar ou do registro da última ocorrência (o que ocorrer por último), desde que o acumulado e a previsão sejam menores que o limiar.	- Baixar o nível para Moderado após 12 horas do rebaixamento do limiar ou do registro da última ocorrência (o que ocorrer por último), desde que o acumulado e a previsão sejam menores que o limiar. Ou cessar após 24 horas do rebaixamento do limiar ou do registro da última ocorrência (o que ocorrer	- Baixar o nível para Alto até no máximo 12 horas após o fim da chuva diante da ausência de previsão de novas pancadas.  *Para os municípios em que há indicações específicas e/ou histórico de ocorrência mesmo após o cessar das chuvas, estas informações devem ser consideradas no

		<i>por último), desde que o acumulado e a previsão sejam menores que o limiar.</i>	<i>momento da tomada e decisão.</i>
--	--	--	-------------------------------------

Salienta-se que, mesmo que as condições para cessar o alerta sejam atingidas, se o tecnologista julgar necessário que o município deva permanecer em Alerta, a justificativa deve ser obrigatoriamente relatada no REGISTRO DE PASSAGEM DE TURNO. Sugere-se que, após aberto, o alerta de movimentos de massa deve ficar vigente por, pelo menos, 24 horas.

#### **7.4. Considerações para o preenchimento dos alertas no SIADEN**

Na plataforma SIADEN a partir do menu “CRIAÇÃO DE ALERTAS”, existe um conjunto de caixas pré-organizadas para preenchimento padronizado. Assim, cabe aqui citar informações relevantes sobre o preenchimento dos textos dos alertas, como segue:

**1. Cenário de Risco:** Indica-se ao tecnologista checar se o cenário de risco padrão corresponde àquele previsto para o alerta em questão. Nos casos de alertas de nível **ALTO** ou **MUITO ALTO** é recomendado que o cenário de risco seja complementado com o detalhamento das áreas mais sujeitas à ocorrência de movimentos de massa naquele momento (“Especial atenção”), que pode ocorrer, pelo menos, nas seguintes hipóteses.

- O município possui mais de um pluviômetro em funcionamento ou a precipitação acumulada estimada pelo radar é confiável. Nesta circunstância, deve ser dada especial atenção às áreas de risco ou regiões do município com acumulados mais próximos ao limiar.
- O município possui previsão de chuva distinta entre suas regiões (estimada, por exemplo, pelo radar). Nesta circunstância, deve ser dada especial atenção às áreas de risco ou regiões do município cuja previsão indique que o limiar deverá ser atingido.
- Foram registradas ocorrências antes da abertura do alerta ou na vigência do alerta de nível moderado e ainda há previsão de chuva. Nesta circunstância, deve ser dada especial atenção às áreas de risco ou regiões do município com registro de ocorrências.
- Em caso de chuvas generalizadas, deve ser dada especial atenção às áreas com maior vulnerabilidade.

**2. Situação Atual:** É desejável que o tecnologista indique os acumulados do(s) pluviômetro(s), radar, hidroestimador (GPM) ou outro produto que justificaram o alerta. Além disso, recomenda-se, quando houver, a inserção da tabela de acumulados pluviométricos, bem como a figura da estimativa de precipitação acumulada pelo radar. Adicionalmente, principalmente nos casos em que a abertura/atualização do alerta baseia-se nas altas taxas de precipitação instantânea, pode-se

adicionar a estimativa de precipitação instantânea do radar e a figura correspondente.

**3. Tendência:** Aconselha-se ao tecnologista, em consulta ao meteorologista, detalhar a previsão de chuva para as próximas horas com base no radar (quando houver) e no modelo numérico, assim como, para as próximas 24 horas ou dias, com base no modelo numérico. Em seguida, a previsão de chuva é integrada ao cenário de risco previsto. Neste quesito, a previsão deve ser o mais detalhada possível, inclusive, idealmente, indicando prováveis valores de precipitação.

## 8. ROTINA OPERACIONAL EM HIDROLOGIA

Os alertas hidrológicos devem ser enviados de acordo com os níveis sugeridos na matriz de definição do nível de alerta (Tabela 1). Desta forma, para definir a possibilidade de ocorrência de um determinado evento, os tecnologistas deverão utilizar as ferramentas disponíveis para avaliação da condição hidrológica no município ou na bacia hidrográfica formada a seu montante.

Os alertas serão definidos como “HIDROLÓGICOS” e os eventos podem ser classificados segundo os conceitos do COBRADE (2011):

- **Inundações:** Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.
- **Enxurradas:** Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.
- **Alagamentos:** Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Os municípios monitorados pelo Cemaden estão inseridos numa diversidade de cenários de risco hidrológico, onde a origem dos problemas tem causas distintas, mas se assemelham em regiões com as mesmas características físicas. No intuito de definir uma metodologia clara, objetiva e simplificada para a tomada de decisão no envio de alertas, é possível identificar dois elementos básicos que são limitantes para a definição de procedimentos operacionais:

- As características hidrológicas da bacia hidrográfica;
- A disponibilidade de ferramentas compatíveis com as características da bacia, que possibilitem monitorá-la.

O primeiro elemento refere-se às características físicas (dimensões, forma, tempo de concentração,

solos, cobertura vegetal, etc.) e o segundo é resultado do investimento em infraestrutura de monitoramento. Por este motivo, os municípios foram agrupados em seis classes de acordo com as características físicas da região ou bacia hidrográfica onde estão localizados, que são:

1. Municípios localizados em divisores de água;
2. Municípios localizados em regiões litorâneas;
3. Municípios localizados em microbacias;
4. Municípios localizados em pequenas bacias;
5. Municípios localizados em médias e grandes bacias;
6. Municípios localizados em bacias sazonais.

Cada classe reflete um provável cenário de risco e indica as ferramentas desejáveis para monitoramento em função do tempo de duração dos eventos. Ressalta-se que um município pode estar incluído em mais de uma classe. Ao fazer a avaliação de risco, é fundamental que o tecnólogo identifique inicialmente a classe do município, e caso tenha dúvida nesta fase, é possível acessar esta informação na tabela de classificação, cujo nome é “GT1\_Caracterização das bacias.xlsx” localizada no diretório U:\PERIODO\_SECO\GT1\_Resultados. A seguir uma descrição detalhada das classes, juntamente com os critérios de envio de alerta para cada uma delas, deve esclarecer maiores dúvidas.

## **8.1 Municípios localizados em divisores de água**

### **8.1.1 Definições**

Pouco suscetíveis a eventos hidrológicos, onde a área urbana foi planejada em função de uma via principal localizada no divisor de águas entre bacias hidrográficas. Nestes casos, a área urbana limita-se nas regiões altas, onde a drenagem ocorre do eixo principal do divisor de águas em direção às áreas **não urbanizadas** mais baixas. A maneira mais rápida de obter esta informação é a partir da observação da condição topográfica do município no Google Earth. A figura 3 mostra como exemplo o município de Borrazópolis, PR, que tem o eixo principal da área urbana (BR-466) localizado no divisor de águas. Observe que a drenagem nasce na área urbana e se estende para as áreas rurais, formando bacias hidrográficas sem ocupação urbana. Cabe ressaltar que esta classe inclui municípios com baixa população, pois existem municípios que foram construídos inicialmente em divisores de água e acabaram se expandindo e ocupando as pequenas bacias ao seu redor. Neste caso, quanto aos problemas hidrológicos devemos incluí-los em outras classes.

Figura 3 – Vista aérea do município de Borrazópolis, PR, localizado em região de divisor de águas.



### 8.1.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em divisores de água

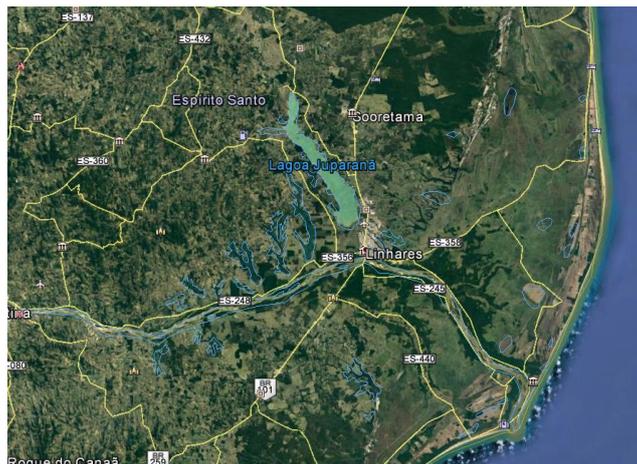
Sugere-se não enviar alerta hidrológico, pois os municípios desta classe não apresentam suscetibilidade a eventos hidrológicos. Existem poucos municípios monitorados nesta condição, e caso futuramente haja algum histórico de ocorrência de eventos hidrológicos significativos em algum município pertencente a esta classe no arquivo “GT1\_Caracterização das bacias.xlsx”, possivelmente o mesmo deverá ser reclassificado.

## 8.2. Municípios localizados em regiões litorâneas

### 8.2.1 Definições

São municípios que sofrem efeito das marés oceânicas, algumas vezes não tem uma bacia hidrográfica bem definida e muitas vezes estão associados a manguezais. Os municípios desta classe encontram-se na beira do oceano Atlântico ou mesmo que localizados fora do litoral, ainda sofrem efeito significativo de marés. Muito susceptíveis a alagamentos por deficiência na drenagem. Boa parte dos municípios do litoral brasileiro localizam-se no exutório (saída) de bacias hidrográficas maiores, neste caso, o município deve ser incluído em mais de uma classe. O município de Linhares, ES, é um bom exemplo de município litorâneo, onde os principais problemas hidrológicos não estão relacionados diretamente com o mar, mas sim com a bacia hidrográfica do rio Doce. Este município entra em duas classes em função do risco hidrológico. Os eventos hidrológicos recorrentes nesta classe são caracterizados como **enxurradas, alagamentos ou inundações**, conforme a sua associação com outras classes.

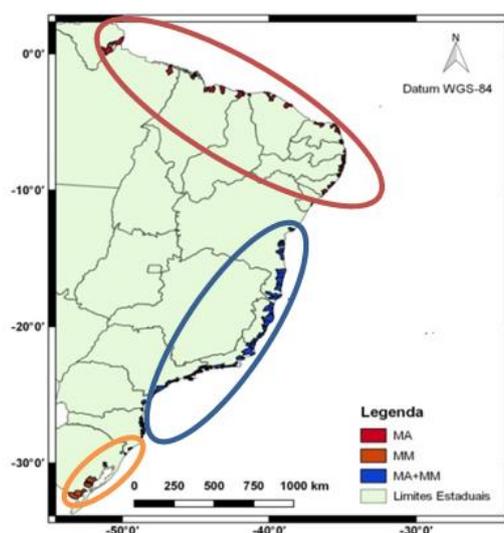
Figura 4 – Vista do Google Earth do município de Linhares, ES, localizado em região litorânea onde o principal problema hidrológico está relacionado com o rio Doce.



### 8.2.1 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em regiões litorâneas

Os municípios incluídos nesta classe, naturalmente também estarão inseridos em outras classes, a diferença está relacionada ao efeito das marés. Nestes casos, deve-se considerar o represamento do escoamento no momento de preamar (maré alta), que tendem a agravar os problemas hidrológicos. Por este motivo, é importante ter noções sobre o funcionamento das marés ao longo do litoral brasileiro. De forma simplificada, a costa brasileira está exposta a 3 tipos de efeitos relacionados a influência das marés (figura 5), que serão descritos a seguir:

Figura 5 – Localização dos municípios quanto à influência das marés astronômica (MA), maré meteorológica (MM) e maré astronômica + meteorológica (MA+MM).



- **Influência de maré astronômica**, onde as alturas de maré podem chegar a até 10 m em alguns locais. Recomenda-se verificar o coeficiente de maré e os horários de preamar (maré alta) previstos para o dia. Estes dados estão disponíveis em <http://www.tabuademares.com/br>, onde é possível verificar as informações mencionadas para uma série de localidades. Quando os dados

para o município de interesse não estiverem disponíveis, basta verificar as informações para o município mais próximo.

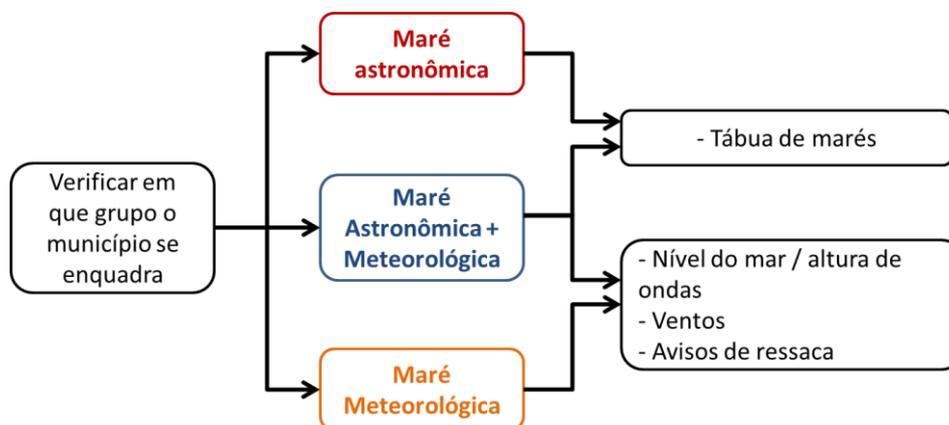
- **Influência de maré meteorológica**, onde sistemas atmosféricos e transporte de Ekman elevam a altura das ondas e do nível do mar. Para os municípios sob influência de eventos maré meteorológica, é necessário buscar informações sobre a ocorrência de ressacas e de ventos fortes do quadrante sul. O quadro 5 mostra os endereços para verificação desse evento.

Quadro 5 – Endereços para verificação de maré meteorológica.

<b>Avisos de ressaca/mau tempo</b>	<a href="https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-avisos-de-mau-tempo/avisos-de-mau-tempo">https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-avisos-de-mau-tempo/avisos-de-mau-tempo</a>
<b>Modelagem de ondas e altura do nível do mar da Marinha</b>	<a href="https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-modelagem-numerica-tela-de-chamada/modelagem-numerica">https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-modelagem-numerica-tela-de-chamada/modelagem-numerica</a>
<b>Modelagem de ondas do CPTEC</b>	<a href="http://ondas.cptec.inpe.br/">http://ondas.cptec.inpe.br/</a>
<b>Medições de nível do mar em SC</b>	<a href="http://www.ciram.sc.gov.br/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=812&amp;Itemid=490">http://www.ciram.sc.gov.br/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=812&amp;Itemid=490</a>
<b>Medições de nível e boletins de previsão para Santos</b>	<a href="http://nph.unisanta.br/Home/Mapa">http://nph.unisanta.br/Home/Mapa</a> <a href="http://noticias.unisanta.br/nph">http://noticias.unisanta.br/nph</a>

- **Influência de maré astronômica + meteorológica**, neste caso, devem-se procurar informações de ambas as classes anteriores. A Figura 6 mostra o resumo das ferramentas necessárias para verificar a ocorrência das marés.

Figura 6 – Fluxograma das ferramentas necessárias para verificar a ocorrência das marés.



### 8.3. Municípios localizados em microbacias

#### 8.3.1 Definições

Para efeitos de monitoramento, encontram-se nesta classe os municípios que tem bacias hidrográficas muito pequenas à montante de suas áreas de risco hidrológico. Não existe uma definição de unidade espacial mínima para microbacias, o que vai depender do objetivo do trabalho

(FREITAS e KERR,1996). Para fins de alertas hidrológicos sugere-se áreas de até 100 km<sup>2</sup> (Faustino, 1996), tempo de concentração de até 3 horas e rios de até 3<sup>a</sup> ordem. Do ponto de vista hidrológico, microbacias têm grande sensibilidade à geração de deflúvio em momentos de chuvas intensas (curta duração) (Teodoro *et al*, 2007). Os problemas hidrológicos recorrentes nos municípios de Petrópolis e Teresópolis, na região serrana do Rio de Janeiro, são exemplos desta classe. Os eventos hidrológicos recorrentes nesta classe são caracterizados como **enxurradas e alagamentos**.

### 8.3.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em microbacias

Considerando que as limitações das ferramentas de meteorologia para antecipar este tipo de evento já foram discutidas no capítulo 5.1, sugere-se o envio de alertas apenas para os casos onde seja possível prever com antecedência uma precipitação que ultrapasse determinados valores indicados nas equações IDF regionais (bacias hidrográficas com tempo de concentração maior do que 1 hora já tem maior previsibilidade). Os alertas desta classe deverão ser enviados preferencialmente para grandes cidades e/ou cidades com problemas recorrentes de inundações bruscas como, por exemplo, Petrópolis e Teresópolis. O nível do alerta sugerido é **MODERADO, pois não faz sentido planejar mudanças de nível em períodos de tempo tão curtos**. Caso o processo esteja já ocorrendo e a previsão meteorológica indique um cenário de continuidade da chuva intensa, o alerta poderá ser aumentado para ALTO ou, muito eventualmente, MUITO ALTO.

Na utilização das equações IDF regionais, sugere-se a abertura de alerta a partir de acumulados de precipitação previstos com período de retorno (TR) de 2 anos e duração do evento igual ao tempo de concentração (TC) da bacia hidrográfica. O tempo de concentração das bacias pode ser encontrado em (GT1\_Caracterização das bacias.xlsx localizada no diretório U:\PERIODO\_SECO\GT1\_Resultados).

Para melhor entendimento, o critério poderá seguir a seguinte fórmula:

$$PREV \geq TC - DC$$

Onde:

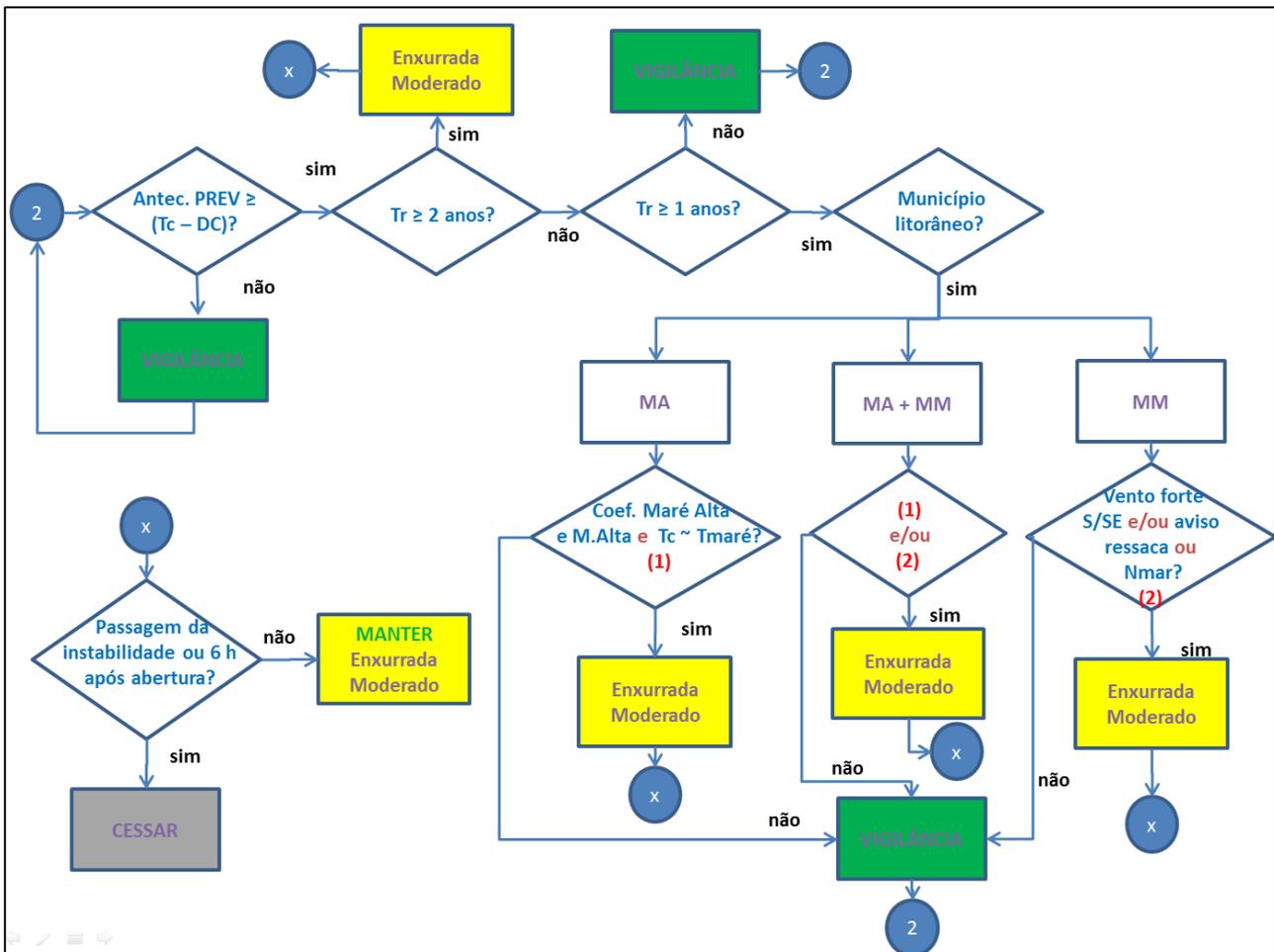
**PREV**: Tempo de previsão antecipada de uma chuva unitária com acumulado igual a dois anos de período de retorno (**TR**), considerando a sua duração igual ao tempo de concentração da bacia (**TC**).

**TC**: Tempo de concentração da bacia (GT1\_Caracterização das bacias.xlsx localizada no diretório U:\PERIODO\_SECO\GT1\_Resultados)

**DC**: Tempo de antecedência desejado

A figura 7 apresenta a árvore de decisão sobre a rotina do envio de alertas para municípios localizados em microbacias.

Figura 7 – Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em microbacias (as microbacias são identificadas pelo numero 2 na figura).



## 8.4 Municípios localizados em pequenas bacias

### 8.4.1 Definições

Neste caso existe uma bacia hidrográfica formada à montante da área de risco hidrológico do município e o tempo de concentração (TC) de um evento pode levar algumas horas. Sugere-se utilizar como referência o TC de 3 a 24 horas. Os eventos hidrológicos recorrentes nesta classe são definidos como inundações bruscas (de acordo com a definição de Classificação e Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE, são **enxurradas**).

### 8.4.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em pequenas bacias

Para a classe de pequenas bacias, sugere-se fazer a avaliação para o envio de alerta utilizando as **ferramentas disponíveis** que permitam avaliar a possibilidade de ocorrência com a maior

antecipação possível. As ferramentas podem ser:

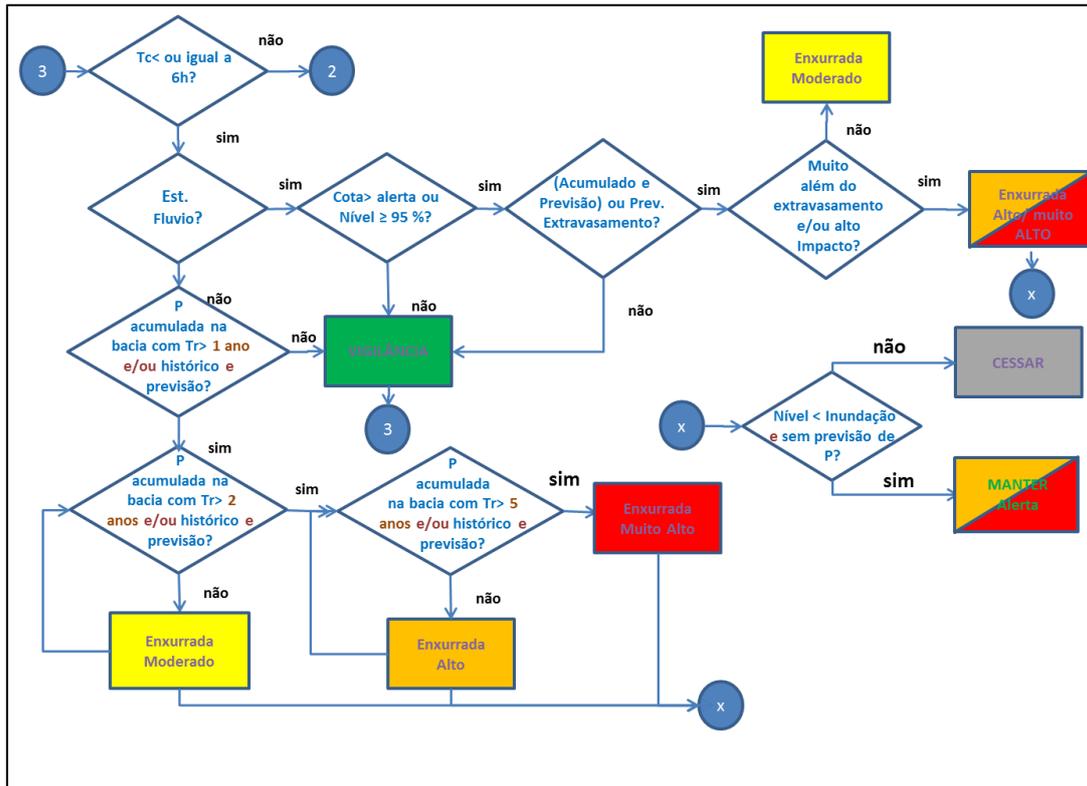
- Modelo Hidrológico Associado a Modelo de Previsão Numérica, quando houver;
- Boletim de previsão de cota emitido pelo Cemaden ou por outras entidades, quando houver;
- Avaliação da evolução do nível do rio através dos dados das PCDs, tanto no local, bem como a montante, quando houver;
- Avaliação da estimativa de acumulado de precipitação na bacia hidrográfica através dos pluviômetros disponíveis, radares, e produtos de sensores remotos que disponibilizam estimativas de precipitação. Quanto aos níveis dos alertas sugere-se os critérios apresentados no quadro 6.

Quadro 6 – Critérios de avaliação dos níveis dos alertas para pequenas bacias hidrográficas.

	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>	<b>Muito Alto</b>
<b>Com base na cota de transbordamento</b>	<i>Próximo da cota de alerta, com previsão de continuidade chuva e, conseqüentemente, da elevação do nível do rio.</i>	<i>Próximo à cota de transbordamento com a previsão de possibilidade de atingir as primeiras casas.</i>	<i>Acima da cota de transbordamento, com possibilidade de continuidade da elevação da cota a ponto de gerar grande impacto.</i>
<b>Com base no acumulado de precipitação</b>	<i>Volume de precipitação acumulado em 24 horas na bacia hidrográfica atingindo TR = 2 anos e previsão de continuidade chuva.</i>	<i>Volume de precipitação acumulado em 24 horas na bacia hidrográfica atingindo TR = 10 anos e previsão de continuidade chuva.</i>	<i>Volume de precipitação acumulado em 24 horas na bacia hidrográfica atingindo TR = 15 anos.</i>

Várias estações hidrológicas da ANA não possuem as cotas de transbordamento, mas no OneNote (U:\PERIODO\_SECO\Dados\OneNote\Info\_hidro) estão anotadas cotas fornecidas por algumas DCs dos municípios monitorados destas estações. Neste documento, também tem análises de eventos ocorridos (acumulados de precipitação nos pluviômetros do município e a montantes dele). A figura 8 apresenta a árvore de decisão sobre a rotina do envio de alertas para municípios localizados pequenas bacias.

Figura 8 – Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em pequenas bacias (as pequenas bacias são identificadas pelo numero 3 na figura).



## 8.5 Municípios localizados em médias e grandes bacias

### 8.5.1 Definições

Neste caso, a área da bacia hidrográfica formada à montante do município é bem maior, sugerindo tempo de concentração para um evento na escala de um ou mais dias. Municípios pertencentes a esta classe são susceptíveis a inundações graduais, chamados apenas de **inundações**.

### 8.5.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em médias e grandes bacias

Para bacias com tempo de concentração maior do que 1 dia sugere-se fazer a avaliação para o envio de alerta utilizando as **ferramentas disponíveis** que permitam avaliar a possibilidade de ocorrência com a maior antecipação possível. As ferramentas podem ser:

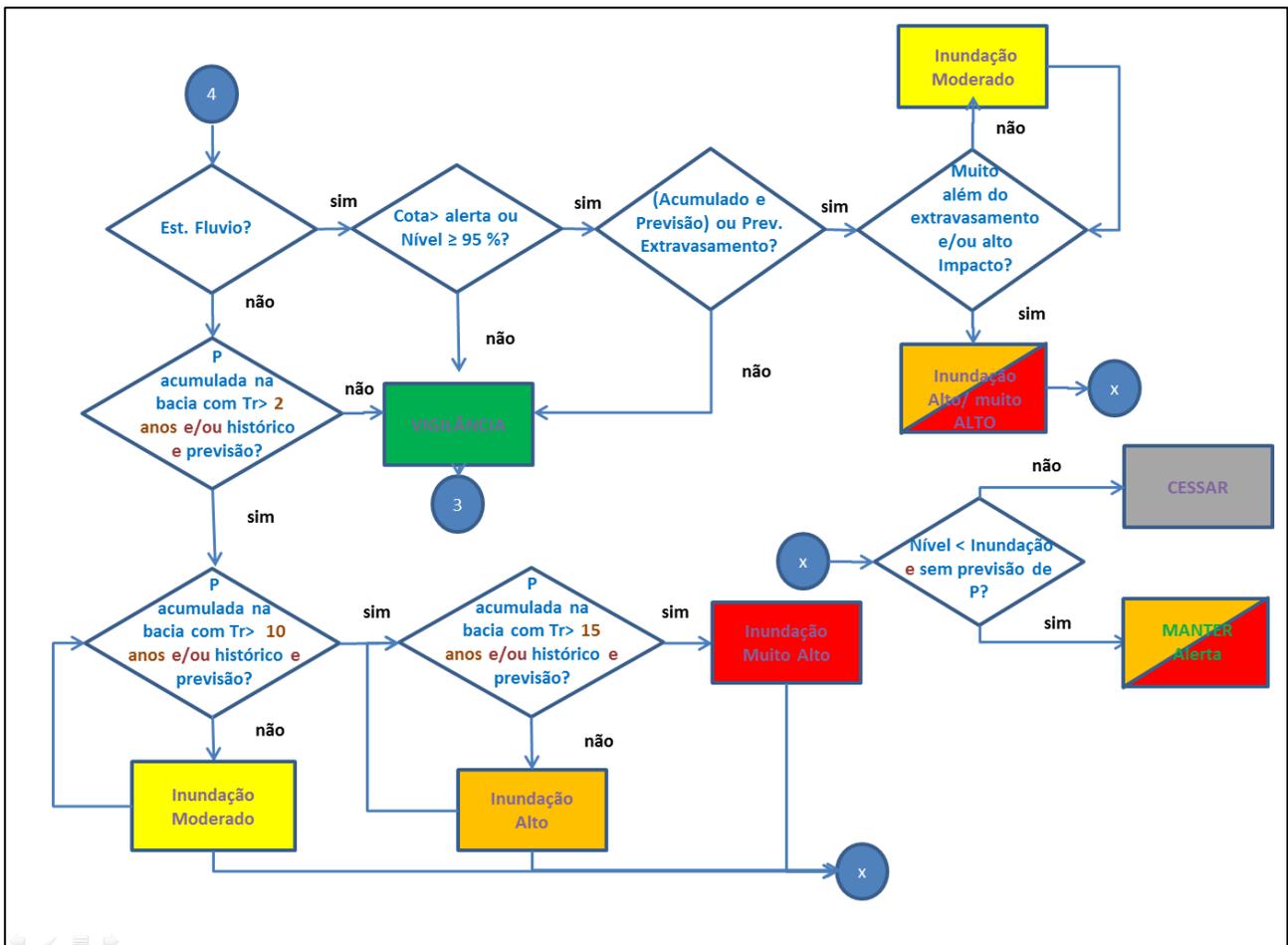
- Modelo Hidrológico Associado a Modelo de Previsão Numérica, quando houver;
- Boletim de previsão de cota emitido pelo Cemaden ou por outras entidades, quando houver;
- Avaliação da evolução do nível do rio através dos dados das PCDs, tanto no local, bem como a montante, quando houver;
- Avaliação da estimativa de acumulado de precipitação na bacia hidrográfica através dos pluviômetros disponíveis, radares, e produtos de sensores remotos que disponibilizam estimativas de precipitação. Quanto aos níveis dos alertas sugere-se os critérios apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Critérios de avaliação dos níveis dos alertas para médias e grandes bacias hidrográficas.

	Moderado	Alto	Muito Alto
<b>Com base na cota de transbordamento</b>	<i>Próximo da cota de alerta, com previsão de continuidade chuva e, conseqüentemente, da elevação do nível do rio.</i>	<i>Próximo à cota de transbordamento com a previsão de possibilidade de atingir as primeiras casas.</i>	<i>Acima da cota de transbordamento, com possibilidade de continuidade da elevação da cota a ponto de gerar grande impacto.</i>
<b>Com base no acumulado de precipitação</b>	<i>Volume de precipitação acumulado em 24 horas na bacia hidrográfica atingindo TR = 2 anos e previsão de continuidade chuva.</i>	<i>Volume de precipitação acumulado em 24 horas na bacia hidrográfica atingindo TR = 10 anos e previsão de continuidade chuva.</i>	<i>Volume de precipitação acumulado em 24 horas na bacia hidrográfica atingindo TR = 15 anos.</i>

A figura 9 apresenta a árvore de decisão sobre a rotina do envio de alertas para municípios localizados em médias e grandes bacias.

Figura 9 – Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em médias e grandes bacias (as médias e grandes bacias são identificadas pelo numero 4 na figura).



## 8.6 Municípios localizados em bacias sazonais

### 8.6.1 Definições

Para fins de monitoramento, esta classe representa os municípios localizados na planície de inundação de bacias hidrográficas onde à cheia é sazonal e ocorre apenas uma vez ao ano, ou seja, refere-se ao monitoramento das sub-bacias que compõe o **rio Amazonas e bacia do rio Tocantins**. Municípios pertencentes a esta classe são susceptíveis a inundações graduais, chamados apenas de **inundações**.

### 8.6.2 Critérios de envio de alerta para municípios localizados em bacias sazonais

Devido ao longo período de tempo do evento, sugere-se uma data de início e do fim do monitoramento, com um cronograma de avaliação de acordo com a evolução da cheia nestas regiões. Cabe salientar que nas regiões de nascentes das bacias sazonais, o comportamento é o mesmo que a classe de médias e grandes bacias (capítulo 8.5), portanto, os critérios sugeridos neste tópico referem-se aos terços médios e baixos das bacias sazonais. O Quadro 8 apresenta um cronograma anual para o início e fim do monitoramento das bacias sazonais, considerando a antecedência de pelo menos 45 dias antes do pico médio histórico da cheia em cada sub-bacia que compõe as bacias sazonais.

Quadro 8 – Cronograma anual de início e fim do monitoramento sugerido para as bacias sazonais.

Bacias	Meses do ano											
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Bacia do rio Branco						X	X	X	X	X		
Bacia do rio Negro						X	X	X	X	X		
Bacia do rio Solimões				X	X	X	X	X				
Bacia do rio Purus			X	X	X	X	X	X				
Bacia do rio Madeira				X	X	X						
Bacia do rio Amazonas						X	X	X	X	X		
Bacia do rio Xingu					X	X	X					
Bacia do rio Tapajós							X	X	X			
Bacia do rio Tocantins					X	X	X					
Bacia do Juruá		X	X	X	X	X	X					
Bacia do Tapajós					X	X	X	X	X			
Bacia do Xingu					X	X	X	X	X	X		

Considerando que estes eventos têm evolução lenta, não há necessidade de fazer o monitoramento constante em escala de 24 horas para estas regiões. Neste caso, é mais lógico definir a seguinte estratégia:

- Realização de um “Briefing” que incluirá um relatório breve e sucinto a ser compartilhado com a equipe da operação no início da semana, que servirá para focar numa determinada bacia ou região e aprimorar com isto o processo de envio de alertas de inundação.

- Este procedimento será implementado a partir de dezembro de 2019, no primeiro dia do Turno A (último dia do turno B – dia de sobreposição de equipes), começando no turno da manhã e continuando nos próximos turnos, os hidrólogos das duas equipes presentes farão a análise das bacias sazonais com suporte também de meteorologistas. A divulgação do “Boletim Interno Hidrológico”, será divulgado durante o turno 4, sob a responsabilidade dos operadores Hidro de turno.
- No Tabela 7, está mostrado o cronograma do início e fim do monitoramento sugerido para as bacias sazonais, considerando a antecedência de pelo menos 60 dias antes do pico médio histórico da cheia em cada sub-bacia que compõe as bacias sazonais.
- Os acumulados de precipitação gerados pelo GPM e pelos pluviômetros do Cemaden serão gerados diariamente para os shapes das bacias sazonais estudadas, citadas no Tabela 7.
- O meteorologista deve verificar a previsão e a anomalia de precipitação para a bacia a montante de cada região de interesse. O numero de dias de precipitação acumulada para avaliar as anomalias deve estar relacionado com as dimensões da bacia hidrográfica em análise.
- Serão criadas tabelas com os municípios monitorados de cada bacia sazonal. Estas tabelas conterão as cotas do dia, de alerta, inundação e transbordamento do fluviômetro mais próximo dos municípios monitorados, tempo de concentração, percentil em que a estação se encontra. Neste mesmo Briefing, será colocado o mapa dos acumulados de precipitação de acordo com as dimensões da bacia hidrográfica em análise.
- Será criada uma tabela para cada Bacia (e seus municípios monitorados) para a inserção de todas as informações coletadas e que será divulgada para todos os operadores.

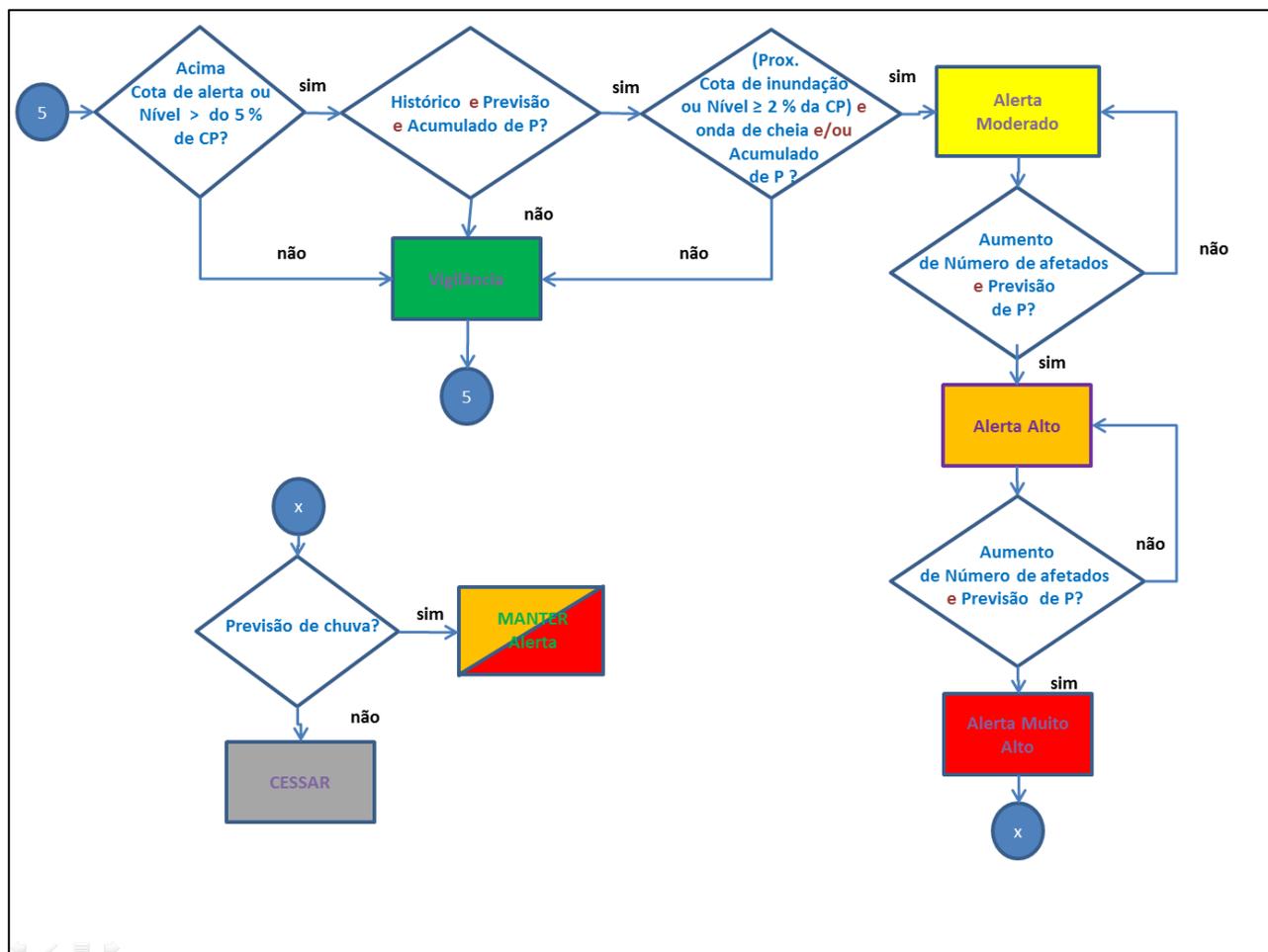
Quanto às ferramentas a serem utilizadas para avaliar a situação hidrométrica das bacias sazonais, sugere-se utilizar as informações oficiais contidas nos Boletins de Monitoramento Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental (CPRM/ANA/SIPAM) e o Sistema de Alerta de Eventos Críticos – SACE/ CPRM, localizado em:

(<[https://www.cprm.gov.br/sace/index\\_bacias\\_monitoradas.php](https://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php)>).

Para a avaliação da previsão da evolução dos níveis hidrométricos, sugere-se utilizar o GloFAS (The Global Flood Awareness System). Para o uso desta ferramenta, a senha encontra-se no arquivo U:\ Passo\_a\_passo - por Estado. Xlsx.

A figura 10 apresenta a árvore de decisão sobre a rotina do envio de alertas para municípios localizados em bacias sazonais.

Figura 10 – Árvore de decisão exemplificando a rotina para envio de alertas para municípios localizados em bacias sazonais (as bacias sazonais são identificadas pelo numero 5 na figura).



## 9. RECOMENDAÇÕES PARA ATUAÇÃO EM SITUAÇÕES ADVERSAS

Durante o monitoramento não é raro que ocorram situações de inoperância temporária de dados (SIADEN, SALVAR, telefones, e-mail, etc. fora do ar), ou quando o numero de alertas simultâneos a serem enviados supera a capacidade operacional da Sala de Situação. Nestes casos, sugerem-se algumas providências a serem tomadas:

- Quando alguma plataforma de dados ou o sistema de comunicação estiver fora do ar, sugere-se avisar o CENAD sobre o fato, alertando que o monitoramento poderá sofrer problemas temporários;
- A comunicação com o CENAD pode ser feita preferencialmente por telefone, por e-mail, celular ou Whatsapp;
- No caso de não haver tempo hábil para a abertura de vários alertas simultaneamente, sugere-se ligar para o CENAD e informar antecipadamente a lista dos alertas a serem abertos, para que o CENAD repasse a informação para as Defesas Civas antes do envio oficial dos alertas;

- Durante a troca de turno em situação de crise, a equipe do turno vigente poderá pedir a permanência da equipe do turno anterior para auxiliar e dar celeridade as atividades;

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este manual de procedimentos busca padronizar as atividades de monitoramento e envio de alertas executadas pela Sala de Situação do Cemaden. Além disso, o documento também se destina a orientar os profissionais que futuramente venham participar do monitoramento, no caso de novas contratações. Sugere-se que este documento seja atualizado a cada 2 anos ou quando novos produtos consolidados estejam disponíveis para monitoramento.

## 11. REFERÊNCIAS

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS – Cemaden/MCTIC. Portaria nº 43 de 28 de agosto de 2018. Institui o Comitê de Elaboração de Proposta de Protocolo para emissão de alertas para a Sala de Situação do CEMADEN e designa servidores para sua composição. **Sistema Eletrônico de Informações – SEI**. São José dos Campos, SP, 28 de ago. 2018.

COBRADE. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, 2012. Disponível em:<<https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2012/06/1.-Codifica%C3%A7%C3%A3o-e-Classifica%C3%A7%C3%A3o-Brasileira-de-Desastres-COBRADE2.pdf>>. Acesso em: 30 de ago. 2019.

DAEE – CTH. Precipitações intensas no estado de São Paulo. Disponível em:<<http://www.daee.sp.gov.br/hidrologia/pluvi/precipita%C3%A7%C3%B5esintensas2018.pdf>> Acesso em: 30 de ago. 2019.

DENARDIN & FREITAS. Características fundamentais da chuva no Brasil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v17, p. 1409-1416, 1982.

EDITAL, nº 02/2013. Cargo tecnologista. Disponível em:<<http://www.cemaden.gov.br/concurso2013/Edita%20n02-2013%20-%20Cargo%20TECNOLOGISTA%20-%2030Dez2013.pdf>> Acesso em: 30 de ago. 2019.

FAUSTINO, J. Planificación y gestión de manejo de cuencas. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FREITAS, P. L. de; KER, J. C. As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil. *In: Congresso Brasileiro de Pesquisa em Manejo e Conservação do Solo e Encontro Nacional de Pesquisa em Manejo e Conservação do Solo, 8.*, 1996. Londrina, PR. Anais. Londrina: IAPAR/Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, 1996. p.43-57.

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista UNIARA*, 2007. n. 20.