

ANUÁRIO DA SALA DE SITUAÇÃO DO CEMADEN 2018



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



Cemaden
Centro Nacional de Monitoramento
e Alertas de Desastres Naturais
Unidade de Pesquisa do MCTI

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL



PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente
Jair Messias Bolsonaro

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES – MCTI

Ministro de Estado
Marcos Cesar Pontes

Secretário-Executivo – SEXEC
Sergio Freitas de Almeida

Subsecretário de Unidades Vinculadas
Alex Fabiano Ribeiro de Magalhães



CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE
DESASTRES NATURAIS – CEMADEN

Diretor
Oswaldo Luiz Leal de Moraes

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

**Anuário da
Sala de Situação do Cemaden
2018**

São José dos Campos – SP

2021

COORDENAÇÃO E EQUIPE TÉCNICA

Coordenação-Geral

Marcelo Enrique Seluchi

Coordenação Técnica

Andrezza Marques Ferreira

Equipe Técnica

Andrezza Marques Ferreira

Caroline Estéphanie Ferraz Mourão

Diego Oliveira de Souza

Eliana Maia de Jesus Palmeira Vale

Elisabete Weber Reckziegel

Gisele dos Santos Zepka Saraiva

Gustavo Costa Moreira da Silva

Graziela Balda Scofield

Kelen Martins Andrade

Maria Cristina Maciel Lourenço

Maria das Dores da Silva Medeiros

Marisa Pulice Mascarenhas

Paula Costa Campos

Pedro Ivo Camarinha

Rafael Alexandre Ferreira Luiz

Regla de La Caridad Duthit Somoza

Rodrigo Augusto Stabile

Rodrigo Silva da Conceição

Tiago Bernardes

Tulius Dias Nery

Yumiko Marina Tanaka da Anunciação

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

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

Disponível também em: www.cemaden.gov.br

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

A636 Anuário da sala de situação do CEMADEN, 2018 / Centro Nacional de
Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. -- Vol. 1, n. 1 (2019)- . -- São José
dos Campos: CEMADEN, 2019-

118 p.: il.

Anual.

Descrição baseada em: Vol. 2, n. 1 (2021)

ISSN 2764-233X

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

CDU 502.17-047.36

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

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	12
1. ESTRUTURA E FORMA DE OPERAÇÃO DO CEMADEN	14
2. METODOLOGIA E CONCEITOS	21
2.1 Envio de alertas: breve descritivo	22
2.2 Registros de ocorrências: breve descritivo	26
3. SÍNTESE DOS ALERTAS ENVIADOS NO ANO DE 2018	30
3.1 Distribuição dos alertas enviados	31
Região Norte	32
Região Nordeste.....	35
Região Centro-Oeste.....	37
Região Sul.....	39
Região Sudeste.....	41
3.2 Alertas emitidos por região em função do seu nível	43
3.3 Aspectos meteorológicos do ano de 2018	48
4. EVENTOS REGISTRADOS EM 2018	54
4.1 Análise dos sistemas meteorológicos atuantes nos eventos registrados	54
4.2 Distribuição dos eventos por região	56
4.2.1 Registros de eventos hidrológicos nas Bacias Hidrográficas	60
Região Centro-Oeste.....	60
Região Nordeste.....	62
Região Norte	67
Região Sudeste.....	70
Região Sul.....	78
4.2.2 Registros de eventos de movimentos de massa nas Unidades Geomorfológicas... 83	
5. DIAGNÓSTICO DOS EVENTOS E ALERTAS ASSOCIADOS	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXO – LISTA DE MUNICÍPIOS MONITORADOS EM 2018	106

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICOS

Gráfico 1.	Acumulados de chuva registrados para São José do Rio Claro (MT) – 17/02/2017	18
Gráfico 2.	Percentual de alertas em função da tipologia para o ano de 2018	30
Gráfico 3.	Distribuição mensal dos alertas enviados para a Região Norte	33
Gráfico 4.	Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Norte, com destaque para o ano hidrológico	34
Gráfico 5.	Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Nordeste	36
Gráfico 6.	Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Centro-Oeste.	39
Gráfico 7.	Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Sul	40
Gráfico 8.	Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Sudeste	42
Gráfico 9.	Distribuição dos alertas de risco geológico enviados por região e nível	43
Gráfico 10.	Distribuição dos alertas de risco hidrológicos enviados por região e nível	44
Gráfico 11.	Distribuição dos alertas de nível Moderado mais enviados e a sua distribuição temporal.....	45
Gráfico 12.	Distribuição dos alertas de nível Alto enviados e a sua distribuição temporal	46
Gráfico 13.	Distribuição dos alertas de nível Muito alto enviados e a sua distribuição temporal	47
Gráfico 14.	Ranking dos 20 municípios com maior número de alertas emitidos, segundo tipologia	48
Gráfico 15.	Número de eventos por sistema meteorológico deflagrador da chuva no ano de 2018	54
Gráfico 16.	Número de eventos por sistema meteorológico para eventos de médio e grande porte no ano de 2018.....	55
Gráfico 17.	Distribuição do número de eventos por sistema meteorológico e estações do ano no ano de 2018 ...	56
Gráfico 18.	Distribuição do número de eventos por sistema meteorológico e região do Brasil no ano de 2018.....	57
Gráfico 19.	Distribuição dos eventos geo-hidrológicos registrados nos municípios monitorados por região do Brasil no ano de 2018	58
Gráfico 20.	Distribuição das percentagens (a) dos registros dos eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nas Sub-Bacias da Bacia Hidrográfica do Amazonas no estado do Mato Grosso.....	60
Gráfico 21.	Distribuição das percentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos por Comitês de Bacia Hidrológica e (b) tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de Pernambuco	62
Gráfico 22.	Distribuição das percentagens dos tipos de eventos hidrológicos no Comitê de Bacia Hidrográfica Paraíba do estado de Paraíba.....	63
Gráfico 23.	Distribuição das percentagens (a) dos eventos hidrológicos por Comitês de Bacia Hidrológica e (b) dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado da Bahia.....	63
Gráfico 24.	Distribuição da percentagem (a) dos registros dos eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacia Hidrológica do estado do Ceará	64
Gráfico 25.	Distribuição das percentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nas Bacias Hidrográficas do Maranhão.....	65
Gráfico 26.	Distribuição das percentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nas Regiões Hidrográficas do Piauí	65
Gráfico 27.	Distribuição das percentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos na Região Norte	67
Gráfico 28.	Distribuição da percentagem dos eventos hidrológicos ocorridos nas Regiões Hidrográficas do estado do Tocantins	68

Gráfico 29.	Distribuição dos eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas no estado do Espírito Santo	70
Gráfico 30.	Distribuição da percentagem dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado do Espírito Santo	70
Gráfico 31.	Distribuição dos eventos de riscos hidrológicos nos Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de São Paulo	71
Gráfico 32.	Distribuição da percentagem dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de São Paulo	72
Gráfico 33.	Distribuição da percentagem dos tipos de eventos hidrológicos nas cidades de (a) São Paulo, (b) Campinas e (c) Campos de Jordão	72
Gráfico 34.	Distribuição da percentagem dos registros de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrológicas do estado do Rio de Janeiro	73
Gráfico 35.	Distribuição da percentagem dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de Rio de Janeiro	74
Gráfico 36.	Distribuição da percentagem dos registros de eventos hidrológicos por Bacias Hidrográficas Federais do estado de Minas Gerais	74
Gráfico 37.	Distribuição dos eventos e dos tipos de eventos nos Comitês de Bacias Hidrográficas presentes nas Bacias Hidrográficas dos rios (a) e (b) Doce, (c) e (d) do Paraíba do Sul e (e) e (f) do São Francisco, respectivamente, do estado de Minas Gerais	75
Gráfico 38.	Distribuição de registros nos Comitês de Bacias Hidrológicas pertencentes as Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul	78
Gráfico 39.	Distribuição das percentagens dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nos Comitês de Bacias Hidrológicas do Rio Grande do Sul	79
Gráfico 40.	Distribuição das percentagens dos registros de eventos hidrológicos nos Comitês de Bacia Hidrológicas do estado de Santa Catarina	80
Gráfico 41.	Distribuição das percentagens dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nos Comitês de Bacia Hidrológica do estado de Santa Catarina	80
Gráfico 42.	Distribuição das percentagens dos registros de eventos hidrológicos ocorridos nas Bacias Hidrológicas do estado do Paraná (a), dos registros de eventos hidrológicos ocorridos nos Comitês de Bacias Hidrológicas da Unidade Hidrológica do Iguaçu (b) e dos tipos de eventos hidrológicos nos Comitês de Bacias Hidrológicas do estado do Paraná (c)	81
Gráfico 43.	Percentual de eventos hidrológicos e geológicos registrados	90
Gráfico 44.	Proporção de inundações, enxurradas e alagamentos	91
Gráfico 45.	Percentual de eventos hidrológicos com relação à magnitude	92
Gráfico 46.	Percentual de eventos de deslizamentos com relação à magnitude	92
Gráfico 47.	Total de eventos e número de eventos com afetados	94
Gráfico 48.	Número médio de afetados por eventos de diferentes magnitudes	95
Gráfico 49.	Número total de óbitos para cada nível de magnitude	96
Gráfico 50.	Distribuição dos eventos hidrológicos, geológicos e óbitos ao longo do ano	97
Gráfico 51.	Percentual de alertas com eventos registrados pelo total de alertas por nível do alerta em 2018	99
Gráfico 52.	Percentual de associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento	101
Gráfico 53.	Percentual de associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento – Geológico	102
Gráfico 54.	Percentual de associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento – Hidrológico	103

QUADROS

Quadro 1. Matriz de risco e nível de alerta incluindo a cor que está associada a cada nível.....	22
Quadro 2. Definições da magnitude associada ao evento	28
Quadro 3. Total de alertas emitidos e alertas com eventos registrados, por nível em 2018.....	98

FIGURAS

Figura 1. Sala de Situação do Cemaden	14
Figura 2. Processo de emissão de um alerta de desastre natural	15
Figura 3. Interface do Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar), com destaque para a localização dos pluviômetros	16
Figura 4. Interface do Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar), com a camada de imagem de satélite	16
Figura 5. Imagem do Radar de Maceió do Cemaden, em 28/05/2017	17
Figura 6. Cobertura geográfica dos Radares no território brasileiro.....	18
Figura 7. Imagem da câmera da estação hidrológica em Manaus do Cemaden durante um evento hidrológico ...	19
Figura 8. Tela inicial do Siaden	20
Figura 9. Cartograma da tipologia de risco de inundação identificado pelo CPRM para o município de Uruaçu- GO utilizado na emissão do alerta pelo Cemaden, com a descrição dos itens que o compõem .	24
Figura 10. Cartograma da tipologia de risco de Movimento de Massa identificado pelo CPRM para o município do Cantagalo – RJ utilizado na emissão do alerta pelo Cemaden.....	25
Figura 11. Dados e informações que compõem o sistema Reindesc do Cemaden	26
Figura 12. Distribuição espacial dos alertas em função da tipologia para o ano de 2018.....	31
Figura 13. Rede observacional e municípios monitorados na Região Norte.....	32
Figura 14. Rede observacional e municípios monitorados na Região Nordeste	35
Figura 15. Rede observacional e municípios monitorados na Região Centro-Oeste.....	37
Figura 16. Rede observacional e municípios monitorados na Região Sul	39
Figura 17. Rede observacional e municípios monitorados na Região Sudeste	41
Figura 18. Precipitação acumulada e anomalia de precipitação para o ano de 2018	50
Figura 19. Anomalia trimestral de precipitação para o ano de 2018	51
Figura 20. Índice de Precipitação Padronizada (SPI) mensal.....	53
Figura 21. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Centro- Oeste	61
Figura 22. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Nordeste	66
Figura 23. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na Região Norte.....	69
Figura 24. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Sudeste	77
Figura 25. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Sul	82
Figura 26. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Centro-Oeste	85
Figura 27. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Nordeste	86
Figura 28. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Norte.....	87
Figura 29. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Sudeste	88
Figura 30. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Sul	89

APRESENTAÇÃO

O Anuário da Sala de Situação do Cemaden, cuja primeira versão fez a análise dos alertas e ocorrências para o ano de 2017, é um documento imprescindível não apenas para a avaliação interna, mas também como registro histórico do trabalho de monitoramento e da ocorrência de desastres. O Anuário foi idealizado com a finalidade de consolidar as estatísticas dos alertas emitidos pela Sala de Situação do Cemaden, bem como dos eventos e ocorrências registrados nos 959 municípios brasileiros monitorados pelo Centro.

Importante enfatizar que, associado ao Anuário, os tecnólogos da sala de situação, desenvolveram um banco de registro de ocorrências: o Registro de Eventos de Inundação e Deslizamentos do Cemaden (Reindesc). As informações do Reindesc subsidiam não apenas a verificação de eficácia e eficiência dos alertas enviados, mas também auxiliam a identificação de cenários de risco favoráveis ao envio de alertas futuros, além de servirem de subsídio para a realização de pesquisas e diagnósticos sobre a ocorrência de eventos críticos e as chuvas a eles associadas nos municípios monitorados pelo Cemaden. Ao longo dos anos, os resultados dessas pesquisas contribuirão para melhorar a confiabilidade e a tempestividade dos alertas.

A segunda versão do Anuário, relativa ao ano de 2018, reflete a importância do Cemaden para o monitoramento e a emissão de alertas de eventos deflagrados por ameaças de natureza hidrometeorológica: alagamentos, inundações, enxurradas e movimentos de massa. Conforme o *Atlas de Desastres no Brasil*, publicado pelo Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil da Universidade de Santa Catarina (CEPED/UFSC), estes desastres são os que causam mais fatalidades no País. São estes, e apenas estes, os eventos que estão na raiz da Missão do Cemaden.

Em 2018, o Cemaden enviou 2.077 alertas, enquanto o registro de ocorrências, no Reindesc, foi de 601 eventos. Por outro lado, a correlação entre o nível do alerta e a magnitude do evento é altíssima. Nenhum evento de magnitude considerada de grande porte deixou de ser alertado. Já os alertas emitidos com nível alto foram assertivos em 50%. Isto significa que, a cada dois alertas emitidos com nível alto, um evento com impacto confirmado na população foi registrado.

Os desafios de monitorar um país de dimensão continental, como o Brasil, são múltiplos: uma rede observacional limitada quantitativamente, dificuldades inerentes à sua manutenção, a natureza complexa dos processos físicos deflagradores dos desastres. Este Anuário é uma expressão da busca pela superação desses desafios e, sobretudo, um testemunho da importância da Missão do Cemaden.

Oswaldo Luiz Leal de Moraes
Diretor do Cemaden

Marcelo Enrique Seluchi
Coordenador-Geral de Operações e Modelagens

INTRODUÇÃO

Em 2019, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) publicou seu primeiro Anuário da Sala de Situação, por meio do qual foram apresentados dados de emissão de alertas gerados no ano de 2017, bem como das ocorrências registradas e a relação entre alertas e eventos daquele ano. Apresentamos aqui o segundo Anuário, contendo a organização de dados referentes ao ano de 2018.

O Cemaden é uma unidade de pesquisa integrante do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) que vem atuando desde sua criação, em 2011, na elaboração e na emissão de alertas de desastres naturais relevantes para ações de proteção e de defesa civil no território nacional; na elaboração e na divulgação de estudos visando à produção de informações necessárias ao planejamento e à promoção de ações contra desastres naturais; no monitoramento das ameaças naturais em áreas de risco de municípios brasileiros suscetíveis à ocorrência de desastres naturais; além da realização de 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.

A criação do Cemaden ensejou a implantação de um sistema de alertas antecipados da probabilidade de ocorrência de desastres naturais, a partir de tecnologias modernas de monitoramento e previsões hidrometeorológicas e geodinâmicas. O desenvolvimento científico e tecnológico dessas ferramentas é fundamental para o aprimoramento contínuo da qualidade e confiabilidade dos alertas e consequente prevenção e mitigação dos desastres.

No escopo do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, atualmente o Cemaden monitora 959 municípios¹ distribuídos em todas as regiões brasileiras. Os municípios monitorados pelo Cemaden devem possuir o mapeamento das suas áreas de risco realizado prioritariamente pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), sendo este um pré-requisito para o município ser monitorado, e o histórico de

¹ A lista completa de municípios monitorados pelo Cemaden está disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/municipios-monitorados-2/>.

registros de desastres naturais decorrentes de movimentos de massa e/ou processos hidrológicos (inundações, enxurradas, grandes alagamentos).

Este Anuário está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo é dedicado à apresentação do Cemaden, de sua estrutura e forma de organização. No capítulo 2, são descritos os métodos e os 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 traz uma síntese dos alertas emitidos em 2018, apresentando a distribuição dos alertas por região, sua distribuição em função do nível do alerta e as condições meteorológicas no ano em referência. O capítulo 4 apresenta os eventos com registros de ocorrências nos municípios monitorados e, por fim, no capítulo 5 é apresentado o diagnóstico dos eventos com ocorrências registradas e os alertas a eles associados.

1. ESTRUTURA E FORMA DE OPERAÇÃO DO CEMADEN

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.



Figura 1. Sala de Situação do Cemaden

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 encaminha os alertas às defesas civis estaduais e municipais, garantindo o alinhamento das ações de preparação e resposta a desastres a serem tomadas.

O processo de emissão de alertas é contínuo e depende de que todas as partes – Cemaden, Cenad e Defesas Civis estaduais e municipais – estejam integradas, de forma a que as informações sobre os desastres naturais possam transitar entre as instituições e possam compor bancos de dados, essenciais para a geração de conhecimento científico-tecnológico aplicado à gestão de riscos e ao desenvolvimento de ações futuras de prevenção (Figura 2).



Figura 2. Processo de emissão de um alerta de desastre natural

Para auxiliar 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. Além disso, a partir de parcerias interinstitucionais, dados gerados por outros órgãos são disponibilizados e amparam o trabalho dos tecnólogos da Sala de Situação, num conjunto de mais 23 radares meteorológicos, imagens de satélite, dados de descargas atmosféricas, modelos numéricos de previsão do tempo e outros; esses dados compõem a rede de monitoramento na plataforma denominada de Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar), ilustrado nas Figuras 3 e 4. Além disso, o Centro desenvolve projetos com outras soluções e equipamentos, como sensores de umidade do solo e modelos geo-hidrológicos.

A plataforma Salvar é um sistema computacional de visualização em tempo real que permite integrar dados geoespaciais, informações de alertas vigentes, áreas poligonais de monitoramento, imagens de radar e satélite, mapas de previsões de modelos numéricos, classificações de uso e cobertura da terra, e observações das diversas Plataformas de Coletas de Dados (PCDs) do Cemaden e parceiros. O objetivo principal do Salvar é o acesso de seus usuários a informações úteis e imprescindíveis para o processo da tomada de decisão na Sala de Situação do Cemaden.

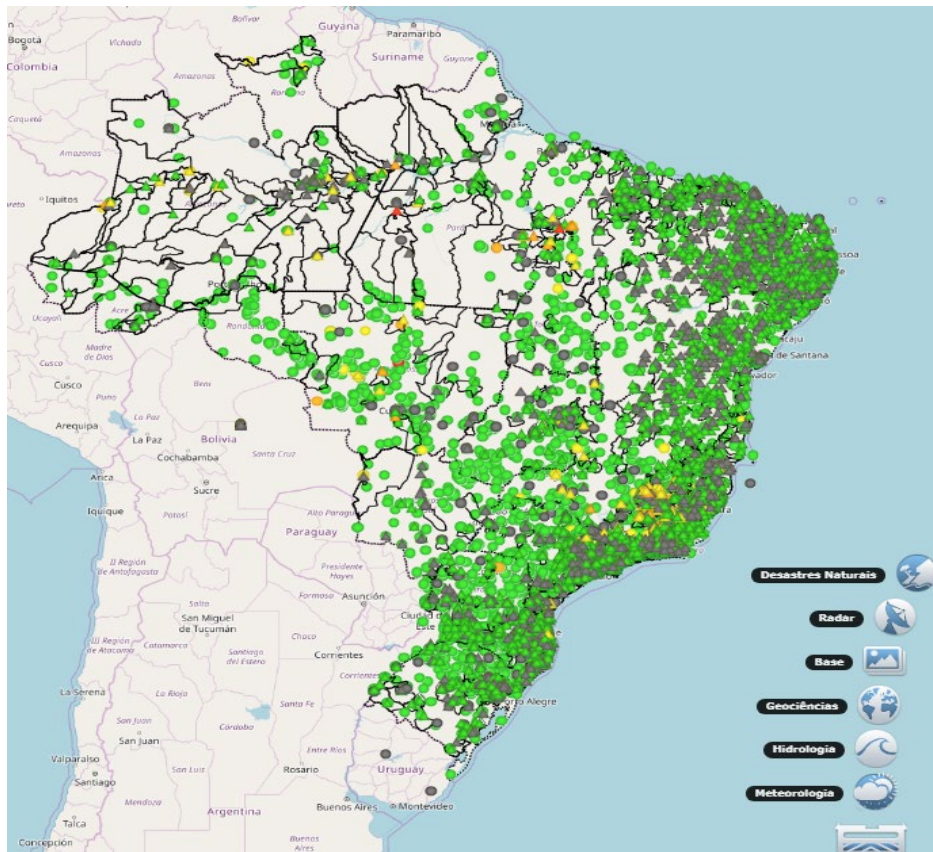


Figura 3. Interface do Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar), com destaque para a localização dos pluviômetros

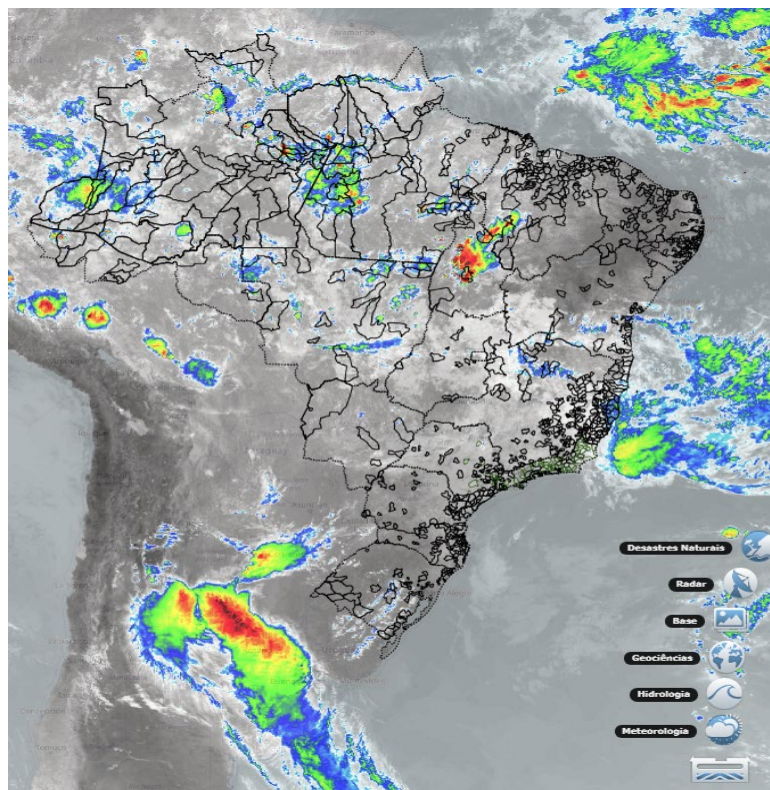


Figura 4. Interface do Sistema de Alerta e Visualização de Áreas de Risco (Salvar), com a camada de imagem de satélite

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 Figura 5 apresenta, como exemplo, a estimativa de precipitação acumulada pelo radar Maceió.

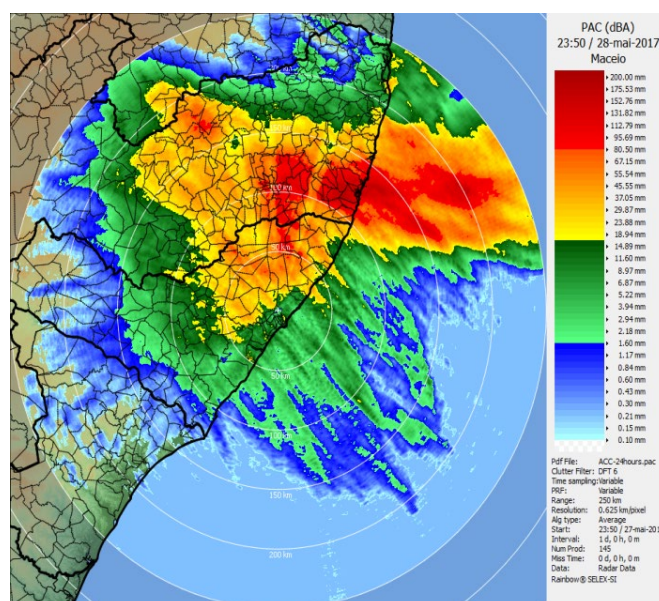


Figura 5. Imagem do Radar de Maceió do Cemaden, em 28/05/2017

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

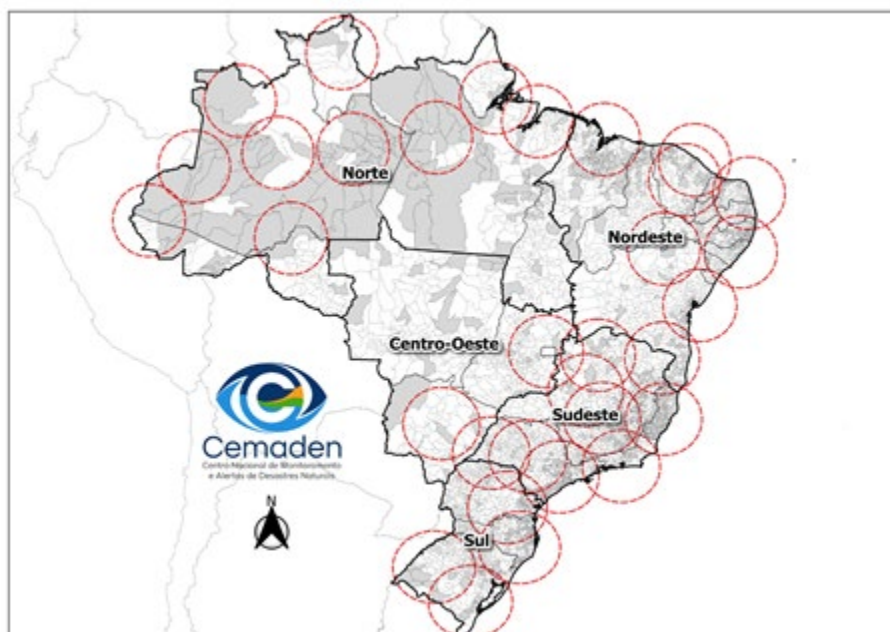


Figura 6. Cobertura geográfica dos Radares no território brasileiro

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).

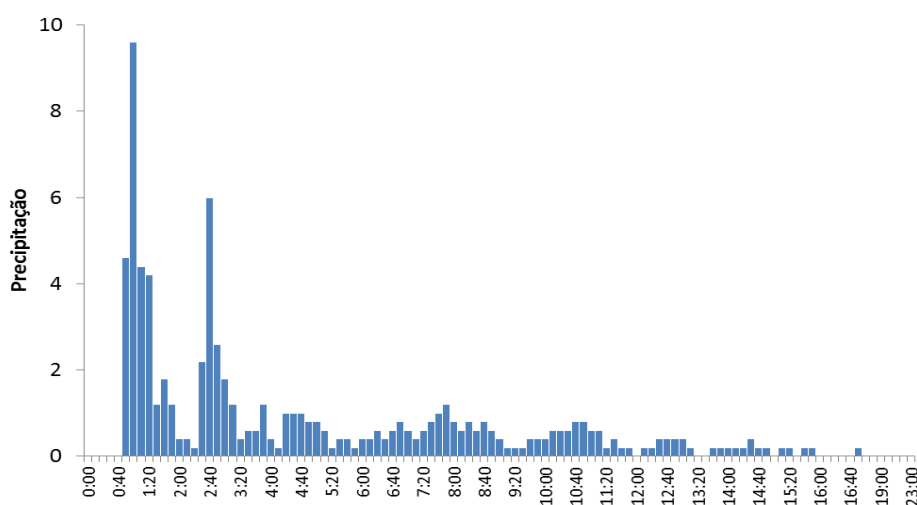


Gráfico 1. Acumulados de chuva registrados para São José do Rio Claro (MT) – 17/02/2017

Como exemplo de acumulados de chuva registrados, o Gráfico 1 apresenta os dados coletados a cada 10 minutos no dia 17/02/2017 pelo pluviômetro automático 510730501A, instalado no município de São José do Rio Claro (MT).

ESTAÇÕES HIDROLÓGICAS

As estações hidrológicas do Cemaden possibilitam o monitoramento do nível dos rios devido a um sensor do tipo radar que mede a distância do nível da lâmina d'água. Esse 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 balança e uma câmera integrada ao *datalogger* que permite registros fotográficos em tempo real da situação do rio. A Figura 7 é da estação hidrológica do Cemaden localizada no Igarapé do Quarenta (estação número 130260301H) no município de Manaus/AM e registra o momento em que um imóvel foi arrastado para o curso d'água após uma precipitação intensa no dia 27/11/2016.



Figura 7. Imagem da câmera da estação hidrológica em Manaus do Cemaden durante um evento hidrológico

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 a criação, atualização e visualização de alertas.

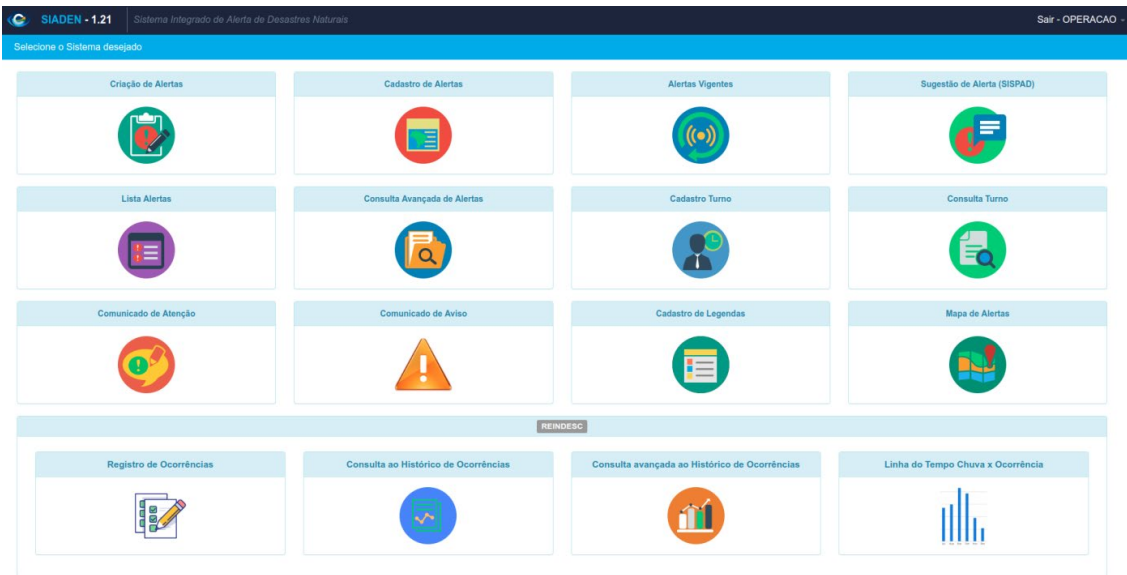


Figura 8. Tela inicial do Siaden

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). Provocada 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 consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

No grupo Geológico, o subgrupo monitorado pelo Cemaden é Movimentos de Massa, que é subdividido nas tipologias: Deslizamentos/Escurregamentos e Fluxo de Detritos e Lama.



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.

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)².

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

² 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. p. 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 encaminha ao Cenad, que, por sua vez, 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 satélite³, modelos numéricos, descargas atmosféricas, 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, pelo CPRM. Através dos levantamentos realizados, é possível identificar as áreas de risco, assim como a tipologia e o impacto potencial.

³ O Cemaden utiliza dados de satélites do CPTEC/Inpe e também de satélites estrangeiros, disponibilizados pela Nasa, NOAA e por organizações europeias.

Área de risco do município de Uruaçu - GO

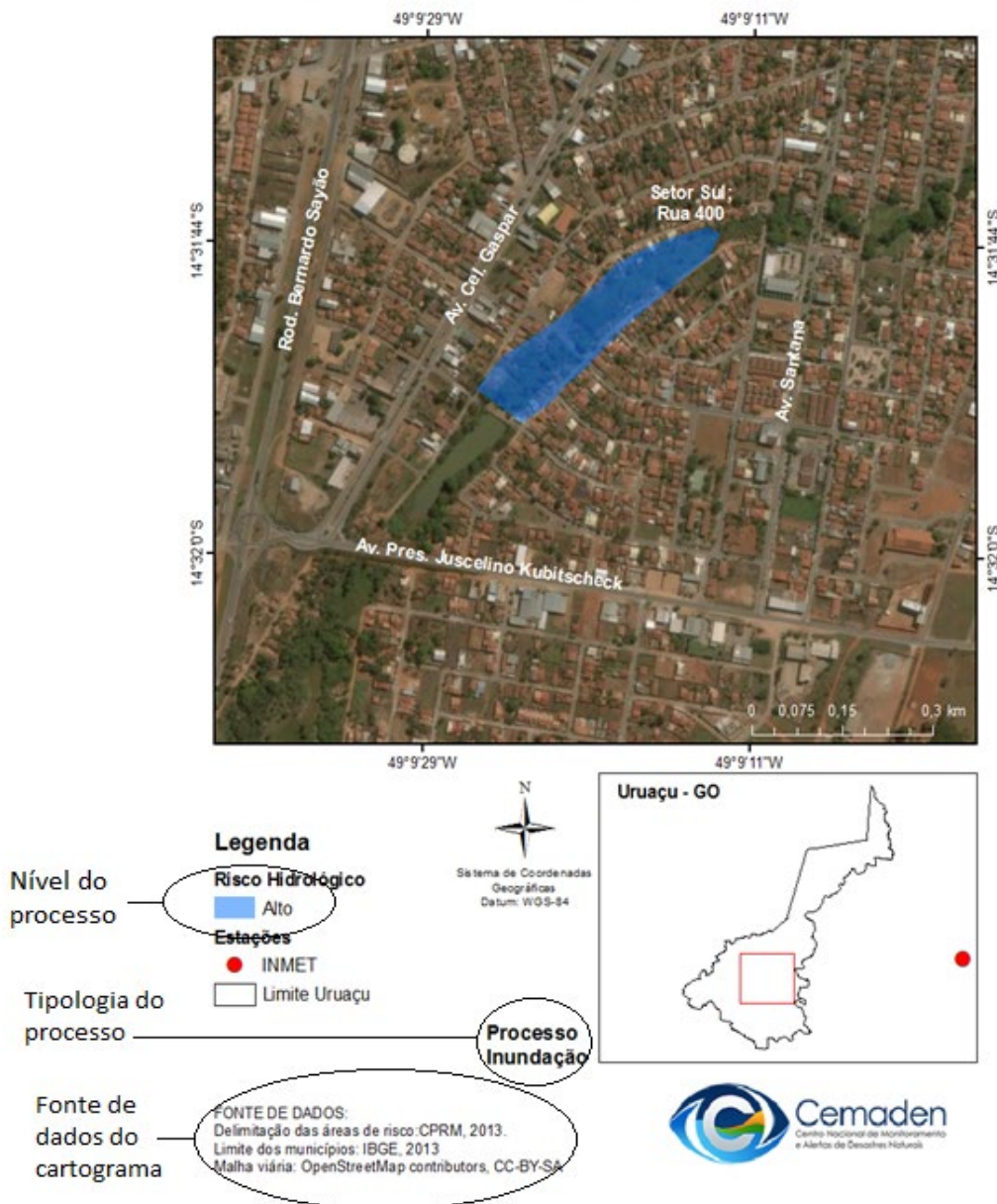


Figura 9. Cartograma da tipologia de risco de inundação identificado pelo CPRM para o município de Uruaçu- GO utilizado na emissão do alerta pelo Cemaden, com a descrição dos itens que o compõem

O impacto potencial refere-se ao nível do risco do mapeamento, bem como ao número de pessoas e moradias em risco, conforme exemplificam os dois levantamentos realizados pelo CPRM (Figuras 9 e 10).

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 fornecidos 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.

Área de risco do município de Cantagalo - RJ

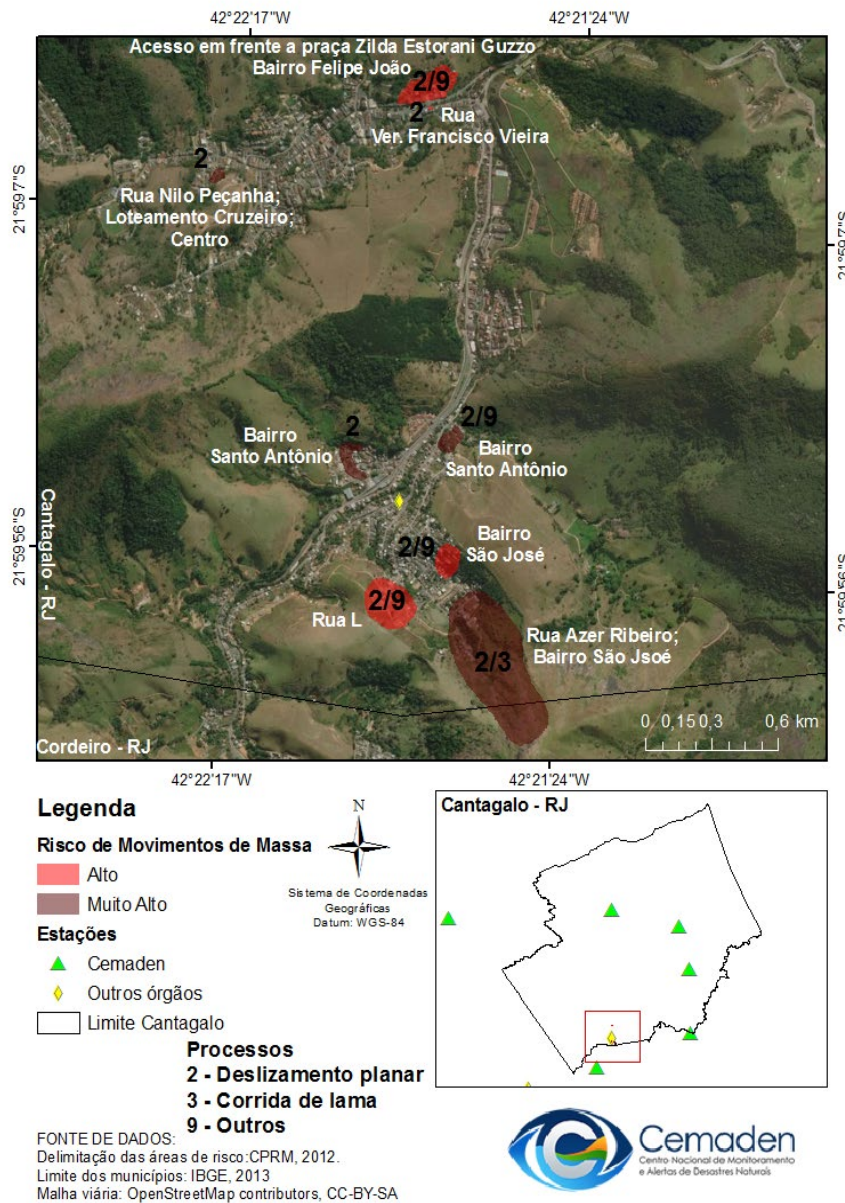


Figura 10. Cartograma da tipologia de risco de Movimento de Massa identificado pelo CPRM para o município do Cantagalo – RJ utilizado na emissão do alerta pelo Cemaden

Cumpra mencionar que o Cemaden possui parceria com diversas instituições, com destaque ao uso de dados para monitoramento e alerta disponibilizados pelo 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), Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar), Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), 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).

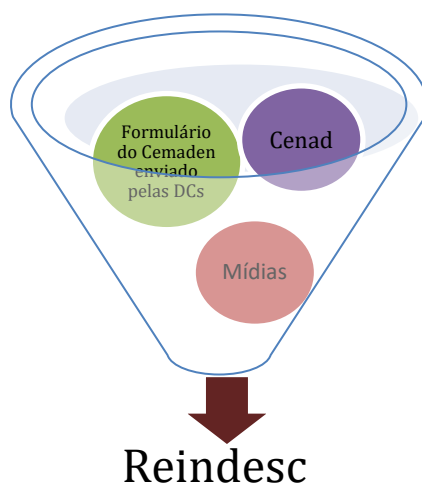


Figura 11. Dados e informações que compõem o sistema Reindesc do Cemaden

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 registros⁴:

- 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 civis 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:
HYPERLINK "http://www.cemaden.gov.br/ocorrencias/index.php" \h
<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 inclui movimento de massa).

O registro é composto pelo seguinte conjunto de informações:

Parâmetros de identificação (data e horário (GMT), tipo de processo, magnitude e localização);

- I. Qualificação do indicador de precisão (de horário e localização);
- II. Danos causados (óbitos, feridos/ enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros);

⁴ O número de ocorrências/eventos registrado para o universo de municípios monitorados não deve ser considerado como absoluto, mas sim correspondente ao que se conseguiu averiguar junto às fontes e enquadrado no registro.

- III. 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);
- IV. 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
Pequeno Porte - 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).	Pequeno Porte - 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).
Médio Porte - 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).	Médio Porte - 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).
Grande Porte - 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).	Grande Porte - 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 de 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 pelo 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. SÍNTESE DOS ALERTAS ENVIADOS NO ANO DE 2018

No ano de 2018, o Cemaden enviou 2.077 alertas, sendo 1.004 alertas de risco geológico (48,3%) e 1.073 alertas de risco hidrológico (51,7%). Destes, 1.850 alertas foram de nível *moderado* (89,1%); 222 alertas de nível *alto* (10,7%); e 5 alertas de nível *muito alto* (0,2%)⁵.

Analisando as tipologias dos alertas enviados em função do nível (Gráfico 2), no ano de 2018, os alertas de risco hidrológico representaram a maioria dos alertas de nível Moderado e Alto, correspondendo a 51% e 52% do total, respectivamente. Já para o nível Muito Alto, os alertas de risco geológico representaram 67% do total.

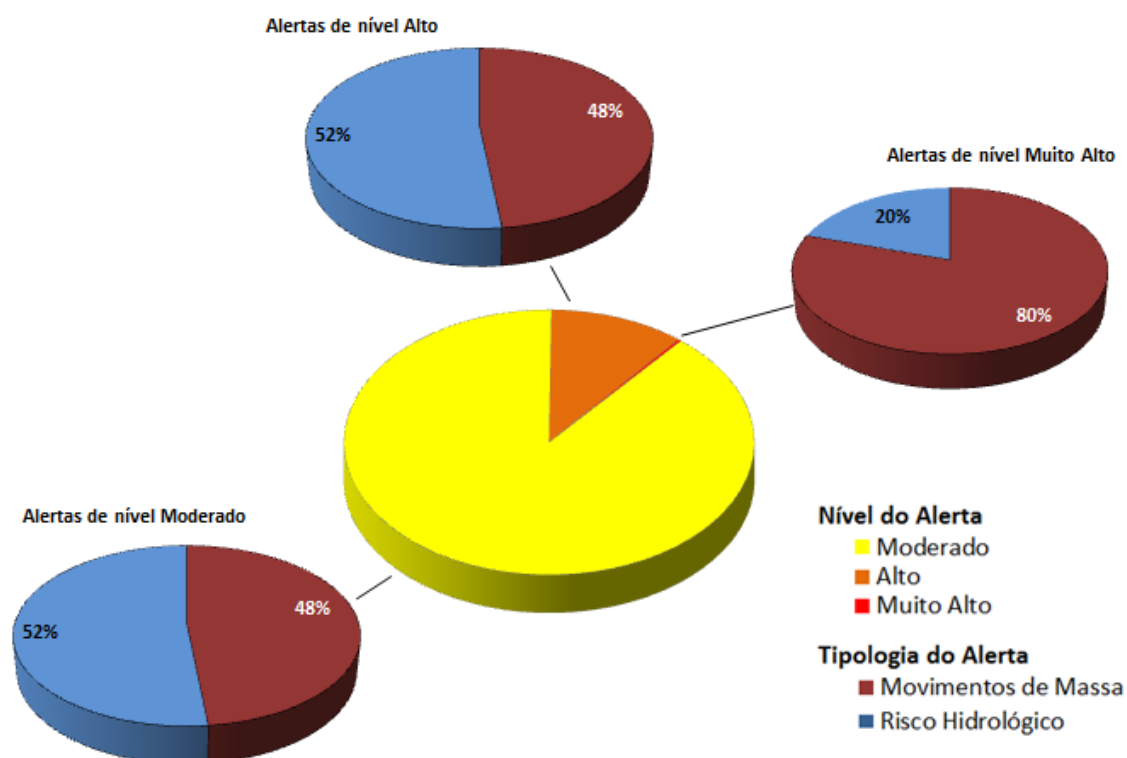


Gráfico 2. Percentual de alertas em função da tipologia para o ano de 2018

É importante ressaltar que diversos elementos, quando associados, fomentam o envio de alerta pelo Cemaden. Dentre eles, destacam-se as variáveis meteorológicas, as condições da bacia hidrográfica e dos diversos elementos associados a ela, podendo ser naturais e/ou antrópicos, os limiares críticos em função das características

⁵ 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.

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 ilustram a distribuição dos alertas enviados no ano de 2018 para os municípios monitorados pelo Cemaden.

3.1 Distribuição dos alertas enviados

O envio de alertas pelo Cemaden está associado a diferentes fatores, tendo a precipitação como elemento deflagrador das tipologias dos alertas emitidos. As características regionais dos regimes pluviométricos, associados à matriz de risco, fomentam a diversidade de alertas emitidos para cada região ao longo do ano.

No ano de 2018, a Região Sudeste destacou-se pela maior concentração de alertas emitidos, totalizando 1.138 alertas. A Região Nordeste totalizou 398 alertas emitidos, seguida da Região Sul, com 389. Para a Região Norte, foram emitidos 118 alertas e para o Centro-Oeste, 27 alertas. A distribuição dos alertas nas regiões brasileiras em função da tipologia está destacada na Figura 12.

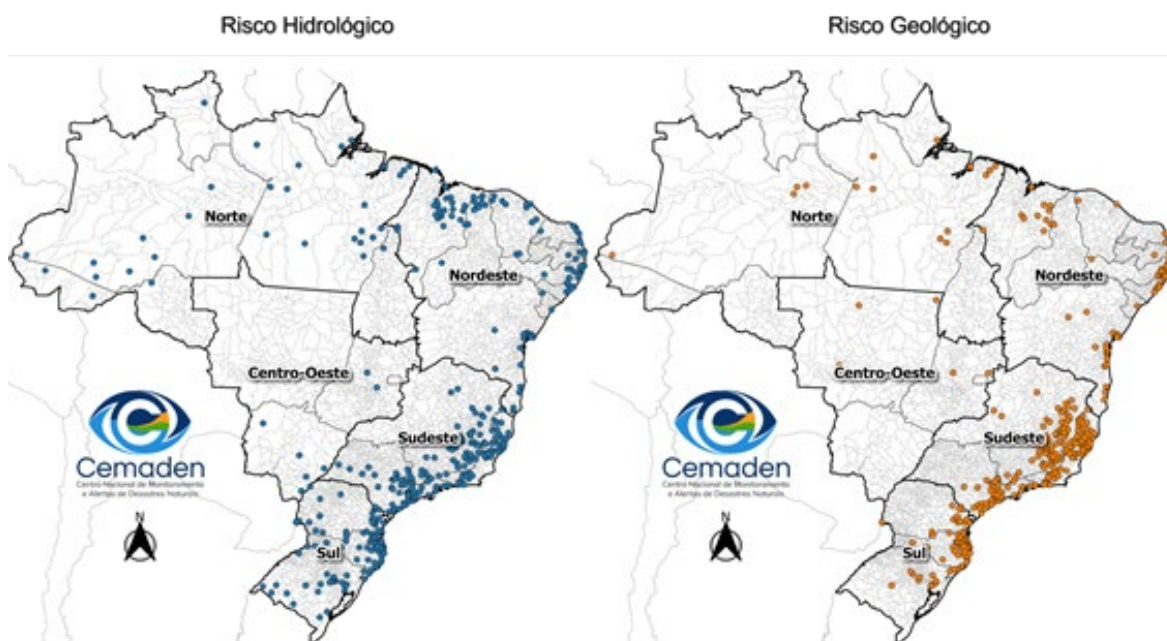


Figura 12. Distribuição espacial dos alertas em função da tipologia para o ano de 2018

Região Norte

O Cemaden monitora 117 municípios da Região Norte (Figura 13). Nestes municípios, as áreas de risco hidrológico mapeadas estão, em sua grande maioria, associadas às inundações, ou seja, os processos hidrológicos ocorrem de forma gradual, sendo ocasionados por eventos de longa duração. Nas áreas urbanizadas, também se observam os eventos ocasionados pela elevação rápida do nível dos rios e igarapés, em função da capacidade da infraestrutura do sistema de drenagem urbana.

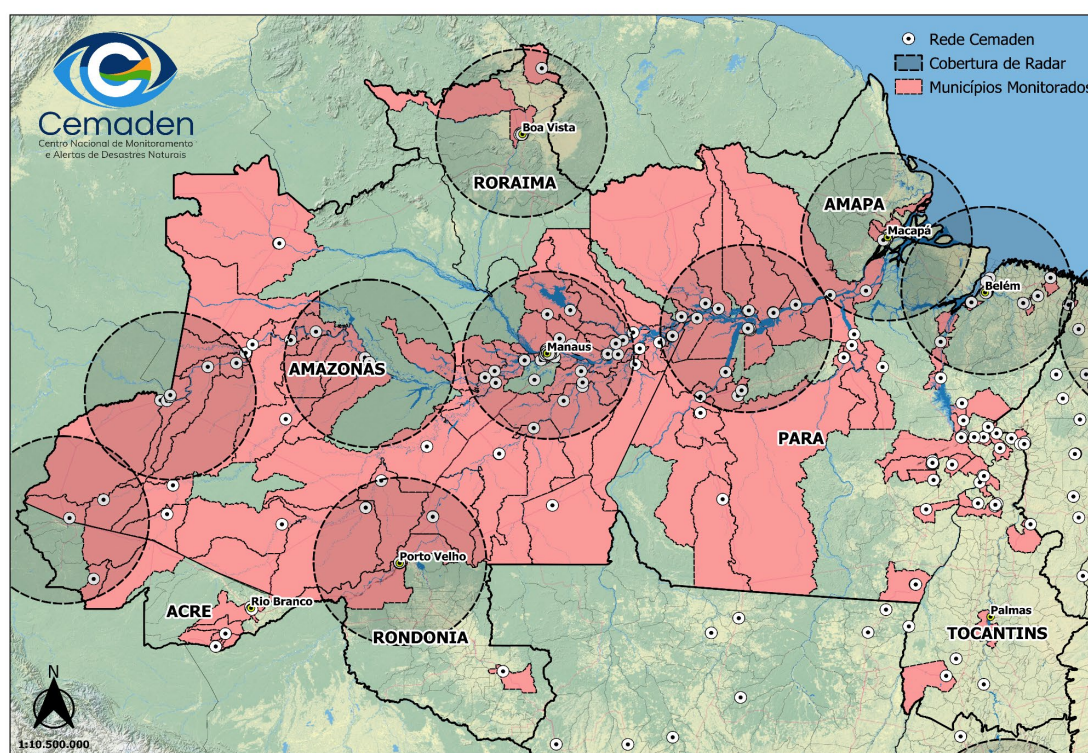


Figura 13. Rede observacional e municípios monitorados na Região Norte

Os movimentos de massa foram identificados como deslizamentos, solapamentos e terras caídas, podendo ocorrer por eventos de curta duração, por exemplo, os deslizamentos e, de longa duração, os solapamentos e as terras caídas, associados à elevação dos rios.

No ano de 2018, a Região Norte foi a segunda com menor número de alertas emitidos pelo Cemaden, totalizando 118. Os alertas de risco hidrológico representaram aproximadamente 62%, enquanto os de movimento de massa representaram 38% do total de alertas enviados para esta região.

O Gráfico 3 ilustra a distribuição dos alertas enviados para a Região Norte. É possível observar que o maior volume de alertas está concentrado nos primeiros 5 meses do ano, com destaque para o mês de fevereiro, que registrou anomalia positiva de precipitação (chuva acima da média histórica de 1961-1990) no sul do Estado do Amazonas, leste e noroeste do Estado do Pará e em grande parte do Estado do Tocantins.

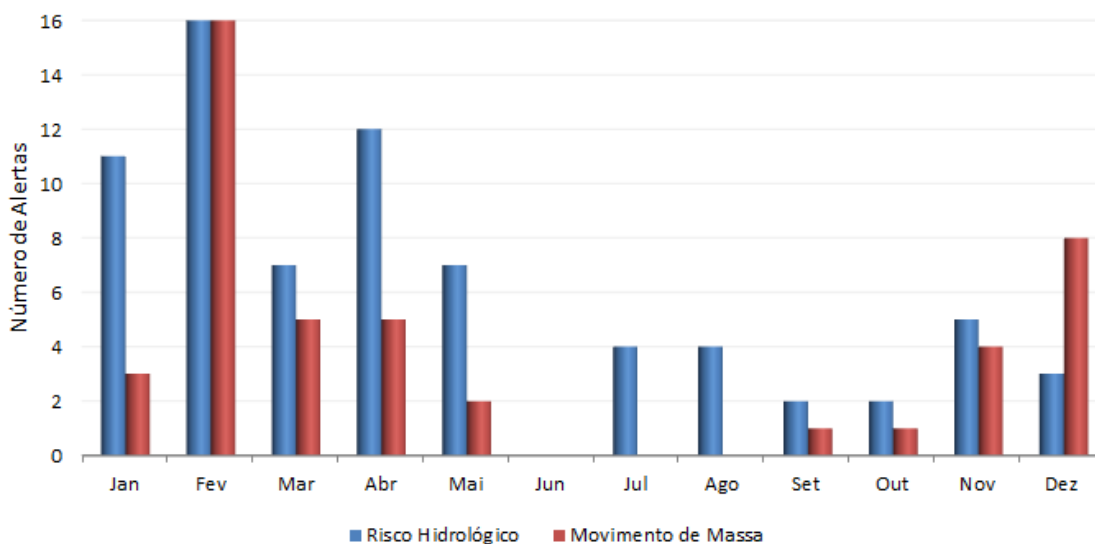


Gráfico 3. Distribuição mensal dos alertas enviados para a Região Norte

Analisando o Gráfico 4, que ilustra o ano hidrológico que se iniciou em outubro do ano anterior, observa-se desde o seu início a abertura de alertas para a Região Norte, com o pico de alertas emitidos para os meses de janeiro, fevereiro e abril de 2018.

Destaca-se também, neste gráfico, que o início do ano hidrológico de 2018-2019 apresentou similaridade na quantidade de alertas enviados. Na Região Norte, o período chuvoso tem início no mês de outubro, a partir do sul, estendendo-se para o centro e nordeste nos meses seguintes, e atingindo os maiores volumes nos meses de fevereiro e março. O mês de maio pode ser considerado o término do período chuvoso, também a partir do sul, enquanto o norte tem seu término em setembro (dados INMET, 1961 a 1990). A sazonalidade do regime de precipitação tem influência direta no comportamento dos níveis dos rios que compõem as bacias hidrográficas da Região Norte.

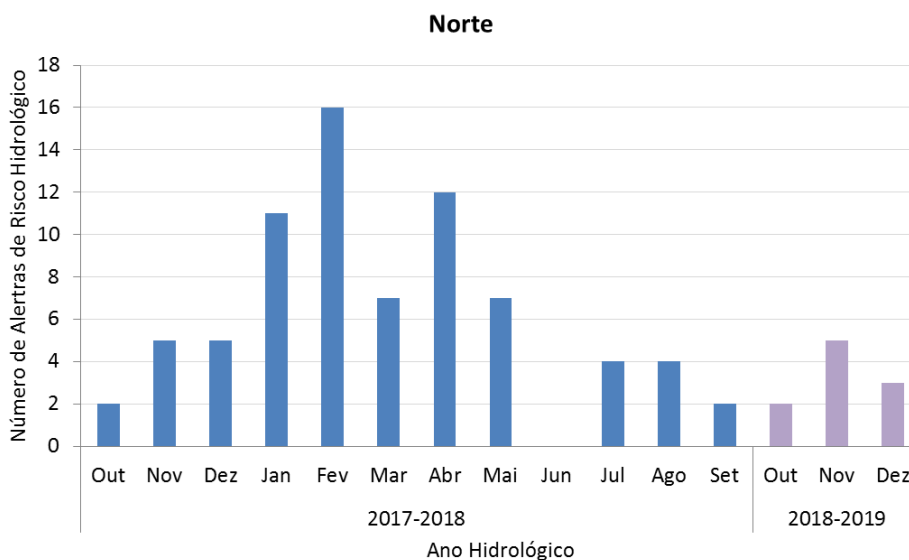


Gráfico 4. Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Norte, com destaque para o ano hidrológico

O município de Porto Velho (RO) está localizado na bacia hidrográfica do Rio Madeira e, durante este ano, teve o alerta com maior tempo de vigência (46 dias). O segundo município alertado com o maior tempo de vigência na Região Norte foi Marabá (PA), em que o nível do Rio Tocantins atingiu a cota de 11,07 metros, cuja cota de alerta é de 7,5 metros.

Também se destacaram os alertas dos municípios localizados na bacia hidrográfica do Rio Purus, com tempo de vigência de até 11 dias, sendo eles: Boca do Acre, Pauini, Lábrea, Tapauá, Canutama e Beruri. Esses municípios, com grande duração de vigência do alerta, estão nas áreas onde a precipitação dos meses de fevereiro, abril e maio ficaram acima do esperado. No mês de fevereiro, a anomalia de chuva superou dois desvios-padrão no sul do Estado do Amazonas e no sudeste e norte do Estado do Pará, indicando chuva extrema.

O tempo de vigência para os alertas de movimentos de massa para a Região Norte variou entre 01 dia, associados a eventos de curta duração e à intensidade de precipitação, e 05 dias, associados a eventos de longa duração, ou seja, altos acumulados de precipitação em um maior período de tempo. Ressalta-se que foram identificados 19 alertas para eventos de curta duração, ou seja, municípios que tiveram alertas por um período inferior a 24 horas.

Desta forma, embora a Região Norte seja a segunda com menor número de alertas emitidos pelo Cemaden, possui os maiores tempos de vigência, quando analisamos os alertas associados ao risco hidrológico, que confirma a consequência da característica sazonal do regime de precipitação e do tempo de concentração das bacias hidrográficas.

Região Nordeste

O Cemaden monitora 333 municípios da Região Nordeste (Figura 14), nos quais o risco hidrológico identificado abrange as tipologias inundação e enxurrada. De acordo com os estudos realizados pelo CPRM, áreas de risco hidrológico alto e muito alto estão presentes em 273 dos municípios monitorados pelo Cemaden. Além do risco hidrológico natural de determinados municípios, soma-se o fato de que esta região apresenta problemas relacionados ao sistema de drenagem, o que potencializa os riscos relacionados aos eventos hidrológicos.

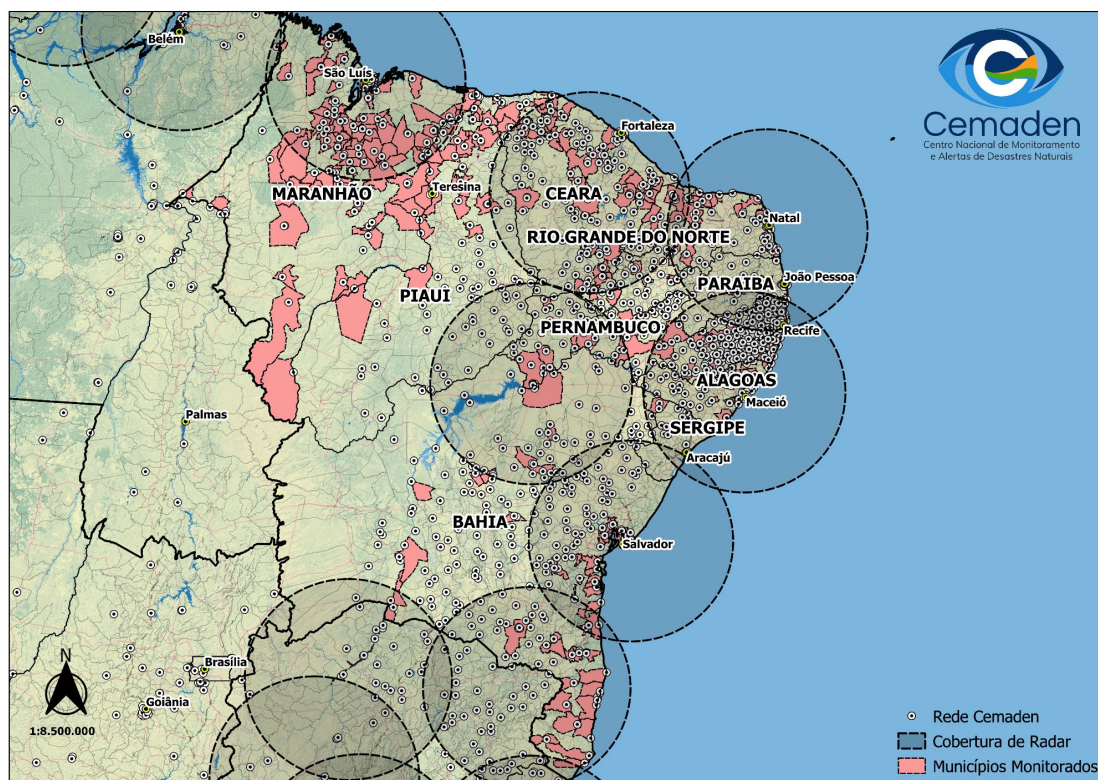


Figura 14. Rede observacional e municípios monitorados na Região Nordeste

No ano de 2018, a Região Nordeste foi a segunda região com o maior número de alertas emitidos pelo Cemaden, totalizando 398, dos quais 43% foram de risco hidrológico e 57% de movimento de massa.

O Gráfico 5 ilustra a distribuição dos alertas enviados para a Região Nordeste. É possível observar que o maior volume de alertas está concentrado no mês de abril. Na Região Nordeste, o período chuvoso tem início nos meses de fevereiro e março na parte norte, e em março e abril no litoral nordeste. A partir de abril e maio, a chuva estende-se até o sul da Bahia. Em abril de 2018, a chuva ficou próxima dos padrões normais esperados para o mês em grande parte da Região, exceto na faixa leste dos estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba e no interior dos estados do Maranhão e Piauí, onde a chuva ficou abaixo do esperado para o mês.

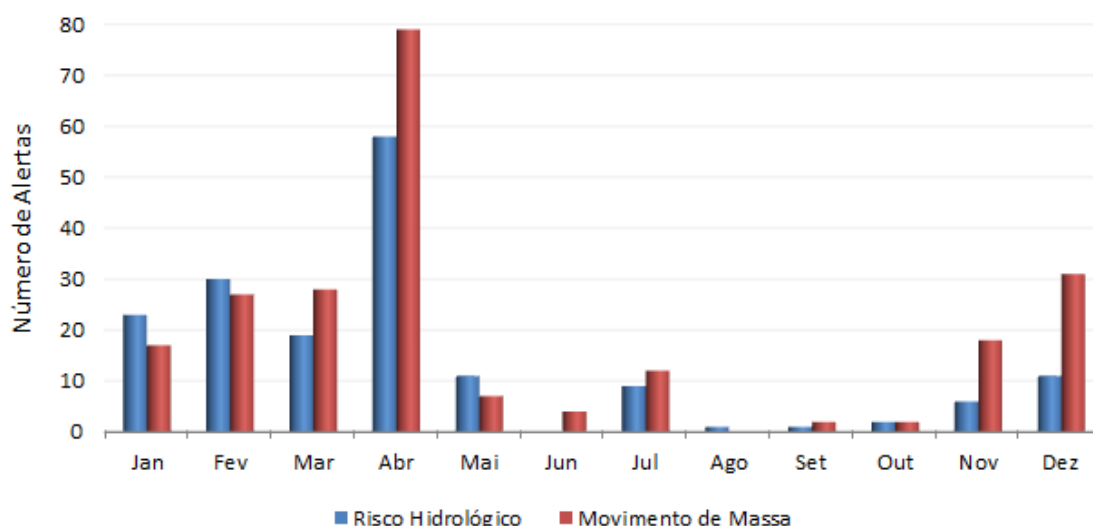


Gráfico 5. Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Nordeste

Os municípios de Poção de Pedras, Pedreiras, São Luís Gonzaga do Maranhão, Trizidela do Vale e Bacabal, localizados no Estado do Maranhão, tiveram o segundo maior tempo de vigência de alerta no ano de 2018, totalizando um período de 14 dias. Esses municípios estão localizados na bacia hidrográfica do rio Mearim. A atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), mesmo deslocada para norte de sua posição climatológica, favoreceu a chuva convectiva no norte da Região.

Além desses, os municípios de Presidente Dutra (MA), Luzilândia (PI), São Bernardo (MA), Buriti dos Lopes (PI), Esperantina (PI), Barras (PI), Batalha (PI), Caxingó (PI), Piracuruca (PI), Caxias (MA), São José do Divino (PI), Codó (MA), Timbiras (MA) e

Vargem Grande (MA) apresentaram o segundo maior tempo de vigências dos alertas hidrológicos na Região Nordeste.

O tempo de vigência de um alerta é ocasionado por diferentes elementos, tais como a permanência do sistema meteorológico; o agravamento das condições já observadas, o que requer uma contínua ação das defesas civis; a continuidade da possibilidade de ocorrência, como, por exemplo, a propagação da onda de cheia em rios; e a vulnerabilidade do município.

A atuação destes elementos, de forma individual ou em conjunto, favorece o aumento do tempo de vigência, principalmente em alertas da tipologia de inundação.

Região Centro-Oeste

O Cemaden monitora 31 municípios da Região Centro-Oeste (Figura 15). Nos estudos realizados pelo CPRM, foram identificados 13 municípios com risco hidrológico identificado, abrangendo as tipologias de inundação, alagamento e enxurrada. Os movimentos de massa foram identificados em 16 municípios e suas tipologias definidas em erosão (ravinas e voçorocas), escorregamentos, quedas de blocos e o recalque diferencial, sendo este último de difícil monitoramento. Esses processos estão condicionados a eventos de curta duração, como, por exemplo, os deslizamentos e, de longa duração, como os solapamentos ou deslizamentos das margens dos rios, sendo estes associados à elevação ou ao rebaixamento dos rios.

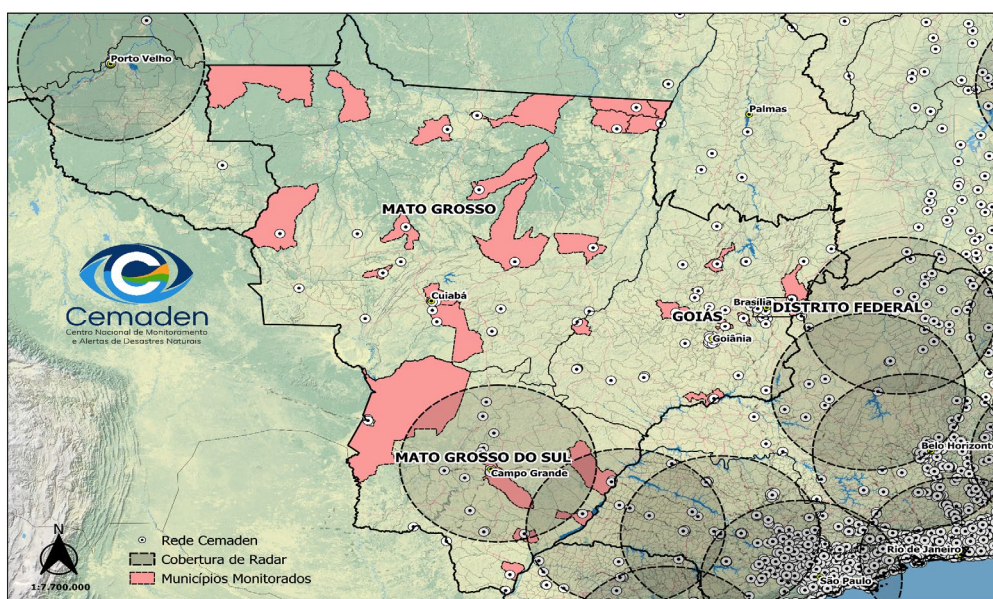


Figura 15. Rede observacional e municípios monitorados na Região Centro-Oeste

No ano de 2018, a Região Centro-Oeste foi a que recebeu o menor número de alertas emitidos pelo Cemaden, totalizando 27. Em relação às tipologias, os alertas de risco hidrológico representaram aproximadamente 70%, enquanto os de movimento de massa representaram 30% dos alertas enviados no ano.

Devido ao fato de os processos hidrológicos observados serem de curta duração no ano de 2018, não foram observados alertas com tempo de vigência prolongado. Os municípios de Campo Grande (MS), Cuiabá (MT) e Ceres (GO) foram os que receberam alertas hidrológicos, sendo considerados os regimes pluviométricos, a matriz de risco e as características da urbanização de cada um desses municípios como elementos para a emissão dos alertas.

Para os processos de movimentos de massa, o tempo de vigência dos alertas variou entre 01 e 05 dias, configurando eventos de curta e longa duração. O município de Ceres (GO) foi o que apresentou o maior tempo de vigência, com 05 dias, decorrente de um alto índice pluviométrico. As vigências de alertas com período inferior a 01 dia podem estar associadas a eventos de curta duração, não causando nenhum tipo de transtorno nestas localidades, como por exemplo, nos casos de Cuiabá e Nova Olímpia, ambos em Mato Grosso.

O Gráfico 6 ilustra a distribuição dos alertas enviados para a Região Centro-Oeste. O período de chuva tem início no mês de outubro, atingindo seu máximo, em volume e extensão, nos meses de dezembro e janeiro, e com término no mês de março. Climatologicamente, os maiores volumes de chuva ocorrem no Estado do Mato Grosso. No mês de outubro, a chuva ficou acima do esperado no centro-sul do Estado do Mato Grosso do Sul e, em novembro, a chuva ficou acima da climatologia em grande parte do Estado do Mato Grosso. Isso ocorreu devido à atuação da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e à circulação em altos e médios níveis da atmosfera que favoreceram a convecção e precipitação. O Centro-Oeste também é influenciado pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), linhas de instabilidade e complexos convectivos.

Os alertas enviados com ocorrência nos municípios de Paranatinga (MT), relativos a riscos hidrológicos, e em Ceres (GO), para riscos de movimento de massa e hidrológicos, foram devidos à atuação da ZCAS, nos meses de março e dezembro, respectivamente, com acumulados de chuva acima do esperado nesses municípios.

Nos demais municípios, a atuação da Zona de Convergência de Umidade (Corumbá/MS e Cuiabá/MT) e de sistemas convectivos foram responsáveis pelos alertas enviados e pelas ocorrências dos eventos hidrológicos e de movimento de massa (em Cuiabá/MT).

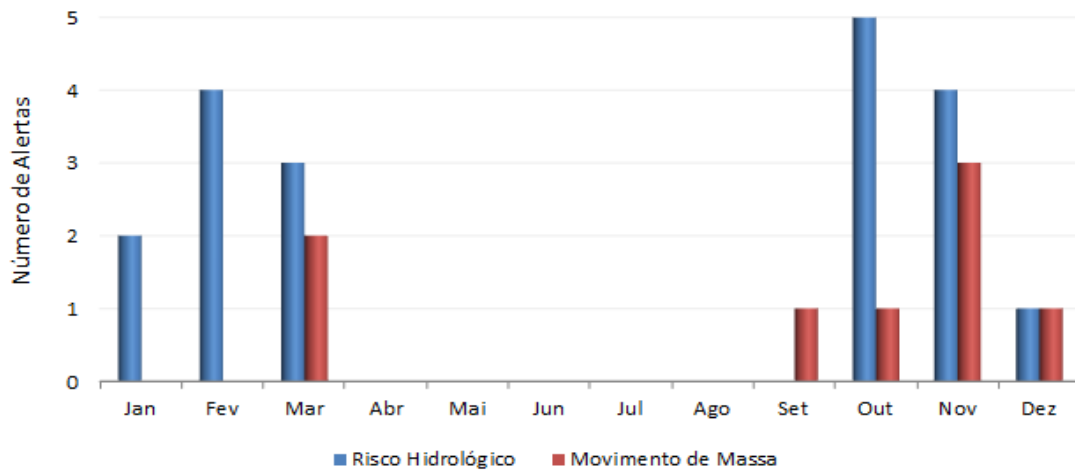


Gráfico 6. Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Centro-Oeste.

Região Sul

O Cemaden monitora 126 municípios da Região Sul (Figura 16). Nestes municípios, o risco hidrológico identificado abrange as tipologias inundação e enxurrada, de acordo com os mapeamentos realizados pelo CPRM.

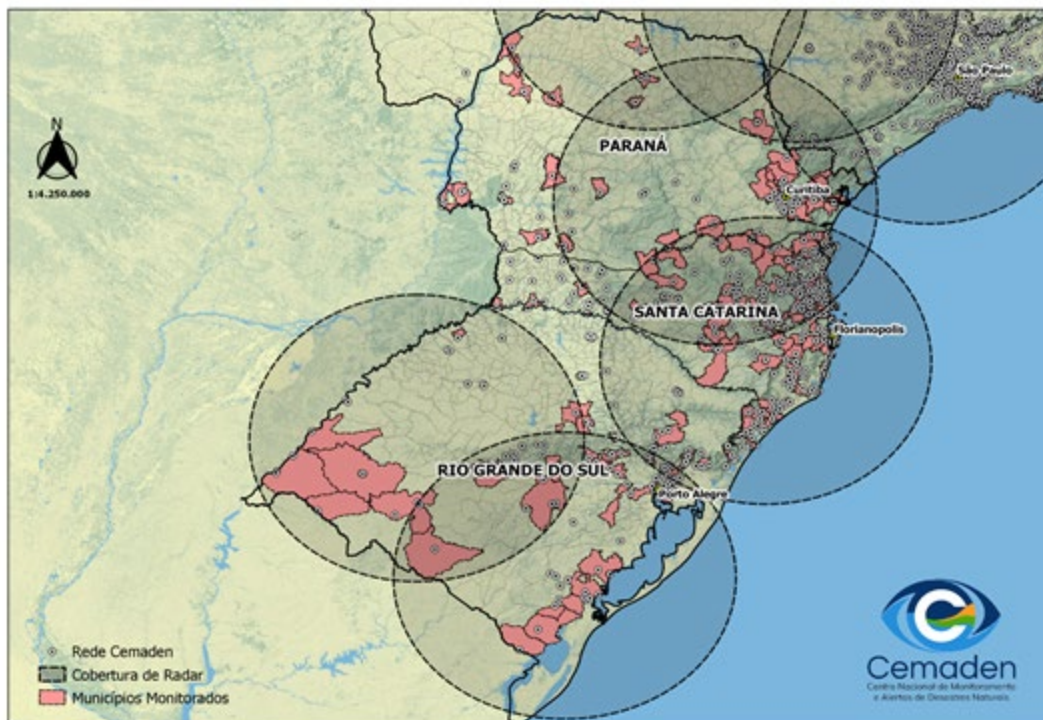


Figura 16. Rede observacional e municípios monitorados na Região Sul

No ano de 2018, a Região Sul foi a terceira região com o maior número de alertas emitidos pelo Cemaden, totalizando 389, dos quais aproximadamente 70% foram alertas de risco hidrológico e 30% de movimento de massa.

O Gráfico 7 ilustra a distribuição dos alertas enviados para a Região Sul. É possível observar uma distribuição da emissão de alertas ao longo do ano de 2018, em que os meses de janeiro e março tiveram a maior quantidade de alertas enviados. O período de chuva é de setembro a março no Estado do Paraná, no norte e leste do Estado de Santa Catarina e no Estado do Rio Grande do Sul. Nos demais setores de Santa Catarina, chove praticamente o ano todo. O total de chuva dos meses de janeiro e março de 2018 ficaram acima da normal climatológica em grande parte de toda Região Sul, com atuação de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU), passagem de frentes frias, jatos de baixos níveis (JBN) e outros sistemas atmosféricos que favoreceram chuva de forte intensidade e acumulados significativos para envio de alertas.

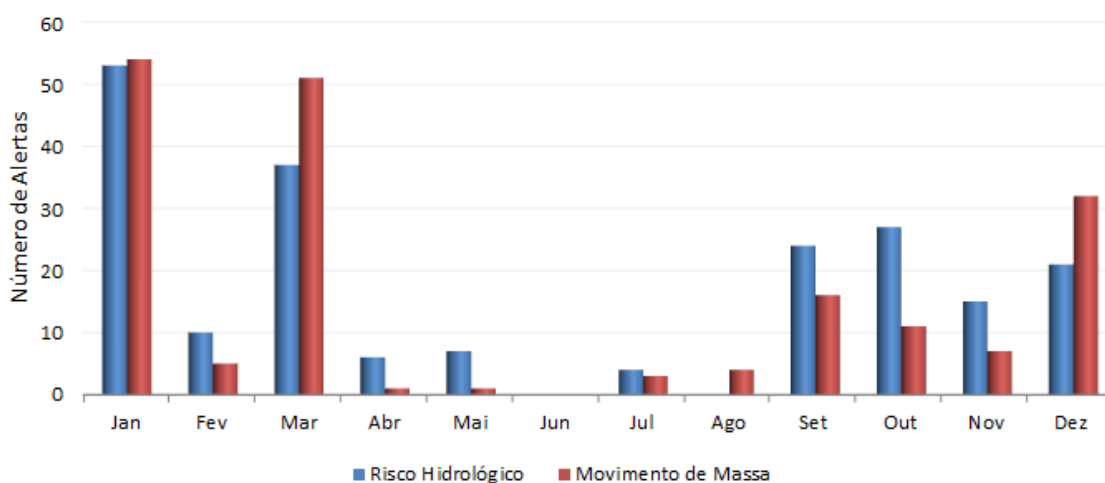


Gráfico 7. Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Sul

A vigência dos alertas emitidos pelo Cemaden para a Região Sul foi de no máximo cinco dias no caso dos alertas de risco hidrológico. Os municípios de Novo Hamburgo e Sapucaia do Sul, ambos no Estado do Rio Grande do Sul, estão localizados na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, e tiveram o maior tempo de vigência.

O elevado número de alertas com um tempo de vigência inferior a cinco dias foi devido à atuação dos sistemas meteorológicos associados ao tempo de concentração das bacias hidrográficas dos municípios alertados pelo Cemaden.

O município de Tijucas (SC), localizado na foz da bacia hidrográfica do rio homônimo, foi o único que recebeu alerta de risco hidrológico de nível Muito Alto no ano de 2018 para a Região Sul. Nesta ocasião, o acumulado de precipitação no município foi de até 146,2 mm em 72 horas, com destaque para um acumulado de 103,8 mm em 24 horas, valor este próximo à média climatológica para todo o mês de janeiro que é de 175,1 mm (INMET).

Região Sudeste

O Cemaden monitora 235 municípios da Região Sudeste (Figura 17). Nestes municípios, o risco hidrológico identificado abrange as tipologias inundação e enxurrada, segundo os mapeamentos realizados pelo CPRM.

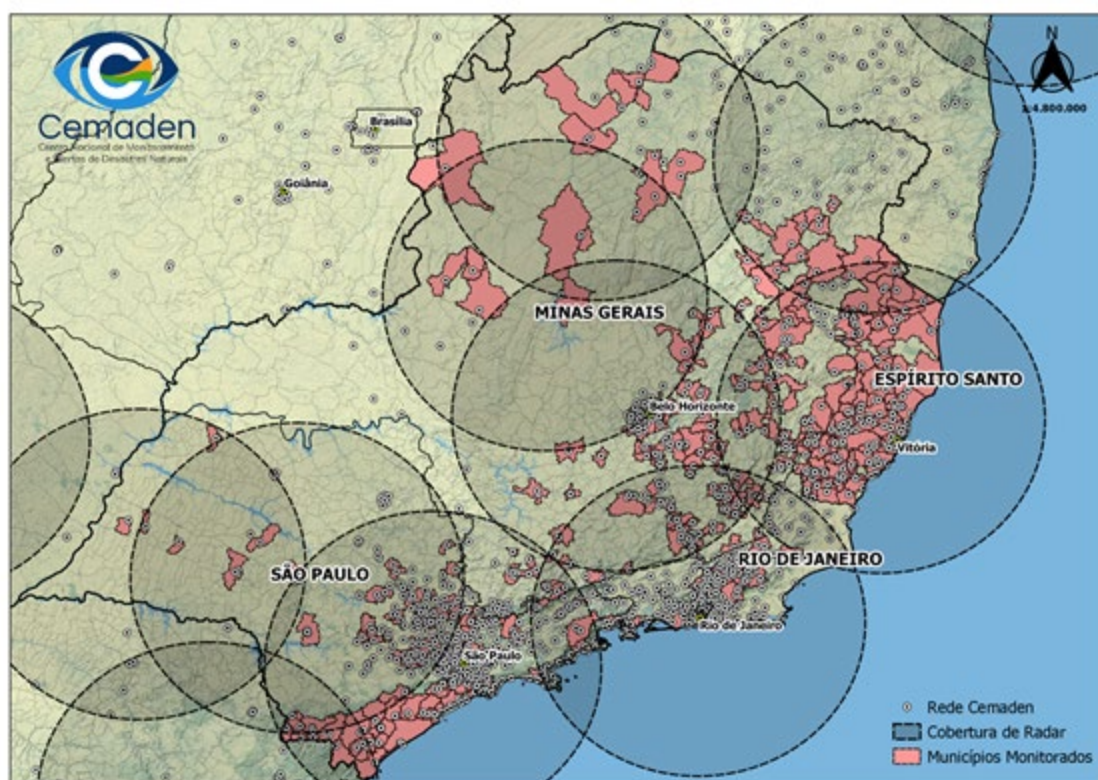


Figura 17. Rede observacional e municípios monitorados na Região Sudeste

No ano de 2018, a Região Sudeste foi a região com o maior número de alertas emitidos pelo Cemaden, totalizando 1.138. Os alertas de risco hidrológico

representaram aproximadamente 53%, enquanto os de movimento de massa representaram 47% dos alertas durante o ano.

O Gráfico 8 ilustra a distribuição dos alertas enviados para a Região Sudeste ao longo do ano de 2018. Essa distribuição acompanha o período de chuva que compreende os meses de outubro a março. Nos meses de janeiro e março de 2018, os totais mensais de precipitação superaram os valores esperados em grande parte do Sudeste, devido à atuação de ZCOU, ZCAS, JBNs, frentes frias e sistemas convectivos que favoreceram chuvas intensas e acumuladas significativas para aberturas de alertas, principalmente hidrológicos. Em novembro e dezembro de 2018, os mesmos sistemas atmosféricos, típicos do verão, também atuaram, mas com menor frequência e intensidade e deslocados para o norte, o que poderia justificar o menor número de alertas hidrológicos comparados a janeiro e março do mesmo ano.

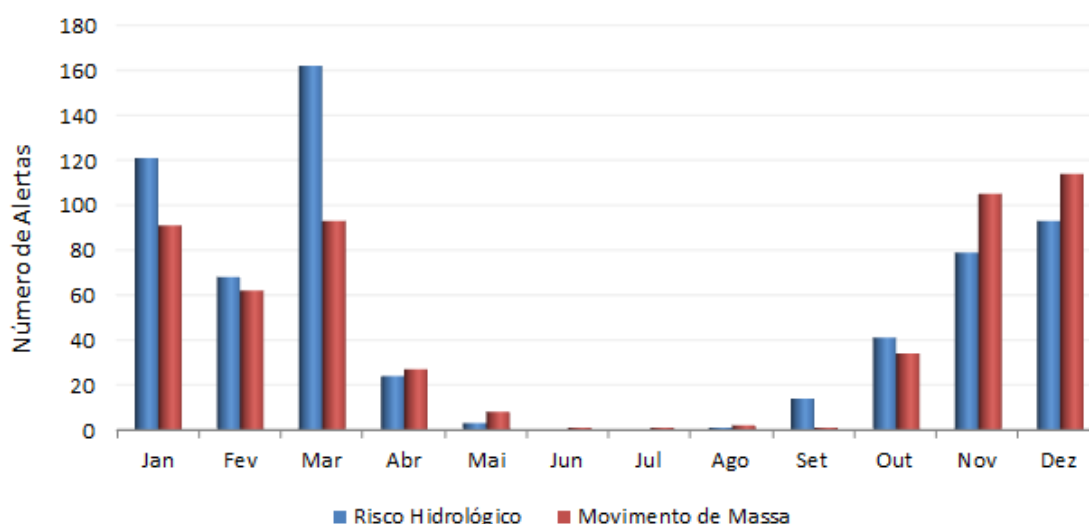


Gráfico 8. Distribuição mensal dos alertas enviados na Região Sudeste

A maior vigência dos alertas hidrológicos emitidos pelo Cemaden para a Região Sudeste foi de sete dias, caso do município de Sete Barras (SP), pertencente à bacia hidrográfica do Ribeira do Iguape, em que foi observada a tipologia inundação gradual.

A maioria dos alertas hidrológicos emitidos possui um tempo de vigência inferior a cinco dias, o que permite inferir que o risco hidrológico não esteve somente associado à severidade dos sistemas meteorológicos atuantes, mas também à significativa influência das características antrópicas das cidades e da gestão do espaço urbano.

3.2 Alertas emitidos por região em função do seu nível

Somada à análise da distribuição espacial do envio de alertas em função da tipologia, este item apresenta a distribuição espacial dos alertas emitidos em função do seu nível, conforme a Matriz de risco e nível do alerta (Quadro I), apresentada no Capítulo 2 deste Anuário.

Em 2018, os alertas de movimentos de massa emitidos se distribuíram em função do nível conforme apresentado no Gráfico 9. Os alertas de risco moderado apresentaram o maior percentual de envio (89,94%), enquanto que os alertas alto e muito alto, percentuais de 10,66% e 0,4%, respectivamente. Este fato deve-se aos elementos associados à emissão de um alerta de nível moderado conforme destaca a Matriz de Risco.

Em termos de envio de alerta, a Região Sudeste foi a que concentrou maior emissão no nível moderado com 472 (87,6%), seguida pela Região Nordeste, com 201 alertas (88,6%) e Sul, com 168 alertas (90,8%). Com o menor percentual de envio de alerta, destaca-se a Região Centro-Oeste, com apenas 8 alertas.

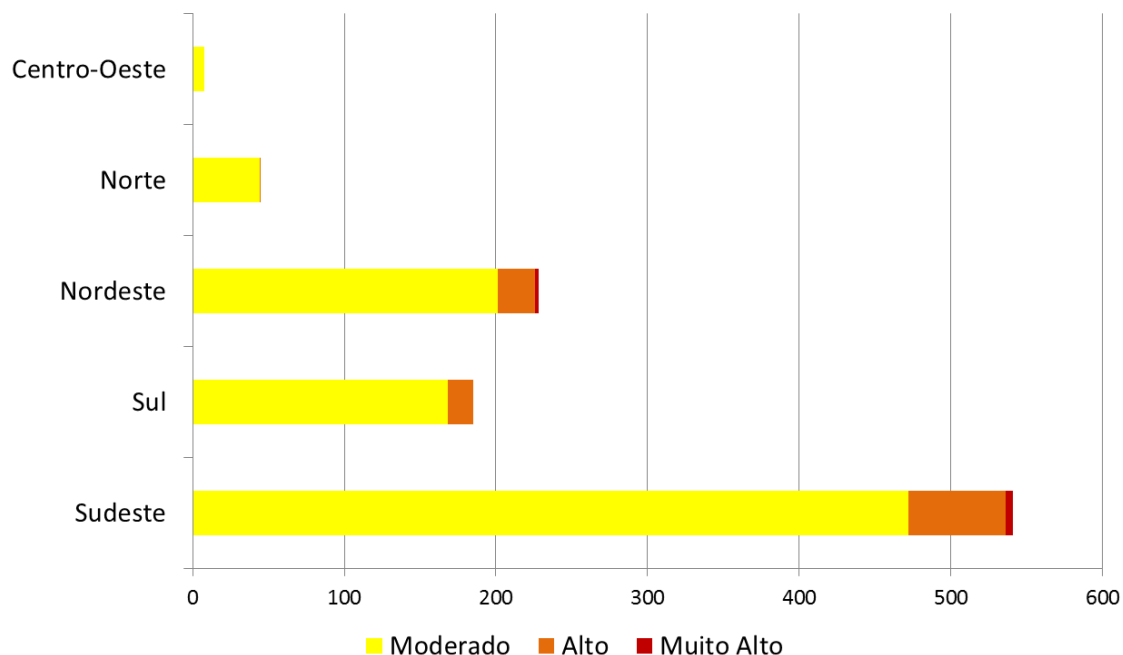


Gráfico 9. Distribuição dos alertas de risco geológico enviados por região e nível

Os alertas hidrológicos emitidos em 2018 se distribuíram em função do nível conforme apresentado no Gráfico 10.

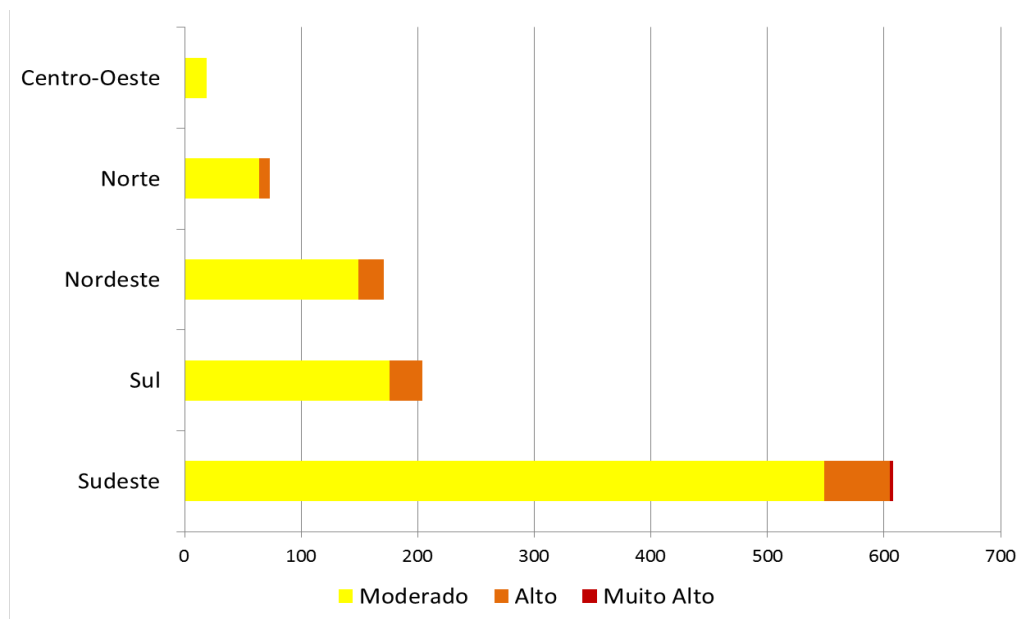


Gráfico 10. Distribuição dos alertas de risco hidrológicos enviados por região e nível

Os alertas de risco hidrológico com nível moderado apresentaram o maior percentual de envio de alertas em relação aos demais níveis (89,19%). Este fato deve-se aos elementos associados à emissão de um alerta de nível moderado, conforme destaca a Matriz de Risco.

A Região Sudeste destacou-se pela quantidade de alertas de nível moderado, tendo recebido 56,64% dos alertas hidrológicos enviados no ano de 2018. Analisando apenas os alertas emitidos para o Sudeste, 90,48% foram de nível moderado (542 alertas), 9,35% de nível Alto (56 alertas) e 0,17% de nível Muito Alto (1 alerta).

O alerta de nível moderado é enviado considerando uma possibilidade de ocorrência moderada e um impacto moderado. Grande parte dos alertas hidrológicos de nível moderado foi fomentada por precipitações de curta duração, caracterizadas por pancadas fortes durante o verão. Os alertas moderados de movimentos de massa foram associados aos acumulados prévios e à previsão meteorológica em que os valores (limiares) estão abaixo ou próximos daqueles operados pelos planos de contingência estaduais ou municipais.

As regiões Sudeste e Nordeste agregam elementos de susceptibilidade a eventos geo-hidrológicos, como um elevado número de pessoas em áreas de risco e um processo histórico de urbanização em encostas e em áreas que são naturalmente inundáveis, o que acaba refletindo no elevado número de alertas emitidos.

O Gráfico 11 ilustra o ranking dos alertas mais enviados por estado, destacando o estado de São Paulo com o maior número de alertas enviados para risco hidrológico e o estado de Pernambuco para alertas de movimento de massa.

Como pode ser observado na figura, o maior volume de alertas enviados para movimentos de massa ocorre na estação chuvosa da Região Sudeste, destacando os estados de Minas Gerais (fevereiro e março) e São Paulo (janeiro e março), e no início da estação chuvosa do Nordeste, destacando o mês de abril para o estado de Pernambuco. Para a Região Sul, por não apresentar uma estação chuvosa bem definida, destaca-se o estado de Santa Catarina para os meses de janeiro e março.

Ainda sobre o estado de São Paulo, devido à tipologia dos processos hidrológicos e também à vulnerabilidade decorrente do processo de urbanização das cidades, observa-se que o estado ocupa repetidas vezes, ao longo do ano (meses de janeiro, março, outubro, novembro), a posição de maior número de alertas enviados, fomentando o fato de que os processos de uso e ocupação do solo favorecem processos deflagradores para a ocorrência de eventos hidrológicos.

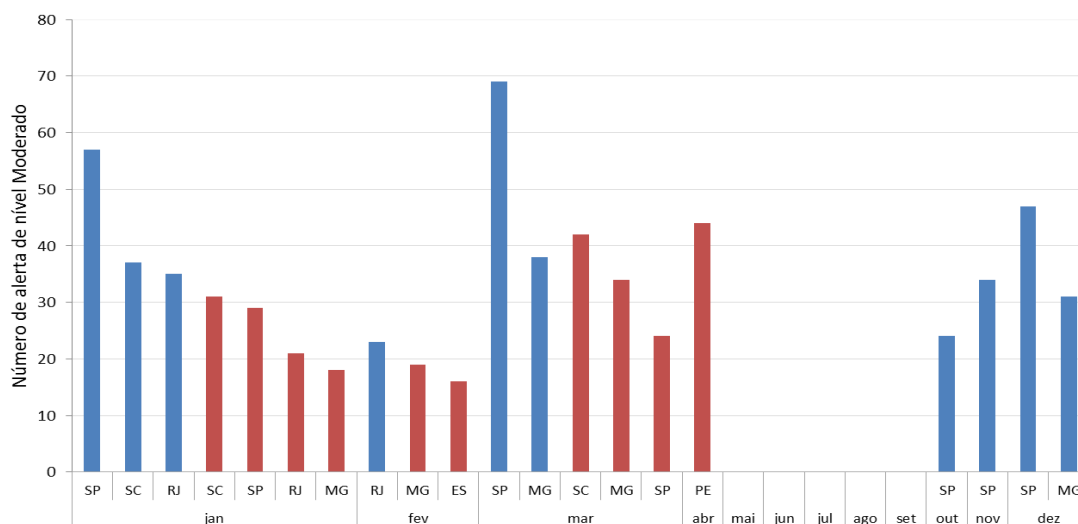


Gráfico 11. Distribuição dos alertas de nível Moderado mais enviados e a sua distribuição temporal

Os alertas hidrológicos de nível alto foram maiores no mês de março, conforme destaca o Gráfico 12. Neste mês, observou-se atuação de vários sistemas atmosféricos que, somados à vulnerabilidade observada nos municípios monitorados, resultaram no envio de tais alertas.

Seguindo a mesma tendência dos alertas de nível moderado, a Região Sudeste apresentou o maior índice de alertas de nível alto com 64 alertas (11,87%), Nordeste com 25 alertas (11,01%) e Sul com 17 alertas (9,19%). Neste cenário, o impacto potencial pode variar entre moderado e alto, a depender das condições prévias (acumulado de precipitação + previsão meteorológica) que possam levar à deflagração dos movimentos de massa, dentre eles, os deslizamentos de forma pontual e/ou esparso.

O estado de Santa Catarina foi o que registrou o maior número de alertas de nível alto no mês de janeiro e, o menor número em março. O estado do Rio de Janeiro foi o segundo com o maior número de alertas alto registrados nos meses de janeiro, fevereiro e março.

O estado de São Paulo foi o detentor do maior número de alertas moderados em 2018 para alertas de risco hidrológico, assim como alertas de nível alto para a mesma tipologia, e essa situação aconteceu nos meses de janeiro, março, outubro e novembro. Tal fato deve-se a elementos deflagrados pela precipitação associados à vulnerabilidade e também aos fatores antrópicos.

Na região Sudeste, conforme destacado anteriormente, a vigência do alerta hidrológico é prevalentemente de curta duração e isso se deve ao fato de eventos meteorológicos de curta duração terem predominado no ano de 2018 associados à vulnerabilidade das cidades monitoradas.

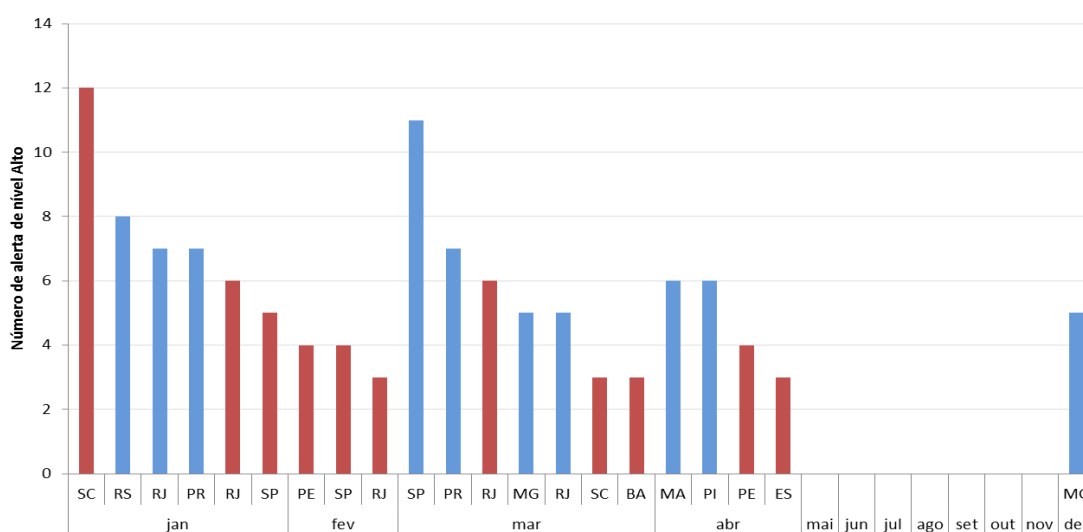


Gráfico 12. Distribuição dos alertas de nível Alto enviados e a sua distribuição temporal

Os alertas emitidos de nível muito alto foram mais frequentes no Sudeste (estados do Rio de Janeiro e São Paulo) e no Nordeste (estado da Bahia). Em relação à tipologia, somente o estado do Rio de Janeiro recebeu alerta muito alto dos tipos movimentos de massa e hidrológico. Nos demais estados, todos foram da tipologia movimentos de massa, conforme ilustra o Gráfico 13.

Em relação à quantidade de alertas de nível muito alto, destacam-se as regiões Sudeste com 3 alertas (0,6%) e Nordeste com 1 alerta (0,4%). Nesse cenário, o impacto potencial pode variar entre moderado a muito alto, a depender das condições prévias (acumulado de precipitação + previsão meteorológica + quantidade de pessoas em situação de vulnerabilidade) que possam ter levado à deflagração dos movimentos de massa, dentre eles, os deslizamentos esparsos e/ou generalizados capazes de provocar alto potencial de perda de vidas e grandes danos.

O Gráfico 13 ilustra os números de alertas de nível muito alto, destacando os estados do Rio de Janeiro, para os meses de janeiro e novembro, e Bahia e São Paulo para o mês de abril.

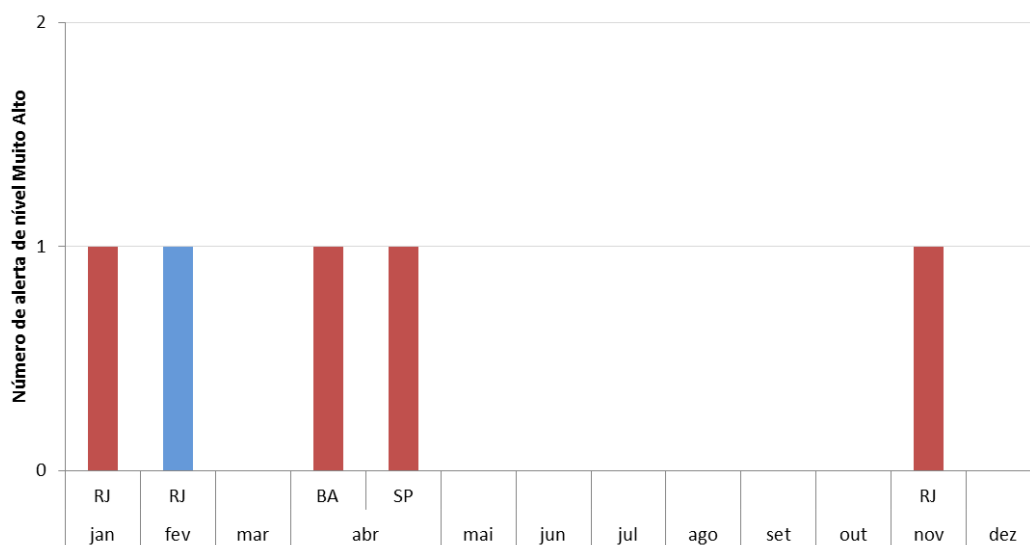


Gráfico 13. Distribuição dos alertas de nível Muito alto enviados e a sua distribuição temporal

O Gráfico 14 a seguir ilustra os vinte municípios que mais receberam alertas, contabilizando alertas hidrológicos e de movimento de massa. Os municípios de São Paulo e Petrópolis contabilizaram o maior número de alertas enviados para a tipologia de risco hidrológico em relação a movimento de massa, o município de Angra dos Reis foi o que recebeu mais alertas em 2018.

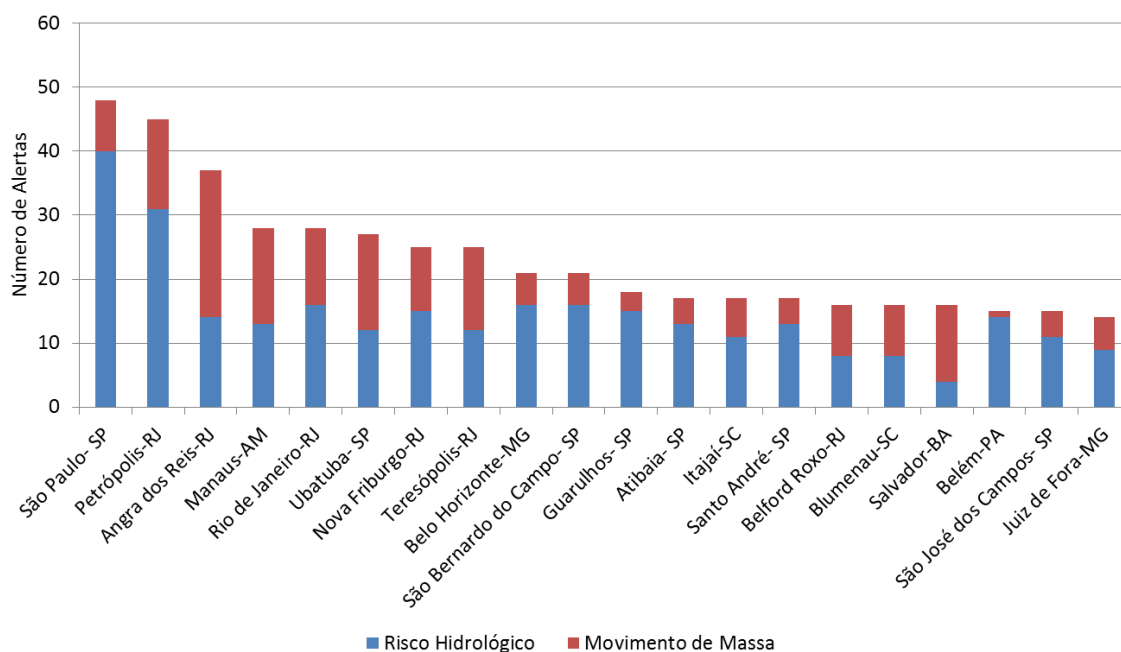


Gráfico 14. Ranking dos 20 municípios com maior número de alertas emitidos, segundo tipologia

3.3 Aspectos meteorológicos do ano de 2018

Neste capítulo, são mostradas a precipitação e sua anomalia para o ano de 2018 (Figura 14) de acordo com os trimestres de janeiro-fevereiro-março (JFM), abril-maio-junho (AMJ), julho-agosto-setembro (JAS) e outubro-novembro-dezembro (OND) (Figura 15) utilizando MERGE (Rozante et al., 2010)⁶. Este produto é gerado a partir da combinação entre os dados de precipitação observados e o produto estimado do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission). Os dados observados são provenientes do INMET, FUNCEME e Centros Regionais de Meteorologia. Para o cálculo da anomalia de chuva é utilizada uma média do período entre 1998 a 2017.

Climatologicamente, as regiões do país apresentam uma distribuição sazonal de precipitação, exceto a Região Sul, onde a precipitação é bem distribuída ao longo do ano. No Sul, os principais sistemas meteorológicos causadores das chuvas são frentes frias, sistemas convectivos de mesoescala, linhas de instabilidade, ciclones subtropicais e extratropicais. Segundo os dados do MERGE, no ano de 2018, a chuva

⁶ ROZANTE, J. R.; MOREIRA, D. S.; de GONÇALVES, L. G. G.; VILA, D. A. (2010). *Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation over South America, Weather and Forecasting*, 25(3), 885-894. Retrieved May 10, 2021, from https://journals.ametsoc.org/view/journals/wefo/25/3/2010waf2222325_1.xml

ficou abaixo da média em grande parte dos estados da Região Sul (Figura 18). O trimestre com anomalia de chuva negativa foi abril, maio e junho (Figura 19 b). Nos demais meses do ano, há uma variação entre anomalias positivas e negativas de chuva em diferentes áreas da região. As principais anomalias positivas de precipitação foram no leste do Rio Grande do Sul, nos meses de julho, agosto e setembro (Figura 19 c) e no setor oeste da região em janeiro, fevereiro e março (Figura 19 a). Nos meses de janeiro e março (figura não mostrada), especificamente, as chuvas ficaram acima da normal climatológica em grande parte da Região Sul.

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, complexos convectivos de mesoescala e instabilidades causadas basicamente por fatores termodinâmicos. O ano de 2018 foi caracterizado por anomalias positivas de chuva em quase toda a região, exceto no estado de São Paulo (Figura 18). Segundo os dados do MERGE para os quatro trimestres do ano (Figura 18), observa-se que as anomalias positivas de chuva ocorreram nos meses climatologicamente mais chuvosos, principalmente no leste de São Paulo, no sul do Rio de Janeiro, e em grande parte de Minas Gerais e do Espírito Santo.

O Centro-Oeste apresenta uma distribuição anual da precipitação semelhante ao Sudeste e, nos meses de verão, também sofre influência da ZCAS, além de linhas de instabilidade e complexos convectivos. O ano climatológico foi com chuva abaixo da média no norte do Mato Grosso do Sul, leste do Mato Grosso e oeste de Goiás. As chuvas acima da climatologia ocorreram, principalmente, nos meses de primavera e verão em grande parte da região.

A Região Norte apresenta três registros máximos de chuva, um deles em abril-maio-junho no norte da região; 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. Os principais sistemas meteorológicos atuantes no Norte são as linhas de instabilidade, sistemas convectivos, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e ZCAS. No ano de 2018, as anomalias positivas de chuva

acompanharam o regime de precipitação climatológico no sul e norte, ou seja, a chuva ficou acima da normal no trimestre de JFM no sudeste do Amazonas e no centro-sul do Pará e, em AMJ, no extremo norte da região.

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 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. No ano de 2018, o litoral sul da Bahia apresentou anomalia positiva de chuva, segundo os dados do MERGE, enquanto que as demais áreas litorâneas apresentaram precipitação abaixo da normal climatológica. O trimestre de JFM foi mais chuvoso no litoral de Alagoas ao Rio Grande do Norte. Em OND, a chuva ficou acima da média em grande parte do Maranhão, Piauí, Ceará e Bahia.

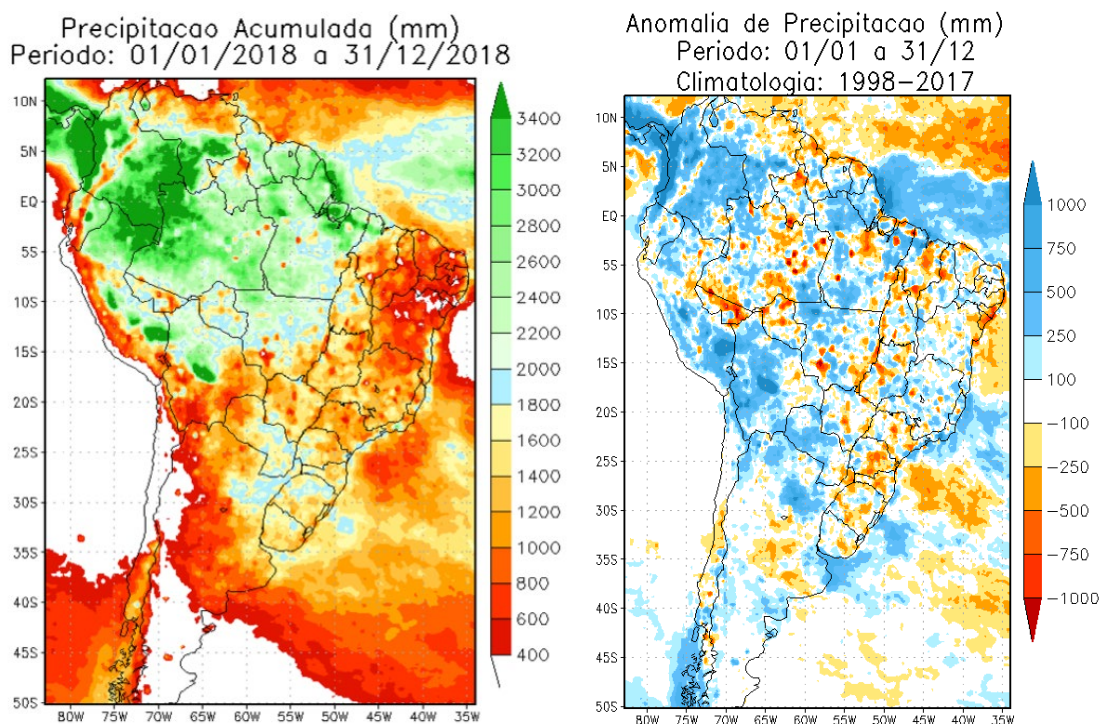
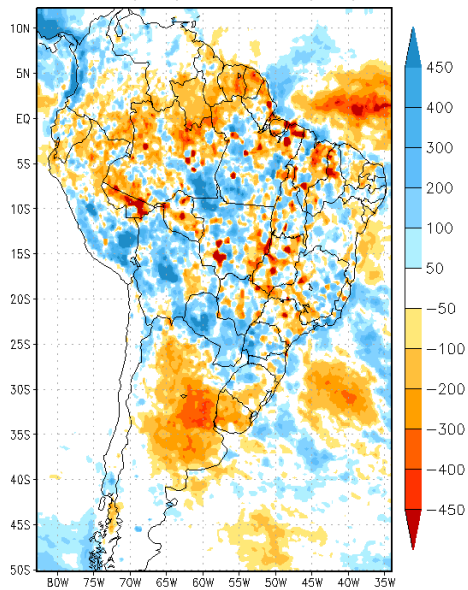


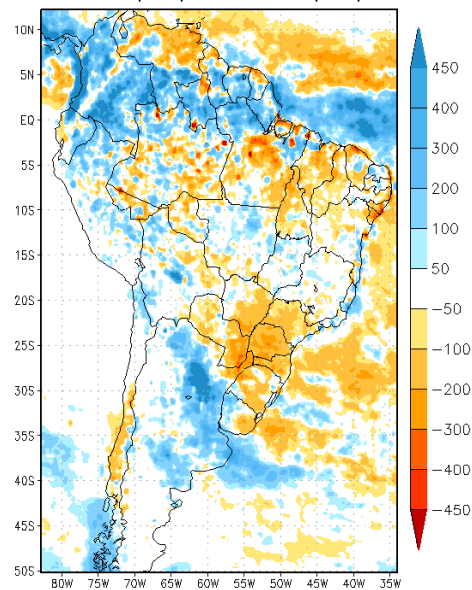
Figura 18. Precipitação acumulada e anomalia de precipitação para o ano de 2018. Fonte: Cemaden/Dados Merge

Anomalia de Precipitacao (mm)
Período: 01/01/2018 a 31/03/2018



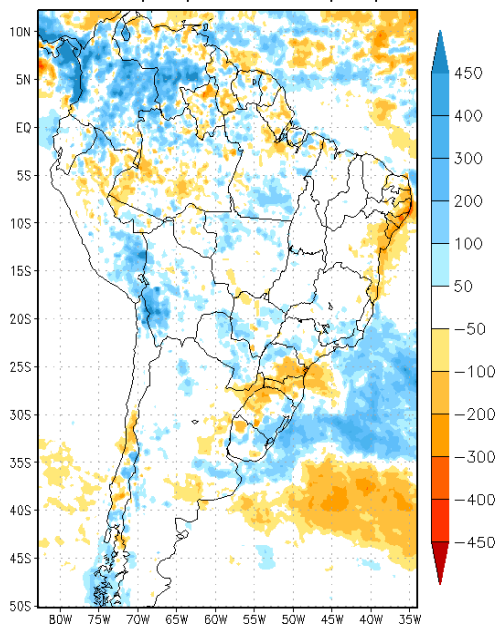
(a)

Anomalia de Precipitacao (mm)
Período: 01/04/2018 a 30/06/2018



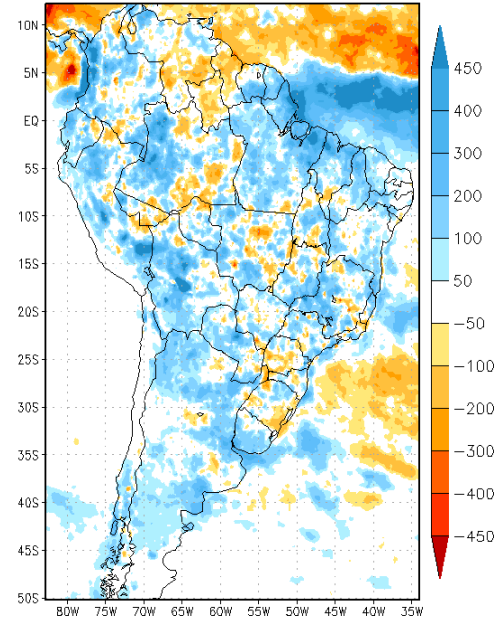
(b)

Anomalia de Precipitacao (mm)
Período: 01/07/2018 a 30/09/2018



(c)

Anomalia de Precipitacao (mm)
Período: 01/10/2018 a 31/12/2018



(d)

Figura 19. Anomalia trimestral de precipitação para o ano de 2018: (a) Janeiro-Fevereiro-Março, (b) Abril-Maio-Junho, (c) Julho-Agosto-Setembro e (d) Outubro-Novembro-Dezembro. Fonte: Cemaden/Dados Merge

A Figura 20 apresenta o Índice de Precipitação Padronizada (SPI) mensal, proveniente do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). O objetivo do SPI é associar um valor numérico único à variável precipitação, que possa ser comparado entre regiões e períodos do ano de climas bastante diferenciados. Os valores positivos

indicam excesso de chuva e os negativos mostram condições associadas a secas. Portanto, através dessas figuras, é possível verificar os meses mais secos e mais úmidos durante o ano de 2018.

Os meses em que foram observadas áreas extremamente úmidas (valores de SPI acima de + 2) na Figura 20, por região do país, são descritos abaixo:

- Região Norte: fevereiro (sul do Amazonas, sudeste do Pará e leste do Acre), abril (sul do Amapá e de Roraima), junho (nordeste do Amazonas), novembro e dezembro (oeste do Amazonas);
- Região Nordeste: fevereiro (norte do Maranhão), junho (leste de Pernambuco, Paraíba e Alagoas), agosto (oeste da Bahia e sul do Piauí), novembro (sul e oeste da Bahia) e dezembro (norte do Ceará);
- Região Centro-Oeste: outubro (sul de Mato Grosso do Sul), novembro (centro-leste de Mato Grosso, sul de Mato Grosso do Sul e Goiás);
- Região Sudeste: fevereiro (nordeste de Minas Gerais), agosto (faixa central de Minas Gerais), outubro (setor sul de Minas Gerais), novembro (grande parte de Minas Gerais, Espírito Santo, nordeste de São Paulo);
- Região Sul: março (centro de Santa Catarina e sul do Paraná), junho (sudeste de Santa Catarina), outubro (leste de Santa Catarina) e novembro (centro e oeste do Rio Grande do Sul).

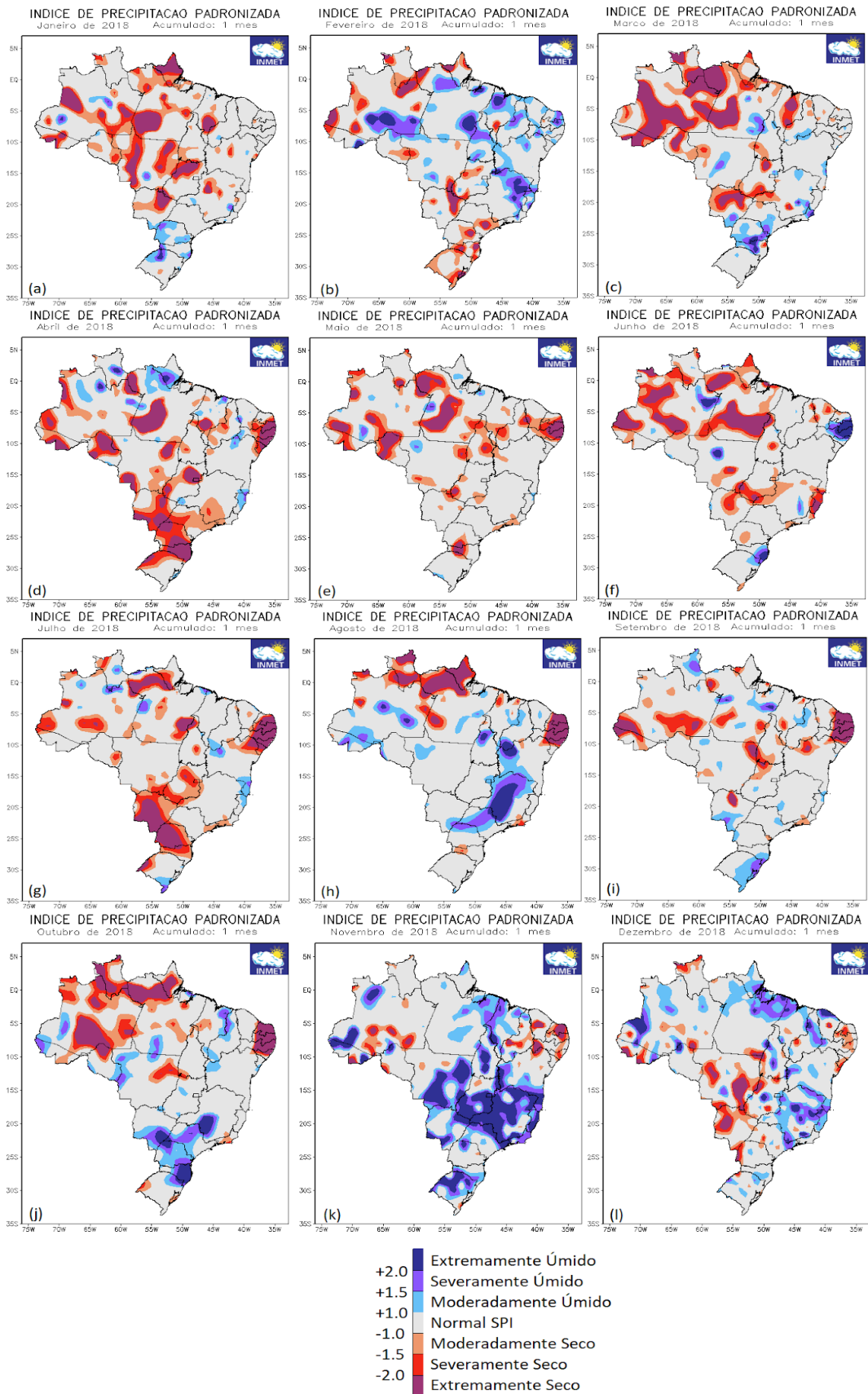


Figura 20. Índice de Precipitação Padronizada (SPI) mensal: (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro (l) e dezembro.

Fonte: INMET

4. EVENTOS REGISTRADOS EM 2018

Com base no banco de dados do Cemaden, denominado Registros de Eventos de Inundação e Deslizamento do Cemaden – Reindesc, foi elaborada a distribuição de eventos geo-hidrológicos registrados em municípios brasileiros monitorados pelo centro. A metodologia e os critérios considerados para os registros no Reindesc estão descritos no capítulo 2 deste Anuário.

No ano de 2018, foram registrados 343 eventos hidrológicos e 258 eventos de movimentos de massa em municípios monitorados pelo Cemaden. Esses eventos ocorreram em 263 municípios dispersos em todo o país e correspondem a pouco mais de 1/4 dos municípios monitorados pelo Cemaden.

4.1 Análise dos sistemas meteorológicos atuantes nos eventos registrados

Os eventos registrados junto ao Reindesc foram atribuídos ao sistema meteorológico atuante no momento do evento. De acordo com o Gráfico 15, 36% (218) dos eventos estão relacionados a sistemas convectivos, que são sistemas que se formam rapidamente e podem durar minutos ou horas e geralmente estão associados a chuvas intensas e pontuais. Esses sistemas são observados em qualquer época do ano.

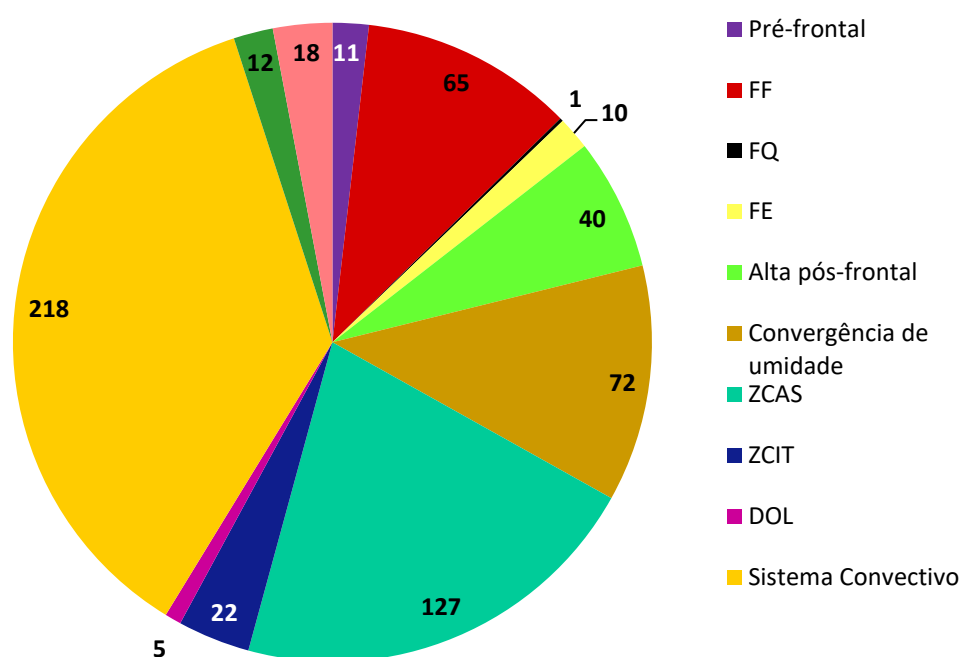


Gráfico 15. Número de eventos por sistema meteorológico deflagrador da chuva no ano de 2018

A ZCAS foi responsável por cerca de 21% dos eventos analisados (127). Esse sistema ocorre principalmente entre outubro e março, tem uma permanência de 3 ou mais dias e abrange um número relativamente alto de municípios, devido a sua extensão (sistema meteorológico de grande escala). A frequência com que esse evento ocorre é menor em relação aos sistemas convectivos. Em 2018, o número de episódios de ZCAS relacionadas a ocorrências foi de 7 eventos, distribuídos nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro. 13% das ocorrências analisadas (76) foram associadas a sistemas frontais (Frentes Frias (FF), Frentes Quentes (FQ) e Frentes Estacionárias (FE)) de um total de 22 que ocorreram em 2018. Alguns eventos (12% ou 72 casos) foram associados à convergência de umidade em grande escala.

Dos 601 eventos analisados, 73 (12%) foram de médio e grande porte. De acordo com o Gráfico 16, os sistemas convectivos foram os principais responsáveis (37% - 27) pelos acumulados pluviométricos registrados durante os eventos analisados. A ZCAS foi um dos sistemas meteorológicos que contribuiu para boa parte desses eventos (18% - 13), juntamente com a convergência de umidade em grande escala que atuou em 21% (15) dos casos relatados. Em relação aos eventos com ocorrências de médio e grande porte, a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), que é a principal fonte de precipitação nos trópicos, destacou-se com um percentual de 12% dos casos (9).

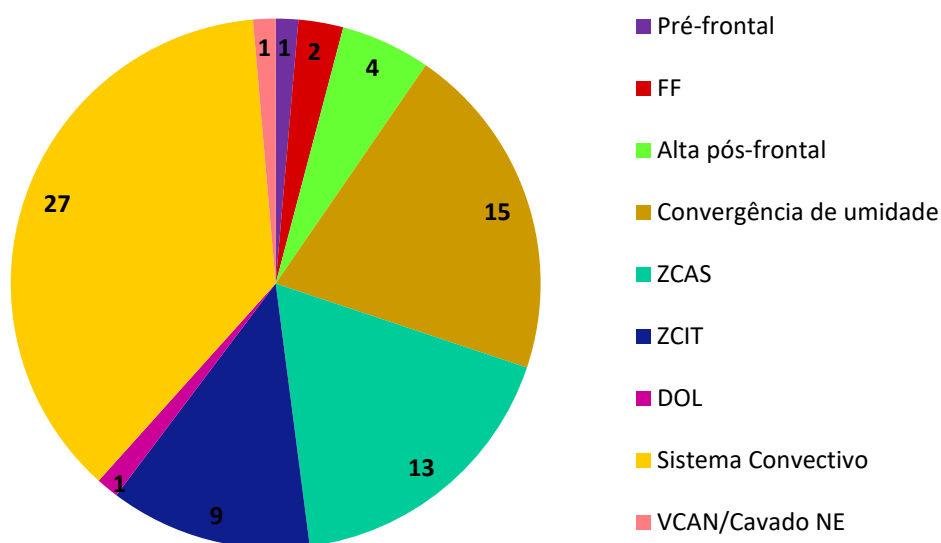


Gráfico 16. Número de eventos por sistema meteorológico para eventos de médio e grande porte no ano de 2018

O Gráfico 17 mostra que grande parte dos eventos foram registrados no verão e na primavera. A maior parte está associada à atuação de sistemas convectivos, que embora sejam observados ao longo de todo o ano, são mais frequentes no verão. Em relação às ocorrências relacionadas à atuação da ZCAS, ocorrem preferencialmente no período de primavera e verão.

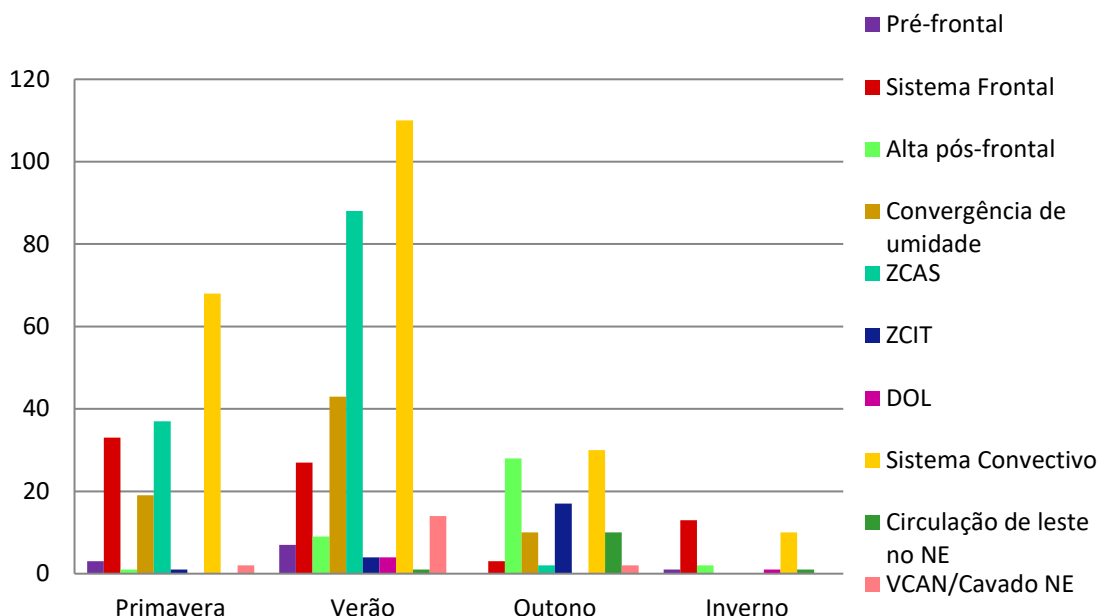


Gráfico 17. Distribuição do número de eventos por sistema meteorológico e estações do ano no ano de 2018

4.2 Distribuição dos eventos por região

Os principais fatores responsáveis pela ocorrência de eventos geo-hidrológicos são as características meteorológicas e fisiográficas regionais e locais predisponentes (relevo, tipo de solo, declividade, cobertura vegetal). Além disso, a distribuição de eventos por região é reflexo da quantidade de áreas de risco e de sua ocupação (domicílios e pessoas). Outro fator a se considerar é que os eventos registrados se referem apenas aos municípios monitorados pelo Cemaden.

Assumindo que a precipitação é um dos principais agentes deflagradores dos movimentos de massa e das inundações, as características climatológicas regionais típicas são primordiais para a compreensão da distribuição dos eventos, como nos casos das Regiões Nordeste, historicamente mais seca no interior e, Sul, com histórico de tormentas e eventos meteorológicos extremos.

O Gráfico 18 ilustra o número de eventos por sistema meteorológico nas regiões do país no ano de 2018.

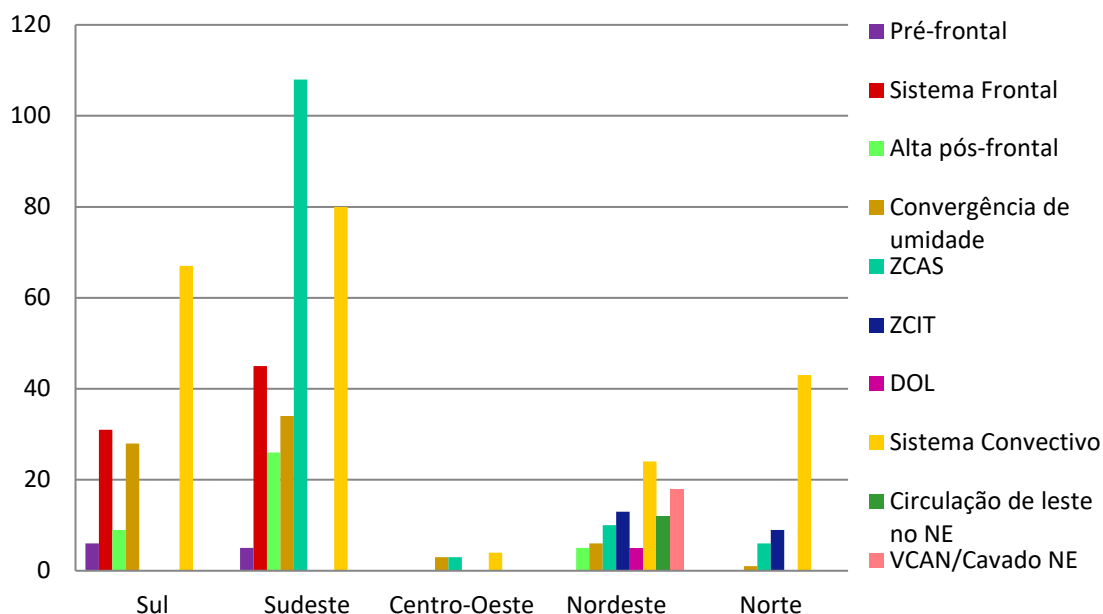


Gráfico 18. Distribuição do número de eventos por sistema meteorológico e região do Brasil no ano de 2018

De acordo com o Gráfico 18, na Região Sul os sistemas frontais, convergência de umidade e sistemas convectivos foram os principais sistemas meteorológicos associados a 67 eventos geo-hidrológicos na região em 2018.

Os sistemas convectivos são responsáveis pela maior parte (36%) dos casos estudados, porém, na Região Sudeste, a ZCAS é o principal sistema meteorológico deflagrador de deslizamentos, inundações, enxurradas e alagamentos. Dos 298 eventos registrados no Sudeste, 108 estão associadas a episódios de ZCAS. Além da ZCAS, grande parte do volume de precipitação provém dos sistemas convectivos de mesoescala, que foram responsáveis por 80 eventos.

Na Região Norte, com 59 eventos, há o predomínio de atuação dos sistemas convectivos na deflagração de tais ocorrências. Já na Região Centro-Oeste, com número de menor de eventos registrados (apenas 10 casos), há um equilíbrio na distribuição da associação entre os sistemas convectivos, ZCAS e convergência de umidade em grande escala, que são os principais sistemas meteorológicos atuantes.

Na Região Nordeste, grande parte dos eventos foram associadas à atuação de sistemas convectivos (24 casos), porém, em geral, 38% dos casos estão associados a

sistemas característicos do Nordeste, ou seja, aos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), aos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) e à circulação de leste.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é um sistema meteorológico que atua somente nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo assim, das 22 ocorrências relacionadas a ZCIT, 13 ocorreram no Nordeste e apenas 9 na Região Norte. Além da ZCIT, os sistemas convectivos atuam frequentemente sobre a Região Norte, sendo responsáveis por 43 das 59 ocorrências que atingiram essa região.

Observando o Gráfico 19, no qual é considerada apenas a distribuição dos eventos, sem identificar o sistema meteorológico atuante, nota-se que as regiões Sudeste, Sul e Nordeste são as que apresentaram o maior número de eventos geo-hidrológicos no período analisado. Tais regiões são as que possuem a maior concentração populacional em áreas de risco mapeadas (ASSIS DIAS et. al., 2018). No Centro-oeste e Norte, observa-se menor número de eventos registrados. Estas duas regiões apresentam menor número de municípios monitorados pelo Cemaden, assim como, menor número de pessoas expostas a riscos geo-hidrológicos.

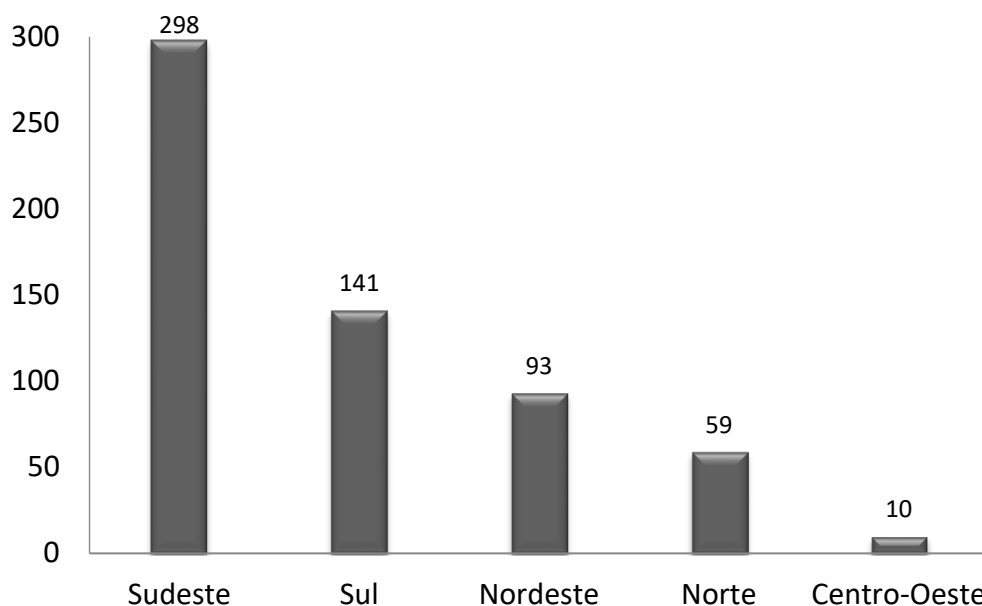


Gráfico 19. Distribuição dos eventos geo-hidrológicos registrados nos municípios monitorados por região do Brasil no ano de 2018

A Região Sudeste apresentou o maior número de eventos (298) no ano de 2018. Além das características meteorológicas e fisiográficas predisponentes, a maior

quantidade de áreas de risco e de pessoas e domicílios expostos também são fatores determinantes na deflagração de deslizamentos e inundações.

A Região Sul apresentou o segundo maior número de registros de eventos (141). Possui o segundo maior número de áreas de risco, porém, uma menor quantidade de domicílios e pessoas expostas ao risco em comparação ao Nordeste. Além disso, o maior número de eventos no Sul pode ser justificado pelo regime climático-meteorológico, caracterizado pela maior frequência de eventos extremos, que resulta em maior ocorrência de inundações e deslizamentos em relação ao Nordeste.

A Região Nordeste tem a segunda maior população e domicílios em risco. Contudo, possui o terceiro maior número de registro de eventos (93) e também o terceiro maior número de áreas de risco. O clima árido de parte desta região e a estação chuvosa restrita a alguns meses do ano fazem com que a chuva, o principal agente deflagrador de eventos, ocorra em um período reduzido, resultando em menor número de eventos.

Na Região Norte, ocorreram 59 eventos, predominantemente de origem hidrológica, o que está relacionado às características da região constituída por grandes cursos d'água em extensas planícies de relevo predominantemente plano. O Norte ocupa o quarto lugar também em termos de áreas de risco, população e domicílios expostos.

No Centro-Oeste, houve registro de apenas 10 eventos, predominando aqueles de origem hidrológica. Comparativamente, esta região apresenta o menor número de áreas de risco e de população e domicílios expostos. Além disso, o seu relevo é bastante plano, o que não favorece a ocorrência de processos geodinâmicos.

Destaca-se que esta comparação entre eventos, áreas de risco e população exposta serve 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.

A seguir serão apresentados os registros dos eventos hidrológicos e de movimento de massa das regiões brasileiras.

4.2.1 Registros de eventos hidrológicos nas Bacias Hidrográficas

Região Centro-Oeste

No estado de Goiás, são 8 municípios monitorados, e ocorreu uma enxurrada de médio porte em Ceres, situada na área de abrangência do Comitê de Bacia do Rio das Almas e afluentes Goianos do Rio Maranhão. No estado de Mato Grosso do Sul, são 6 municípios monitorados. Entretanto, houve um caso de inundação/enxurrada no município de Campo Grande na sub-bacia do Rio Pardo e dois casos (enxurrada e inundação) no município de Corumbá, na sub-bacia do rio Taquari, sendo que todos de pequeno porte. No estado de Mato Grosso, ocorreram 5 registros em 3 dos 14 municípios monitorados. Nota-se que houve o mesmo número de registros (44%) e a mesma distribuição de inundação e enxurrada nas Bacias dos rios Juruena-Arinos e Teles Pires, todos de pequeno porte. Entretanto, houve alagamentos de médio porte em Santo Antônio do Leverger na Bacia do rio Cuiabá (Gráfico 20).

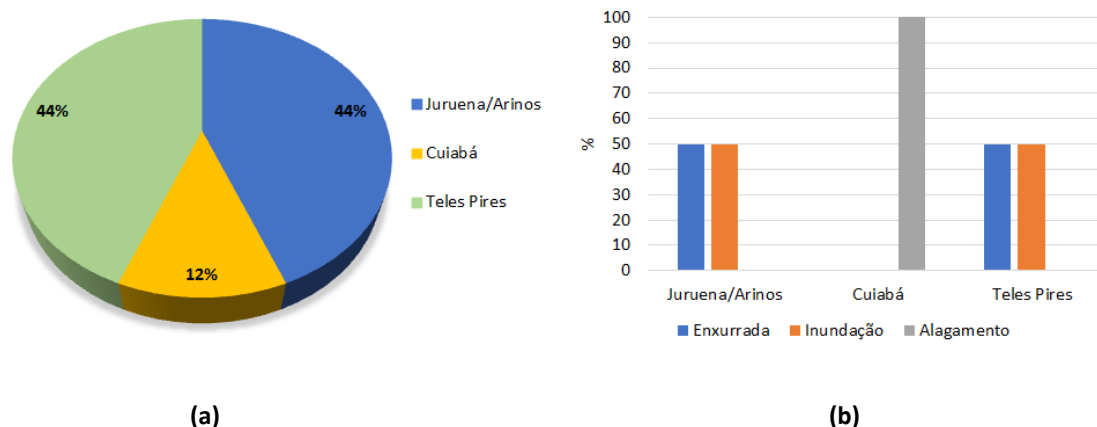


Gráfico 20. Distribuição das percentagens (a) dos registros dos eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nas Sub-Bacias da Bacia Hidrográfica do Amazonas no estado do Mato Grosso

A Figura 21 ilustra as bacias hidrográficas da Região Centro-Oeste em que foram observados eventos hidrológicos nos municípios monitorados pelo Cemaden no ano de 2018.

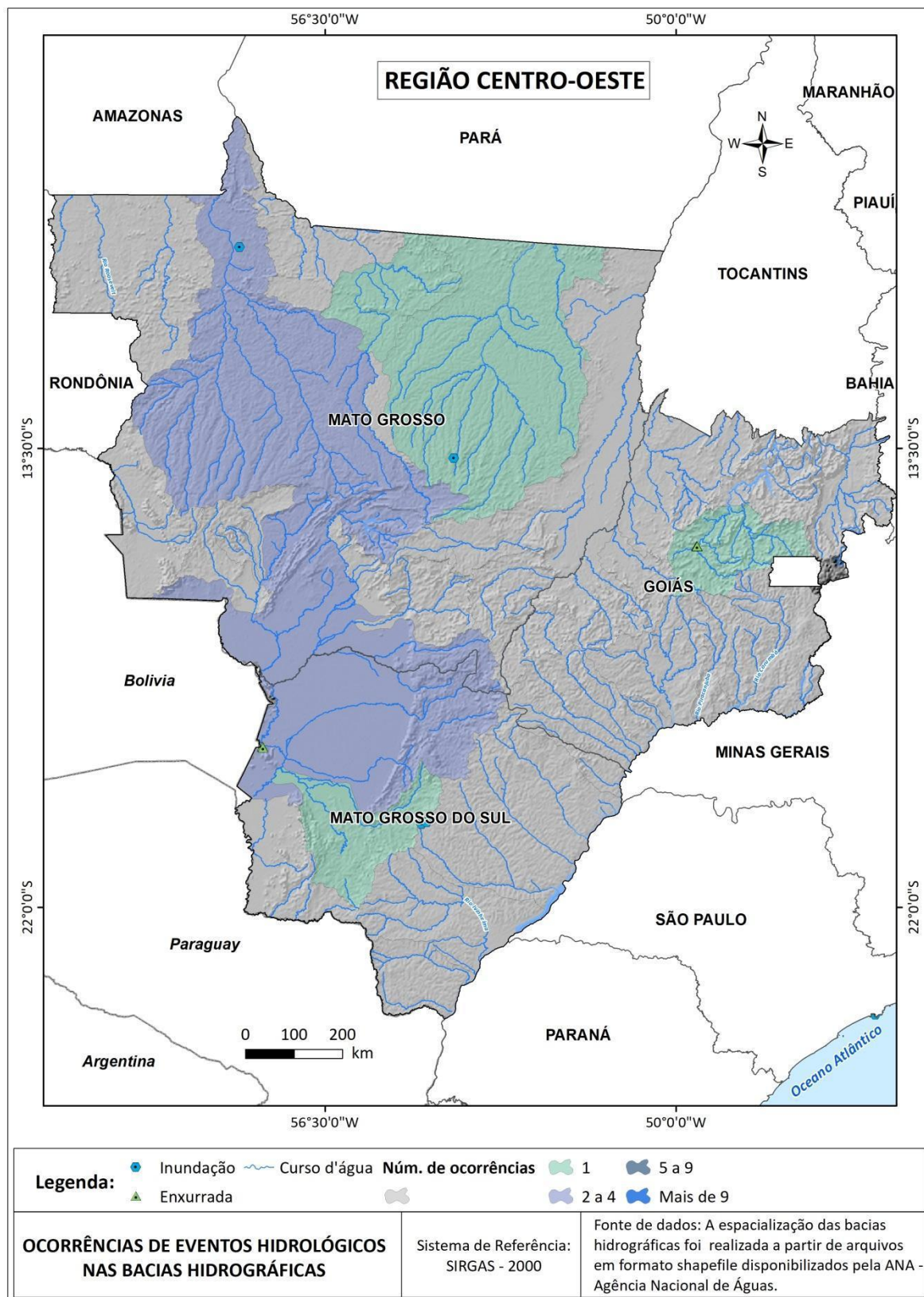
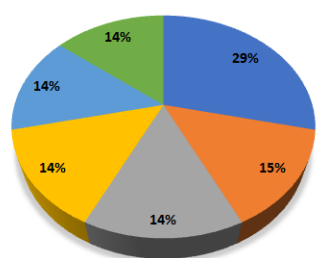


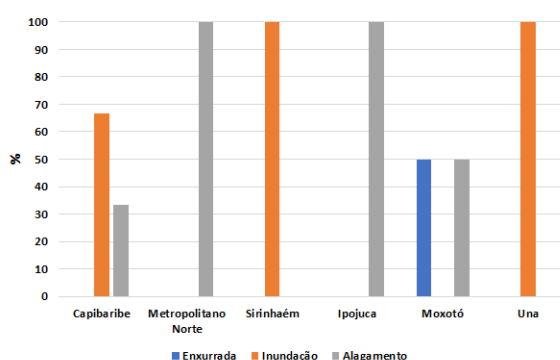
Figura 21. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Centro- Oeste

Região Nordeste

No estado de Pernambuco, houve 7 registros em 7 dos 65 municípios monitorados. Nota-se que 29% destes eventos ocorreram no Comitê de Bacia Hidrológica do rio Capibaribe, mais precisamente no município de Recife (Gráfico 21a). O evento predominante foi inundação (67%). No Gráfico 21b, está apresentada a distribuição dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nos Comitês de Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Todas as ocorrências registradas foram de pequeno porte. Nos CBH Metropolitano Norte e Ipojuca, os eventos ocorridos foram os alagamentos, enquanto nos CNH do Sirinhaém e do Una foi inundação. No CBH Capibaribe, o evento predominante foi a inundação (67%) e o alagamento (33%) devido a problemas de drenagem em ruas e avenidas do município.



(a)



(b)

Gráfico 21. Distribuição das porcentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos por Comitês de Bacia Hidrológica e (b) tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de Pernambuco

No estado da Paraíba, são monitorados 14 municípios, tendo 3 registros todos situados na Bacia do Rio Paraíba, ocorridos nos municípios de João Pessoa e Campina Grande. Ambos os municípios possuem grande densidade demográfica. Pelo Gráfico 22, nota-se que o principal tipo de evento foi o alagamento (60% das ocorrências), devido à insuficiência do sistema de drenagem urbana tão comum nos grandes centros urbanos.

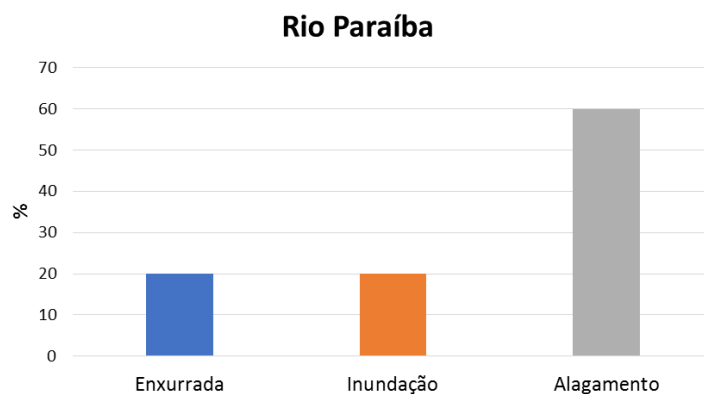


Gráfico 22. Distribuição das percentagens dos tipos de eventos hidrológicos no Comitê de Bacia Hidrográfica Paraíba do estado de Paraíba

No estado de Alagoas, são 23 municípios monitorados, havendo 1 registro de inundação de pequeno porte na cidade de Maceió, pertencente ao CBH do Pratagi.

No estado da Bahia, houve 8 registros em 6 municípios dos 46 municípios monitorados. Os CBH com mais ocorrências foram Leste e Recôncavo Norte e Inhambupe, e Itapicuru, perfazendo 75% das ocorrências (Gráfico 23). O evento mais recorrente foi a inundação, principalmente nos CBH de Paraguaçu e Itapicuru. No CBH Leste, ocorreram 100 % de inundação. Todos os riscos hidrológicos foram de pequeno porte, com exceção à inundação ocorrida em Itabuna, no CBH Região Leste, no dia 12 de abril de 2018.

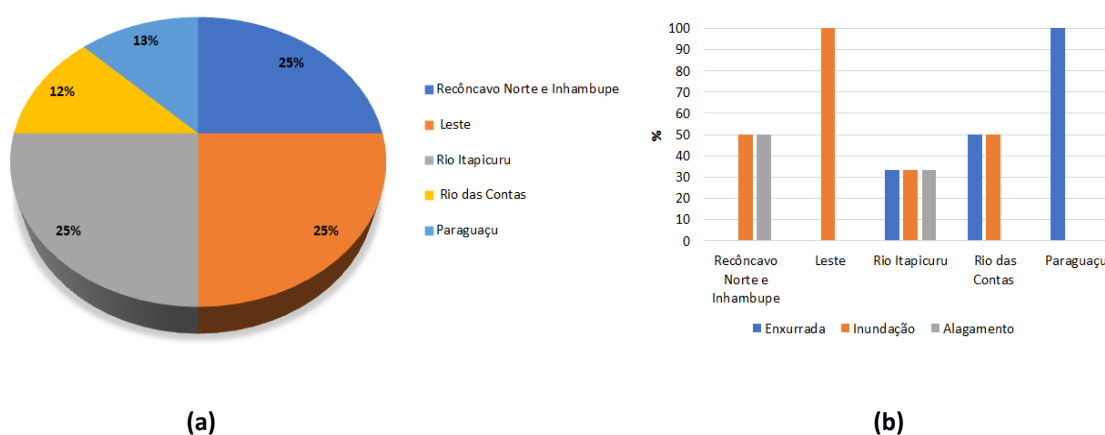


Gráfico 23. Distribuição das percentagens (a) dos eventos hidrológicos por Comitês de Bacia Hidrológica e (b) dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado da Bahia

No ano de 2018, não houve nenhuma ocorrência registrada no estado de Sergipe.

No estado do Rio Grande do Norte, houve 2 registros de eventos hidrológicos em 2 dos 27 municípios monitorados. Houve uma enxurrada de médio porte no dia sete de julho de 2018 em Touros, inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Boqueirão, e o outro de pequeno porte em Apodi situada na Bacia Hidrográficas do rio Apodi-Mossoró.

No estado do Ceará, houve 5 registros de eventos hidrológicos em 3 municípios dos 40 municípios monitorados. O Gráfico 24 (a) mostra a distribuição dos eventos por Comitê de Bacia Hidrográfica. Nota-se que ocorreram 60 % dos eventos, destes 60 % de alagamento, em Fortaleza, que está situado na Bacia da Região Metropolitana de Fortaleza (Gráfico 24b). O alagamento ocorrido no CBH do rio Banabuiú, foi a única ocorrência de médio porte, enquanto os outros eventos foram de pequeno porte. Nota-se que o evento principal no estado é de alagamento em todos os três CBH.

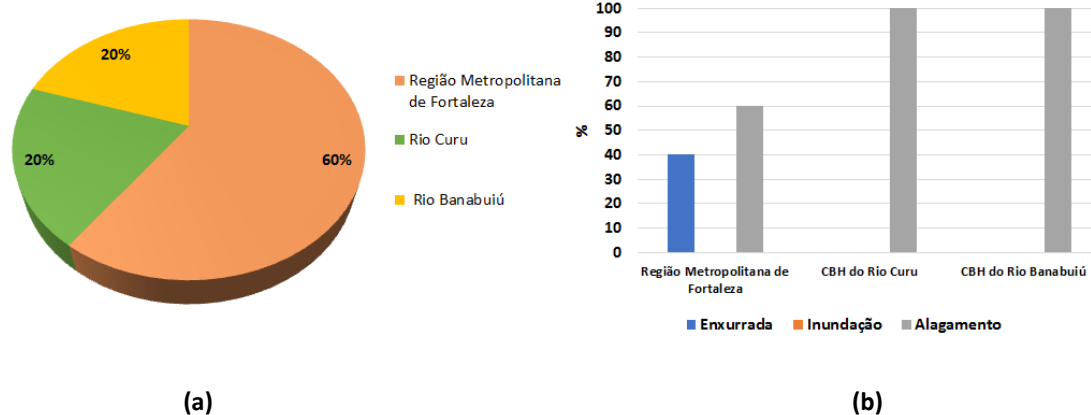


Gráfico 24. Distribuição da porcentagem (a) dos registros dos eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacia Hidrológica do estado do Ceará

Foram constatados 17 registros, em 16 municípios dos 83 municípios monitorados, distribuídos em 4 Bacias Hidrográficas no Maranhão. Na Bacia Hidrográfica do rio Mearim, aconteceram 45% dos eventos hidrológicos (Gráfico 25a), sendo a inundação o evento de maior incidência, representando 56% (Gráfico 25b). Metade das inundações apresentaram magnitude de médio porte e o restante de pequeno porte. Na Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru, ocorreram 25% dos eventos hidrológicos do estado, sendo 100% inundação, todas de pequeno porte. Na Bacia

Hidrográfica dos rios Parnaíba, os eventos reportados foram na maioria de alagamento sendo um de médio porte ocorrido na Bacia Hidrográfica da Parnaíba. São Luiz está situada na Bacia do Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses e apresentou 67 % dos eventos de enxurrada, sendo todos os eventos de pequeno porte.

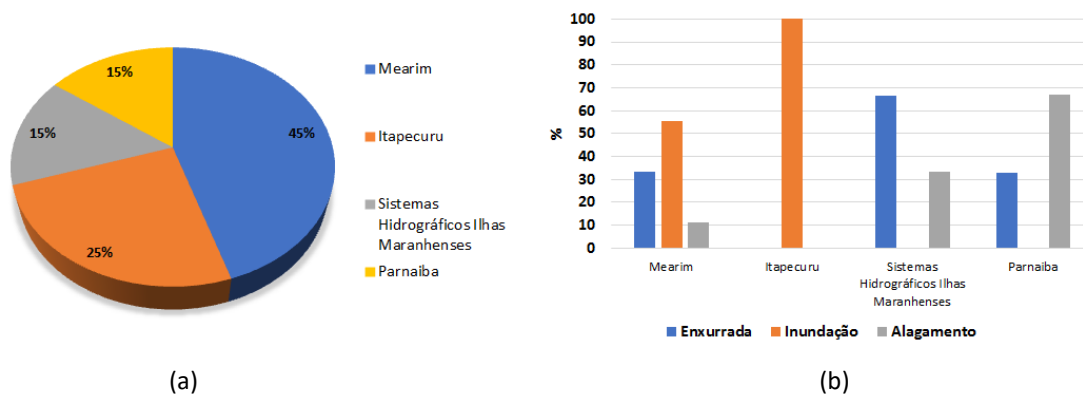


Gráfico 25. Distribuição das percentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nas Bacias Hidrográficas do Maranhão

No estado do Piauí, 24 municípios são monitorados. Houve 9 registros em 6 municípios monitorados, sendo 56 % ocorridos na Região Hidrográfica Médio Parnaíba/Rio Longá, todas na bacia do rio Longá, segundo o Gráfico 26 (a). Todos os eventos reportados foram de pequeno porte, com exceção ao evento de médio porte ocorrido no dia 10 de abril de 2018 em Luzilândia, situada na Bacia Hidrográfica do Baixo Parnaíba/Rio Longá. Na capital Teresina, que se encontra na Bacia Hidrográfica do Médio Parnaíba/Poti, todos os eventos foram de pequeno porte. O evento que mais ocorreu no Piauí foi o de inundação, conforme mostrado pelo Gráfico 26b.

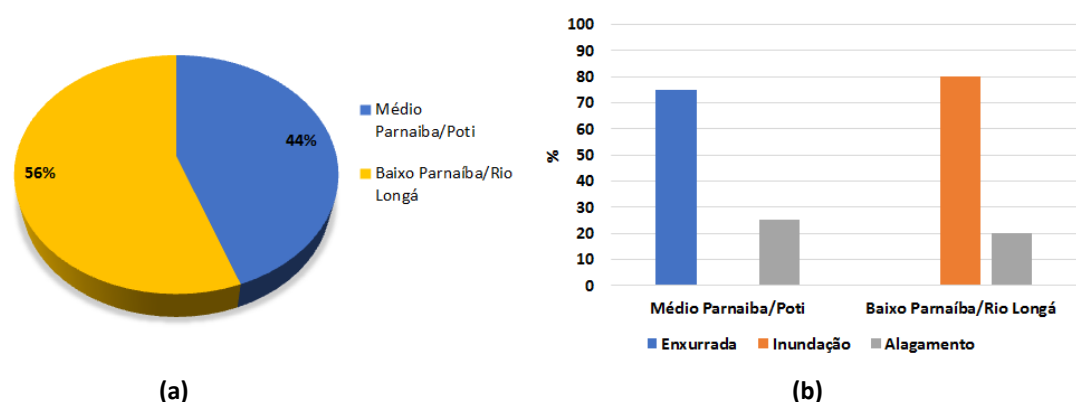


Gráfico 26. Distribuição das percentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nas Regiões Hidrográficas do Piauí

A Figura 22 ilustra as bacias hidrográficas da Região Nordeste em que foram observados eventos hidrológicos nos municípios monitorados pelo Cemaden no ano 2018.

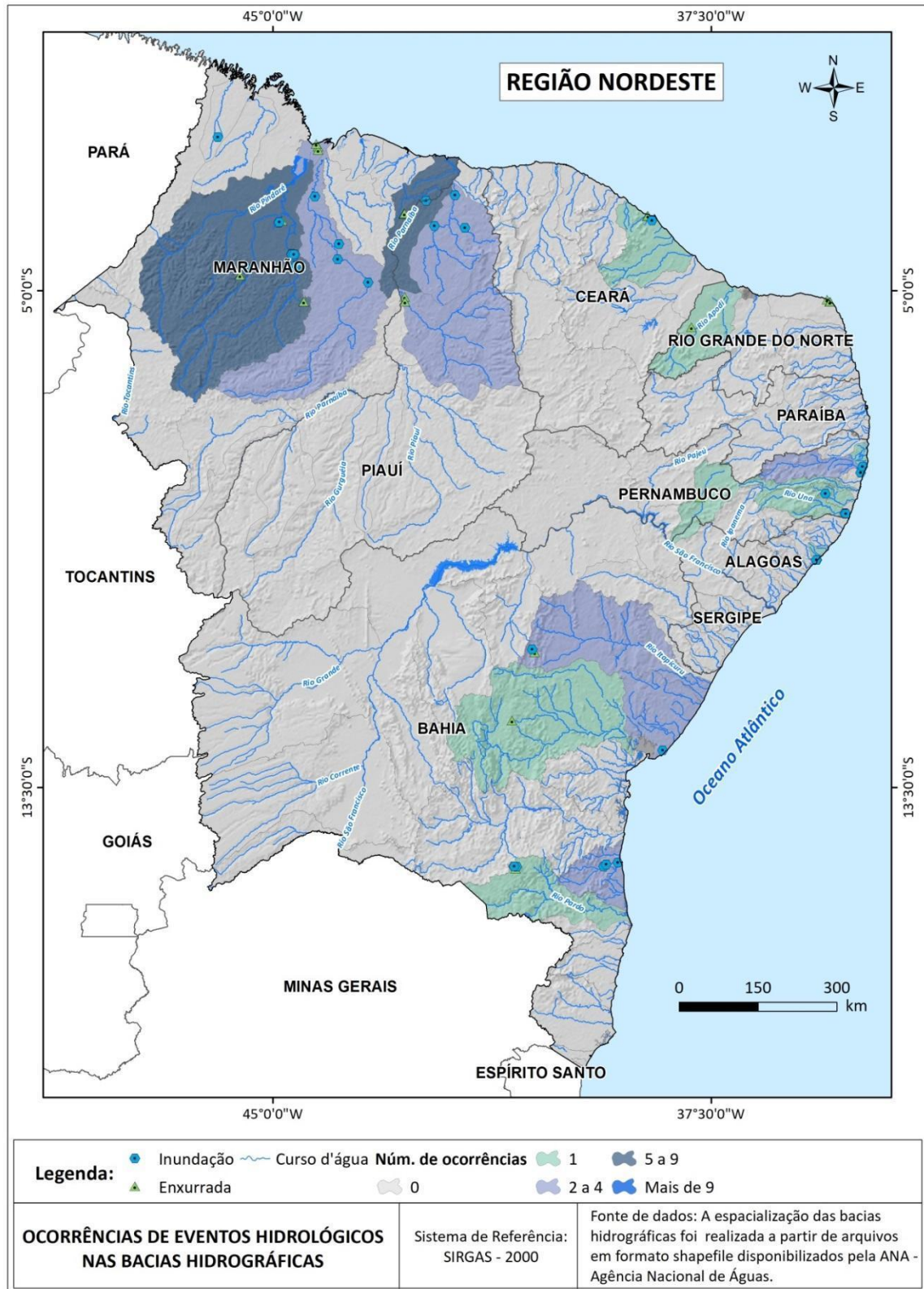


Figura 22. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Nordeste

Região Norte

No estado do Acre, o Cemaden monitora 6 municípios; em 2018, ocorreram 2 inundações, uma das quais de pequeno e outra de médio porte em Rio Branco, situado no Comitê de Bacia do rio Acre.

No estado do Amazonas, são 53 os municípios monitorados. Ocorreram 4 eventos de inundação em 2018, sendo 2 de médio porte na Bacia Hidrográfica do rio Madeira e um de pequeno porte na Bacia Hidrológica do Japurá. Em Manaus, houve um caso de alagamento, na Bacia Hidrográfica do rio Negro e uma inundação na Bacia do rio Japurá, ambos de pequeno porte.

No estado do Amapá, são 2 os municípios monitorados, tendo ocorrido dois casos de inundação de pequeno porte em Santana.

No estado do Pará, são monitorados 38 municípios pelo Cemaden, dos quais 14 municípios registraram 33 eventos hidrológicos, com 38% dos casos tendo ocorrido na região hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia e 27% na região do rio Tapajós, conforme Gráfico 27a. Na região hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia, o evento predominante foi o de inundação, sendo uma de grande porte no município Rio Maria, sete casos de médio porte e quatro casos de pequeno porte (Gráfico 27).

Na região hidrográfica da Costa Atlântica-Nordeste, os eventos predominantes foram inundações (43 %) e alagamentos (43 %), todos de pequeno porte. Na Bacia da Calha Norte, todos os eventos de alagamento e enxurrada são de pequeno porte. Na região hidrográfica do rio Tapajós, todos os eventos foram de enxurrada, de pequeno porte, exceto no dia 24 de março de 2018 em Santarém. Na região hidrográfica do rio Xingu, houve um evento de inundação em Altamira de médio porte.

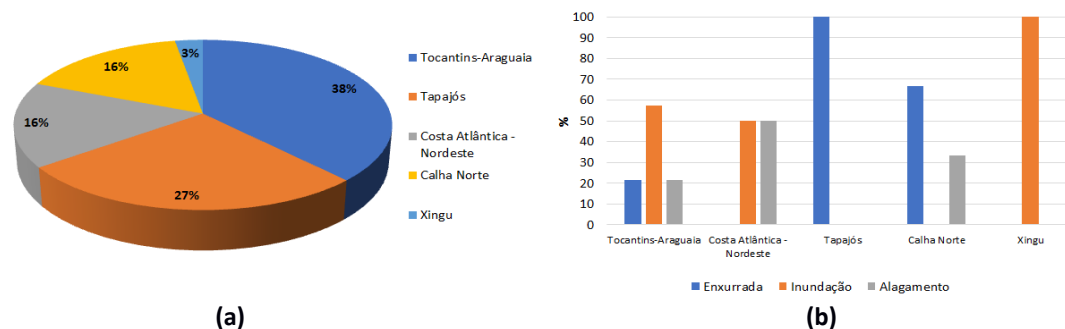


Gráfico 27. Distribuição das percentagens (a) dos registros de eventos hidrológicos e (b) dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos na Região Norte

No estado de Rondônia, 2 municípios são monitorados, e houve uma inundação de pequeno porte na Bacia Hidrográfica do Rio Madeira em Porto Velho. No estado de Roraima, são 3 municípios monitorados, e houve uma inundação de pequeno porte na Bacia Hidrográfica do rio Branco em Boa Vista. No estado de Tocantins, 9 municípios são monitorados. Em 2018, houve 2 eventos de inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins-Araguaia, ambas de pequenos porte.

No Gráfico 28, está apresentada a distribuição dos eventos hidrológicos ocorridos nas Regiões Hidrográficas do Tocantins, nos Comitês das Bacias do Rio Formoso do Araguaia, e do rio Lontra e Corda. Nota-se que o evento hidrológico que mais ocorreu é a inundação no estado.

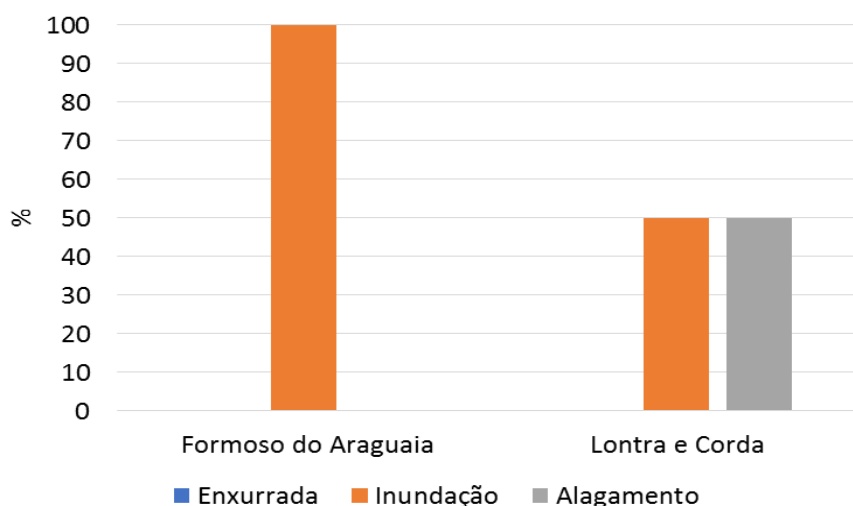


Gráfico 28. Distribuição da porcentagem dos eventos hidrológicos ocorridos nas Regiões Hidrográficas do estado do Tocantins

A Figura 23 ilustra as bacias hidrográficas da Região Norte em que foram observados eventos hidrológicos nos municípios monitorados pelo Cemaden no ano de 2018.

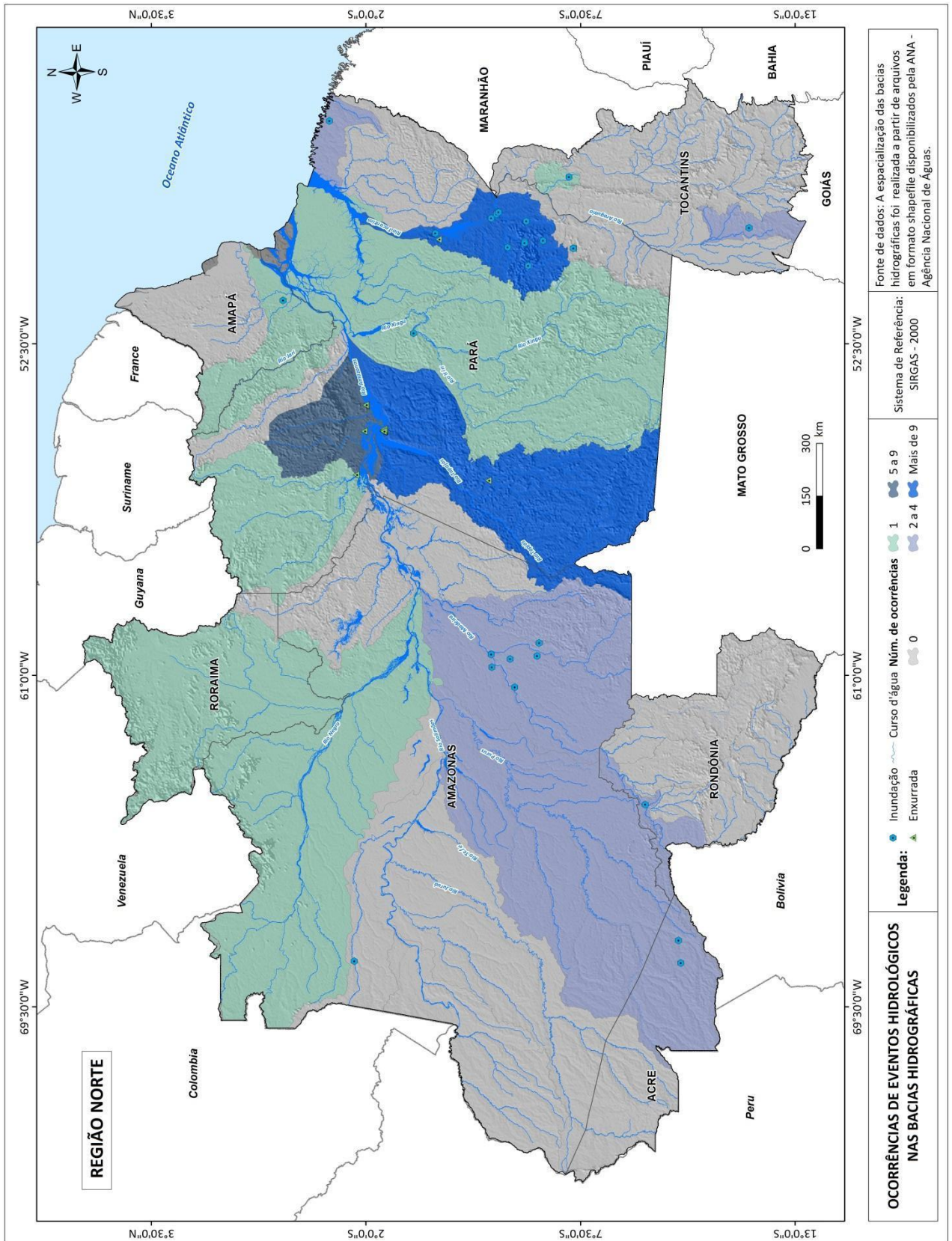


Figura 23. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na Região Norte

Região Sudeste

No estado do Espírito Santo, ocorreram eventos hidrológicos em 25 municípios dos 66 municípios monitorados. Foram 32 registros distribuídos pelos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), de acordo com o Gráfico 29. Observa-se que a maior porcentagem dos registros ocorreu nos CBH da Santa Maria da Vitória (37%), onde está localizada a capital do Estado, e do Rio Novo e do Benevente (ambos com 10% dos casos).

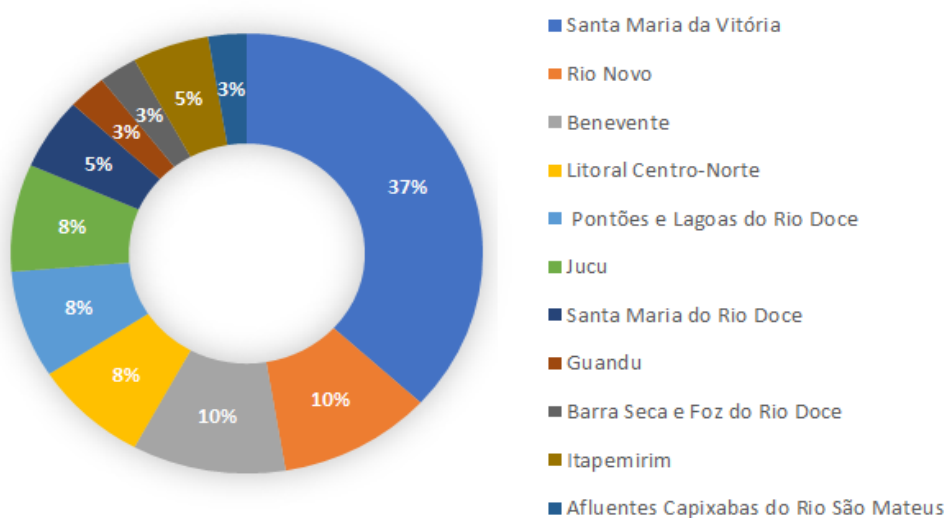


Gráfico 29. Distribuição dos eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas no estado do Espírito Santo

Analisando o Gráfico 30, nota-se que o tipo de evento hidrológico predominante é a inundação, principalmente nos CBH Guandu, Rio Novo e Barra Seca e Foz do Rio Doce.

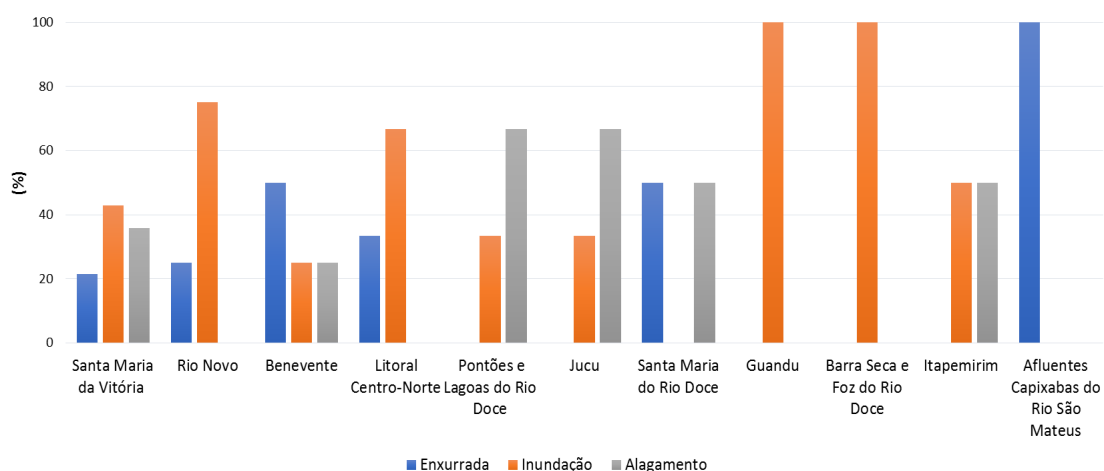


Gráfico 30. Distribuição da porcentagem dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado do Espírito Santo

No estado de São Paulo, houve 61 registros em 28 dos 97 municípios monitorados. Conforme ilustra o Gráfico 31 ocorreram 36% dos registros no CBH do Alto Tietê (AT) e 12 % no CBH do Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). Nestes CBH, estão situadas as cidades de São Paulo (56% dos casos da CBH-AT) e Campinas (62% dos casos da CBH-PCJ). Os principais eventos hidrológicos foram alagamentos em São Paulo e inundações e enxurradas em Campinas. Os CBH do Paraíba do Sul (PS) e do Mogi-Guaçu (MOGI) apresentaram os menores percentuais (4 %).

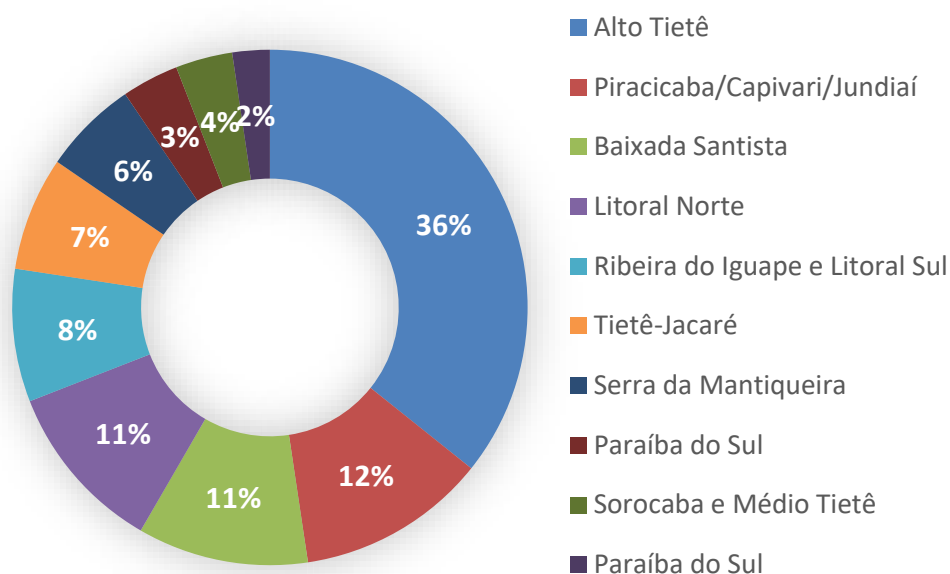


Gráfico 31. Distribuição dos eventos de riscos hidrológicos nos Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de São Paulo

O Gráfico 32 mostra a distribuição dos eventos hidrológicos por CBH do estado de São Paulo. No CBH do Alto Tietê (AT), todos os eventos ocorridos foram de pequeno porte. O evento predominante foi o alagamento (57%). Na cidade de São Paulo, houve 54% de eventos hidrológicos, sendo que 57 % alagamentos em vias, 17% enxurradas e 27% inundação (Gráfico 33a). Os alagamentos ocorreram, principalmente, devido às redes de drenagens subdimensionadas e ao lixo acumulado e não recolhido nas bocas de lobo da cidade. No CBH Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), todos os eventos hidrológicos foram de pequeno porte, com predominância de inundação e enxurrada (80 %). Em Campinas, ocorreram 62,5 % dos eventos, sendo a enxurrada o evento predominante com 43 % dos casos (Gráfico 33b). No CBH da Baixada Santista (BS), o evento predominante foi inundação (44 %). Todos os eventos hidrológicos foram de

pequeno porte, com exceção a inundações de médio porte ocorrida em Cubatão no dia 20/03/2018. As cidades mais afetadas foram Cubatão (inundações) e Santos (inundações, enxurrada e alagamento). No CBH do Litoral Norte (LN), o evento predominante foi inundações (56%). As cidades onde ocorreram as inundações foram Caraguatatuba e Ubatuba. Vale ressaltar que todos os eventos foram de pequeno porte.

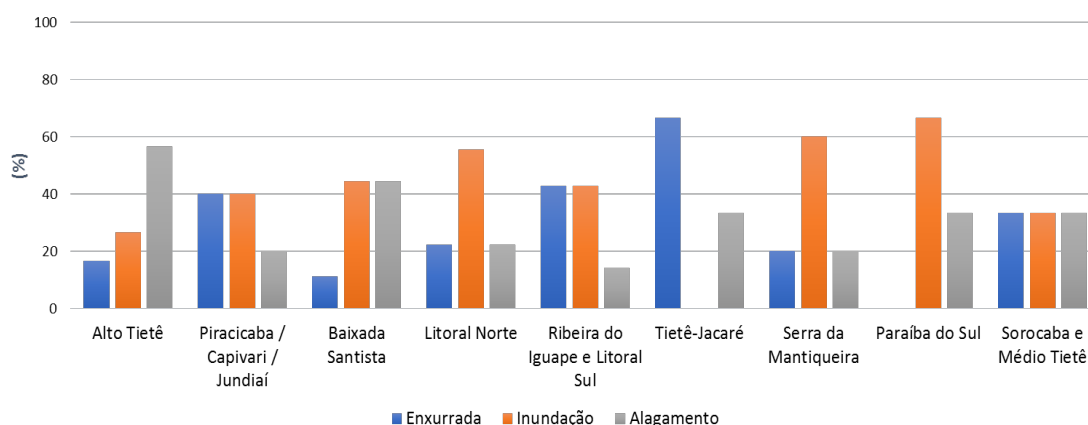


Gráfico 32. Distribuição da percentagem dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de São Paulo

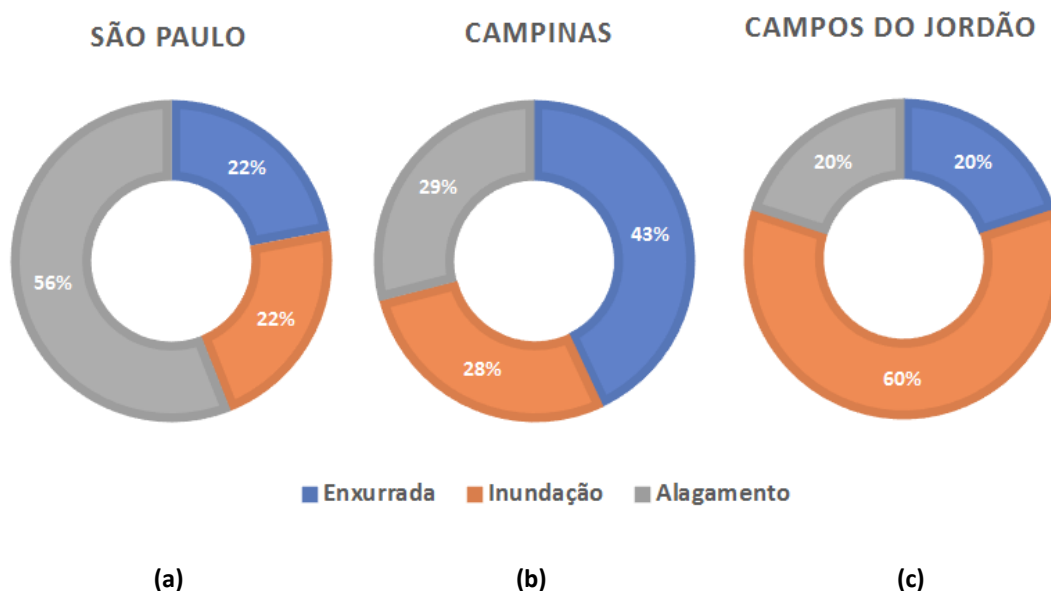


Gráfico 33. Distribuição da percentagem dos tipos de eventos hidrológicos nas cidades de (a) São Paulo, (b) Campinas e (c) Campos de Jordão

Nos CBHs Ribeira de Iguape e Litoral Sul (RB) e Sorocaba e Médio Tietê (SMT), todos os eventos hidrológicos foram de pequeno porte. O evento predominante foi a enxurrada (50%), todas ocorridas em Pedro de Toledo na CBH do Ribeira do Iguape e

Litoral Sul. No CBH Tietê-Jacaré, todos os eventos hidrológicos foram de pequeno porte e ocorreram no município de Bauru, predominando a enxurrada (67%). Todos os eventos do CBH da Serra da Mantiqueira ocorreram em Campos do Jordão, e são distribuídos em 60% de inundação, 20 % para enxurrada e 20% para alagamento (Gráfico 33c), de pequeno porte, exceto uma inundação de médio porte no dia 08/01/2018.

No estado do Rio de Janeiro, ocorreram eventos hidrológicos em 11 dos 15 municípios monitorados. Os Gráficos 34 e 35 mostram a distribuição dos 23 registros por CBH e a distribuição dos tipos de eventos hidrológicos pelas CBH, respectivamente. Observa-se que a maior percentagem de eventos ocorreu nas CBHs da Baía de Guanabara (44%) e do Rio Piabanha (30%).

No CBH da Baía de Guanabara, encontram-se o município do Rio de Janeiro e vários municípios da Baixada Fluminense, ou seja, a Região Metropolitana (RM) do Rio de Janeiro, como mostrado no Gráfico 34. A RM do Rio de Janeiro é altamente urbanizada, nota-se que o tipo de evento hidrológico com maior percentagem de ocorrência é o alagamento (69 %), devido principalmente à deficiente drenagem urbana. A maioria dos eventos hidrológicos foi de pequeno porte nesta região, com exceção ao ocorrido no Rio de Janeiro no dia vinte dois de janeiro de 2018.

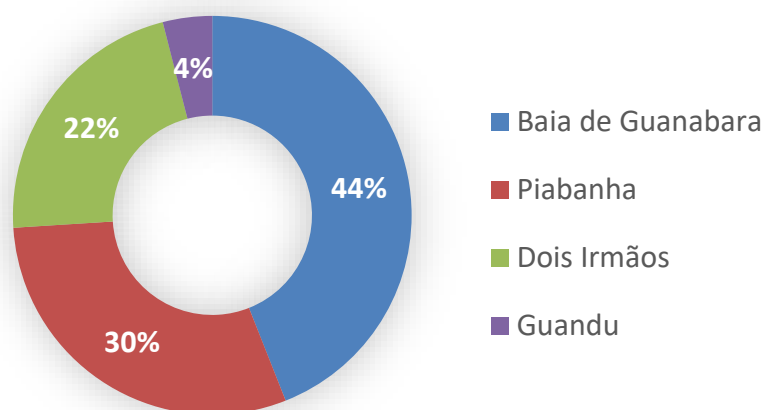


Gráfico 34. Distribuição da percentagem dos registros de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrológicas do estado do Rio de Janeiro

No CBH do rio Piabanha, a maioria dos eventos (enxurrada) ocorreram em Petrópolis. Todos os eventos foram de pequeno porte, com exceção ao de médio porte ocorrido no dia três e março de 2018 em Petrópolis. Chuvas concentradas fazem com

que os rios com bacias encaixadas da Região Serrana transbordem em poucos minutos, principalmente durante o verão. Na região do rio Dois Irmãos, o evento predominante foi à enxurrada. Todos os eventos ocorridos foram de pequeno porte com exceção ao de médio porte ocorrido no dia sete de novembro de 2018, em Santa Maria Madalena.

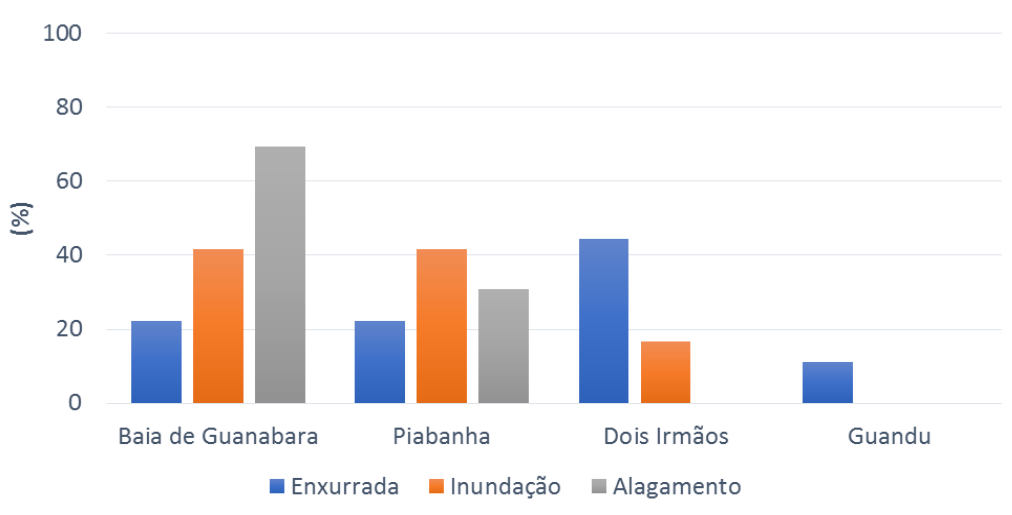


Gráfico 35. Distribuição da porcentagem dos tipos de eventos hidrológicos por Comitês de Bacias Hidrográficas do estado de Rio de Janeiro

No estado de Minas Gerais, ocorreram 40 registros de eventos hidrológicos em 26 municípios dos 142 municípios monitorados. A Bacia Hidrográfica Federal, onde houve mais eventos, foi a do São Francisco (42 %), do Paraíba (32 %) e Doce (20 %), como mostrado no Gráfico 36.

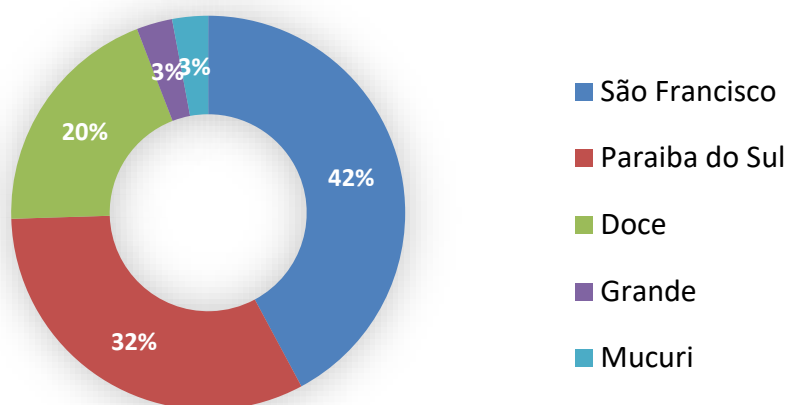
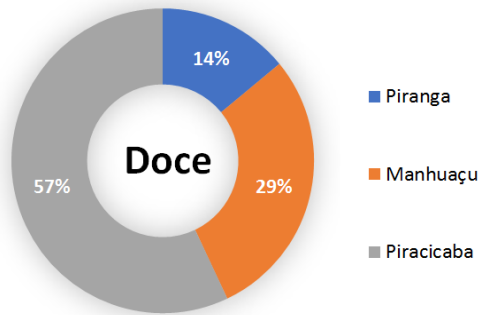
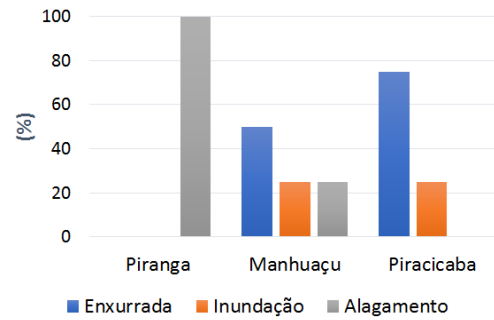


Gráfico 36. Distribuição da porcentagem dos registros de eventos hidrológicos por Bacias Hidrográficas Federais do estado de Minas Gerais

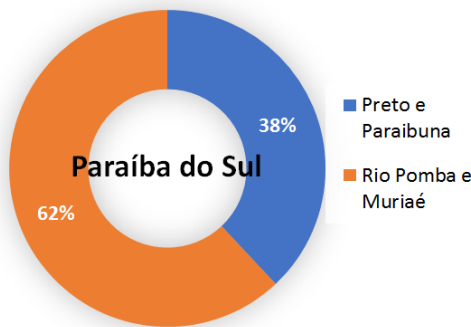
No Gráfico 37, estão dispostas as distribuições dos eventos hidrológicos e dos tipos de eventos hidrológicos nos Comitês de Bacias Hidrográficas presentes nas Bacias Hidrológicas do rio Doce (Gráfico 37a e b), do rio Paraíba do Sul (37c) e (37d) do rio São Francisco (Gráfico 37e e f) em Minas Gerais, onde houve mais registros.



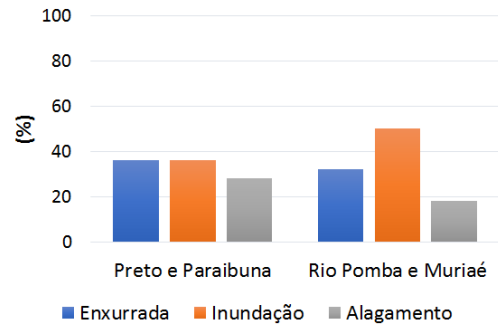
(a)



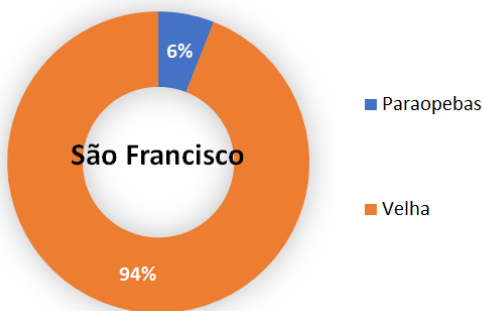
(b)



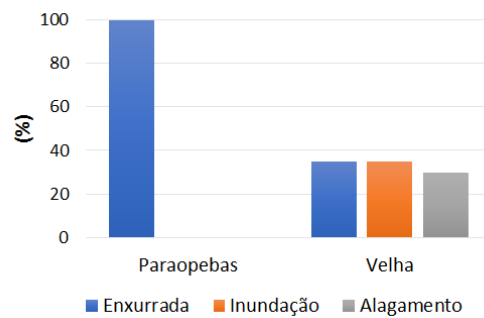
(c)



(d)



(e)



(f)

Gráfico 37. Distribuição dos eventos e dos tipos de eventos nos Comitês de Bacias Hidrográficas presentes nas Bacias Hidrográficas dos rios (a) e (b) Doce, (c) e (d) do Paraíba do Sul e (e) e (f) do São Francisco, respectivamente, do estado de Minas Gerais

No Comitê de Bacia Hidrográfica do rio das Velhas (94 %), onde está localizada a Região Metropolitana de Belo Horizonte, houve o maior número de registros na

Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. A maioria das ocorrências foi de pequeno porte, exceto todas as ocorrências em Belo Horizonte no dia 16 de março de 2018 e a inundação em Contagem no dia 8 de março de 2018, ambas de médio porte. A distribuição dos eventos hidrológicos no CBH das Velhas foi quase uniforme, enquanto todos os eventos foram enxurrada no CBH do Paraopebas. Houve 33 % dos registros na Bacia Hidrográfica Paraíba do Sul, sendo que no CBH dos rios Pomba e Muriaé, no município de Ubá, ocorreu inundação e enxurrada de grande porte no dia 10 de março de 2018 e 2 inundações de médio porte, em Visconde do Rio Branco e Mirai.

Na Bacia Hidrográfica do rio Doce, nos CBH de Manhuaçu e Piracicaba, o evento hidrológico predominante foi a enxurrada (50 e 75 %, respectivamente), enquanto ocorreu apenas alagamento no CBH do Piranga.

Na Bacia Hidrográfica do rio Mucuri, houve uma ocorrência de inundação e alagamento de médio porte no dia 3 de fevereiro e 2018 em Teófilo Otoni. Na Bacia Hidrográfica do rio Grande, houve uma ocorrência de inundação e alagamento de pequeno porte em Pouso Alegre situada no CBH do Sapucaí, no dia 8 de janeiro e 2018.

A Figura 24 ilustra as Bacias Hidrográficas da Região Sudeste em que foram observados eventos hidrológicos no ano de 2018.

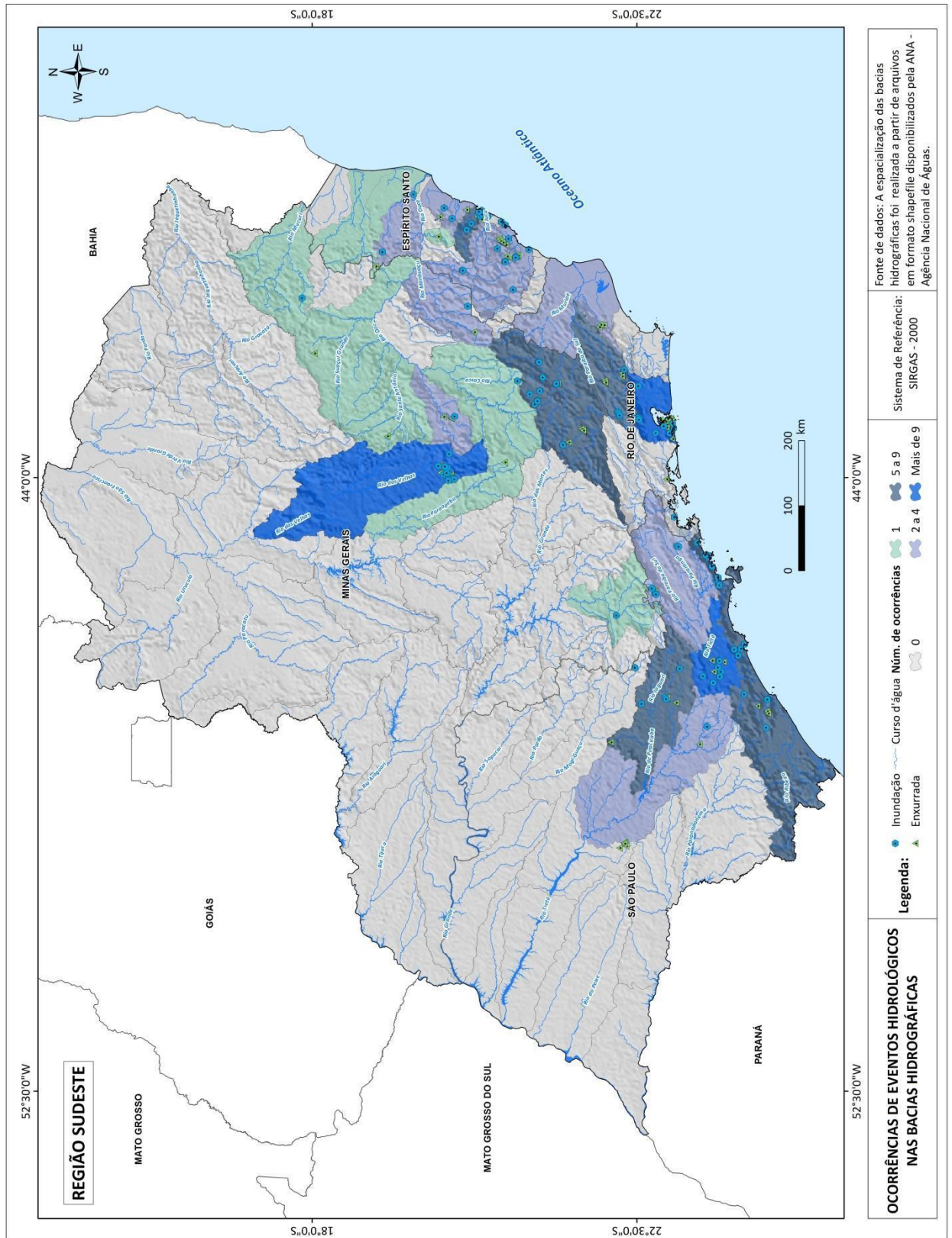


Figura 24. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Sudeste

Região Sul

No estado do Rio Grande do Sul, foram feitos 12 registros em 11 municípios dos 38 municípios monitorados. As Bacias Hidrográficas do Guaíba e Uruguai são as que apresentaram os maiores números de eventos hidrológicos, iguais a 42% cada uma delas, como mostrado no Gráfico 38. O CBH do Rio Camaquã apresentou 24,6 % dos eventos no Rio Grande do Sul e 60% dos eventos ocorridos na Bacia do rio Uruguai, seguida pelas Bacias do rio Pardo e Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo (17%).

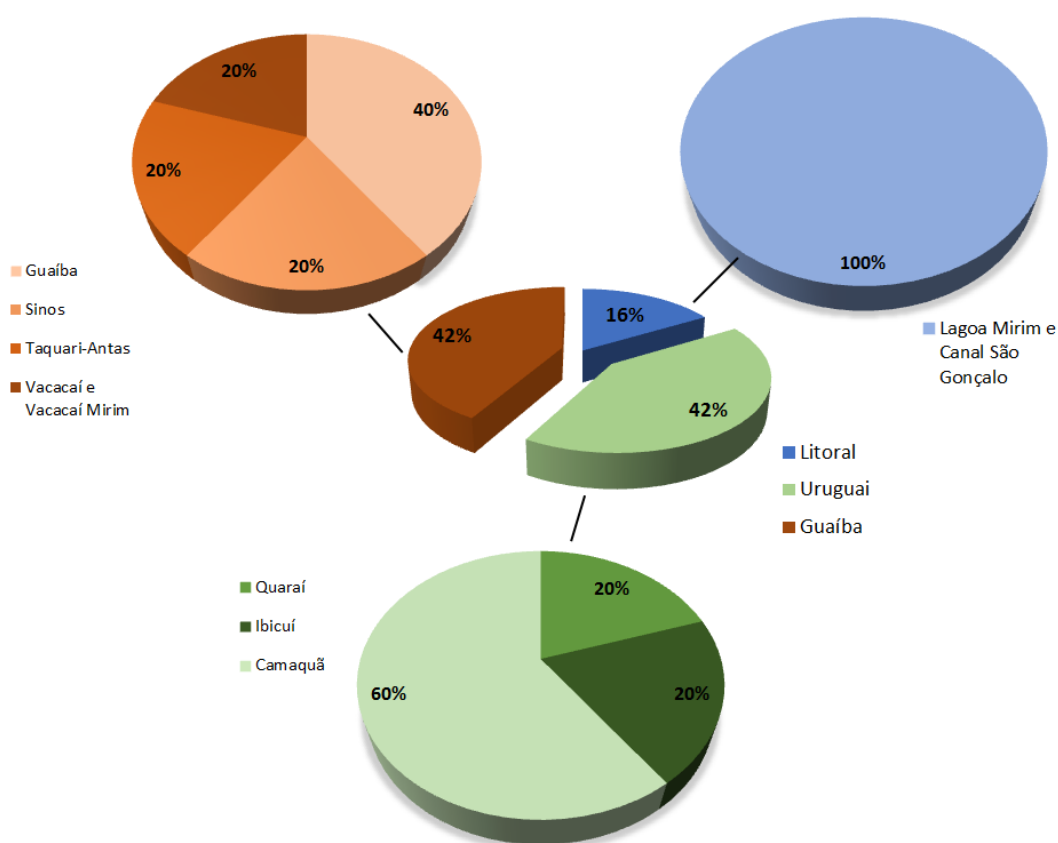


Gráfico 38. Distribuição de registros nos Comitês de Bacias Hidrológicas pertencentes às Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul

Na Bacia Hidrográfica do Guaíba, ocorreram mais eventos no CBH do Sinos. Nos CBH dos rios dos Sinos e Vacacaí e Vacacaí Mirim, 100 % dos eventos são de inundação, enquanto a mesma proporção de eventos de enxurrada e alagamento foi notada para o CBH do Rio Pardo e Taquari-Antas (Gráfico 39). Nota-se que na Bacia Hidrográfica do rio Uruguai, o evento predominante é a inundação. O CBH do rio Camaquã foi aquele em que ocorreram mais eventos hidrológicos (60% dos casos no estado), principalmente inundação, a maioria no município de Dom Pedrito. No CBH

do rio Quaraí, houve o único evento de inundação de médio porte no dia quatro de maio de 2018, enquanto que todos os outros eventos hidrológicos ocorridos no Rio Grande do Sul foram de pequeno porte. No CBH do rio Ibicuí, houve um evento de inundação no município de Alegrete. Na Bacia Hidrográfica do Litoral, os eventos de inundação ocorreram nos municípios de Pelotas e Jaguarão.

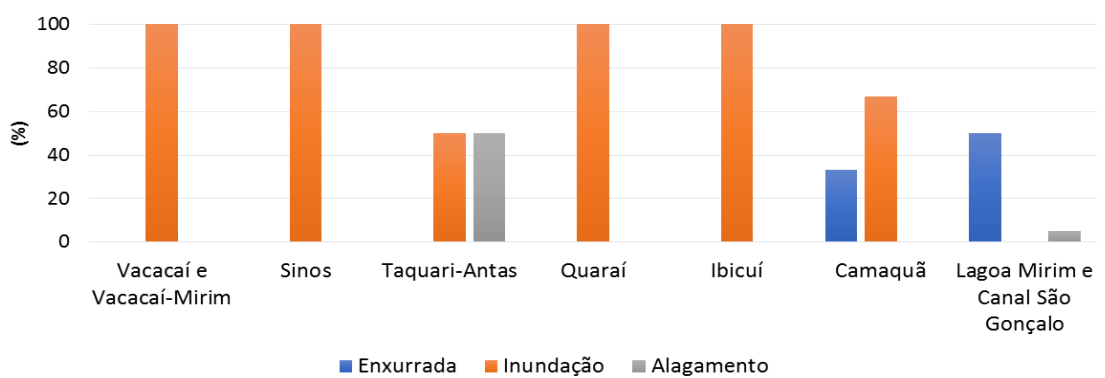


Gráfico 39. Distribuição das porcentagens dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nos Comitês de Bacias Hidrológicas do Rio Grande do Sul

No estado de Santa Catarina, 42 registros ocorreram em 23 municípios monitorados dos 78 municípios monitorados. Nota-se que 43 % dos registros de 2018 ocorreram no CBH Itajaí-Açu, sendo esta região onde ocorrem historicamente mais eventos hidrológicos no estado (Gráfico 40). Blumenau é o município nesta bacia com maior número de registros, com os eventos distribuídos em 50% de enxurrada e 50% de inundação. O evento predominante neste CBH foi enxurrada (50%), inundação e alagamento apresentaram a mesma distribuição. Em Santa Catarina, o evento hidrológico predominante em 2018 foi enxurrada. Alagamento foi o evento predominante nos CBH Araranguá (100 %) e Itapocu (60 %), conforme pode ser observado no Gráfico 41. A magnitude predominante dos eventos no Estado foi de pequeno porte, contudo houve eventos de médio porte em Blumenau e Benedito Novo no dia 11/01/2018 (CBH Itajaí-Açu), em Botuverá no dia 12/01/2018 (CBH Itajaí-Açu), Camboriú no dia 16/01/2018 (CBH Camboriú) e um de grande porte em Schroeder no dia 11/01/2018 no CBH Itapocu.

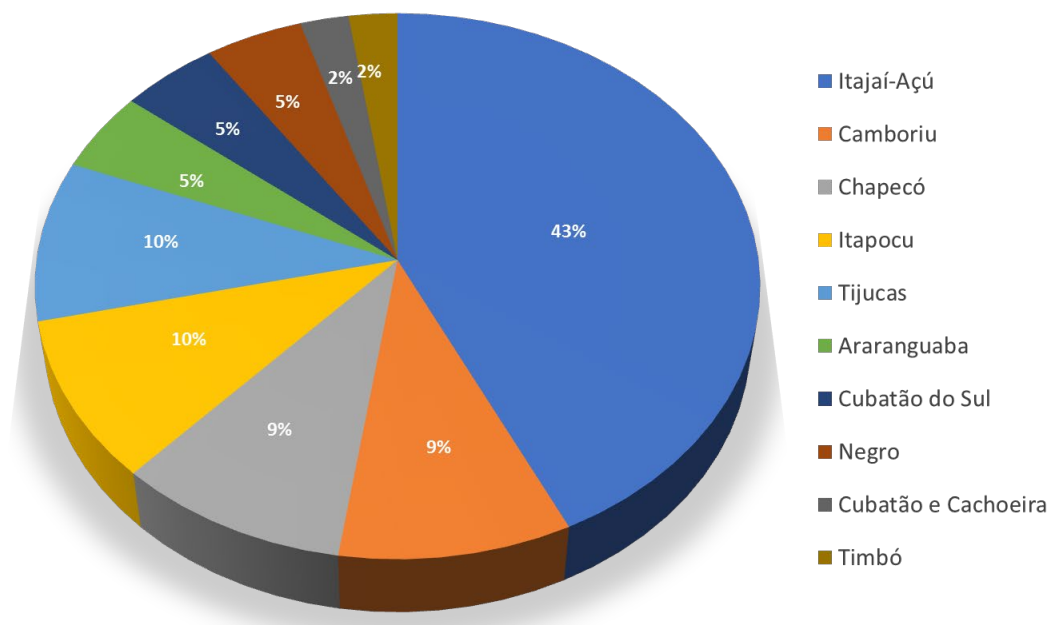


Gráfico 40. Distribuição das percentagens dos registros de eventos hidrológicos nos Comitês de Bacia Hidrológicas do estado de Santa Catarina

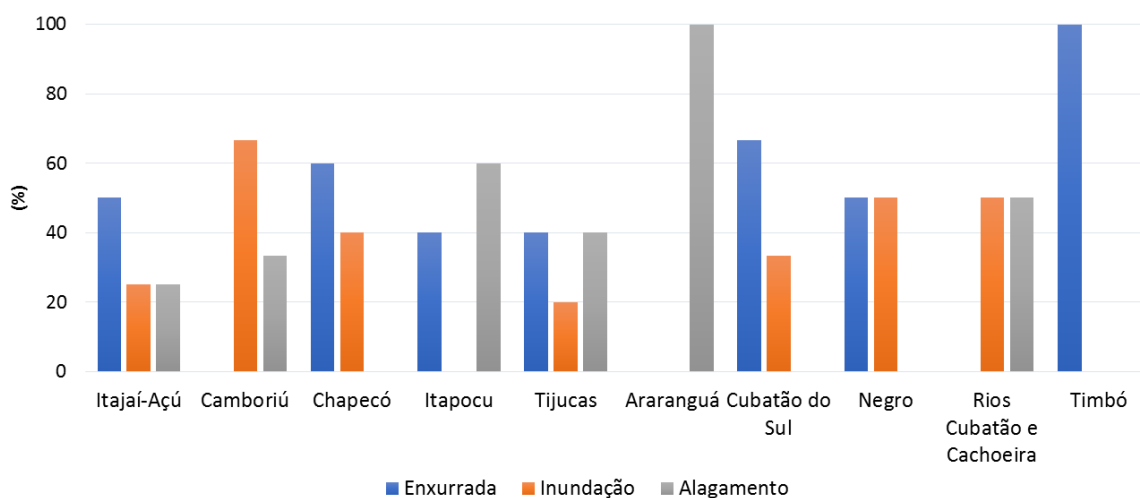
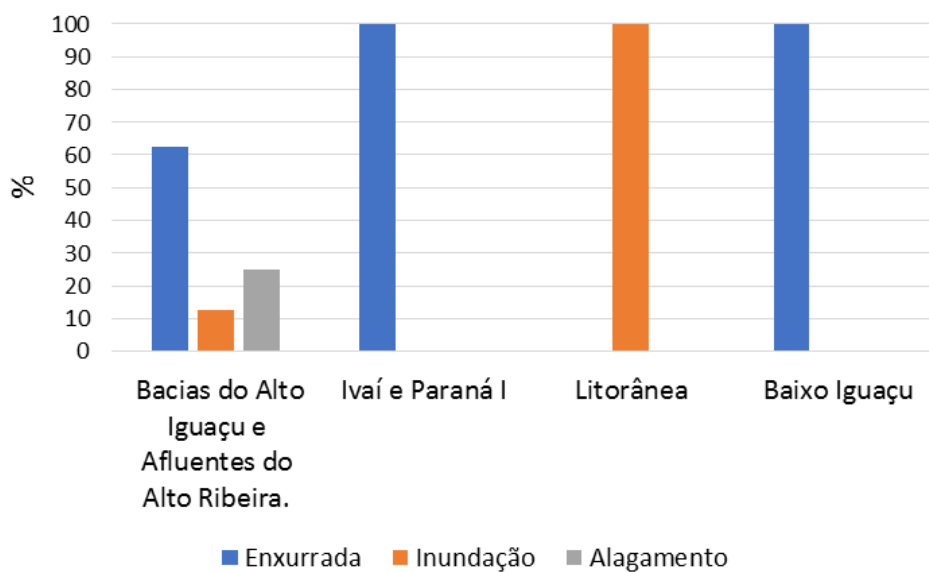
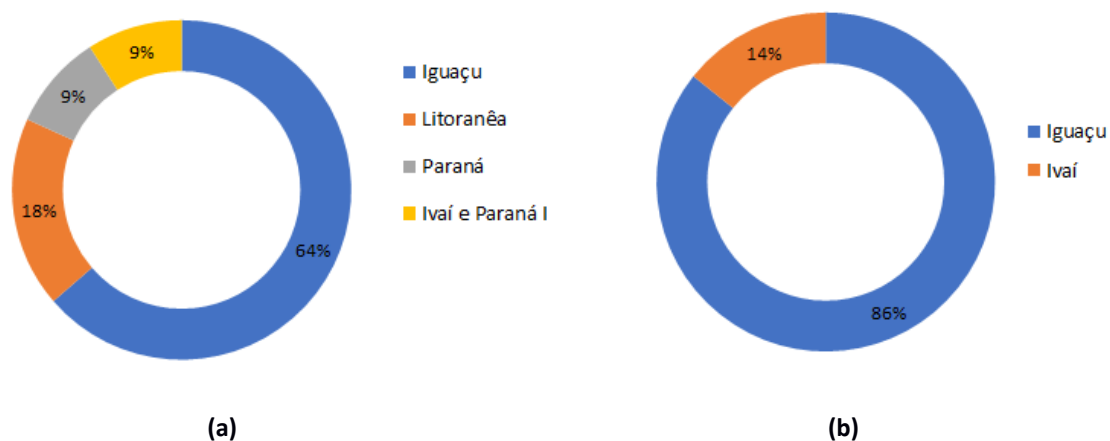


Gráfico 41. Distribuição das percentagens dos tipos de eventos hidrológicos ocorridos nos Comitês de Bacia Hidrológica do estado de Santa Catarina

No estado do Paraná, houve 11 registros em 9 municípios dos 35 municípios monitorados. Analisando o Gráfico 42 (a) e (b), nota-se que 86% dos eventos ocorreram na Bacia Hidrográfica do rio Iguaçu, principalmente nos municípios do CBH do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, onde está situada a Região Metropolitana de Curitiba. A maioria dos eventos foram de pequeno porte, sendo enxurrada o evento

predominante (Gráfico 42c). As exceções foram os eventos de médio porte ocorridos nos municípios de Campina Grande do Sul e Curitiba no CBH do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira e em Paranaguá no CBH Litorânea.



(c)

Gráfico 42. Distribuição das porcentagens dos registros de eventos hidrológicos ocorridos nas Bacias Hidrológicas do estado do Paraná (a), dos registros de eventos hidrológicos ocorridos nos Comitês de Bacias Hidrológicas da Unidade Hidrológica do Iguaçu (b) e dos tipos de eventos hidrológicos nos Comitês de Bacias Hidrológicas do estado do Paraná (c)

A Figura 25 ilustra as Bacias Hidrográficas da Região Sul em que foram observados eventos hidrológicos no ano de 2018.

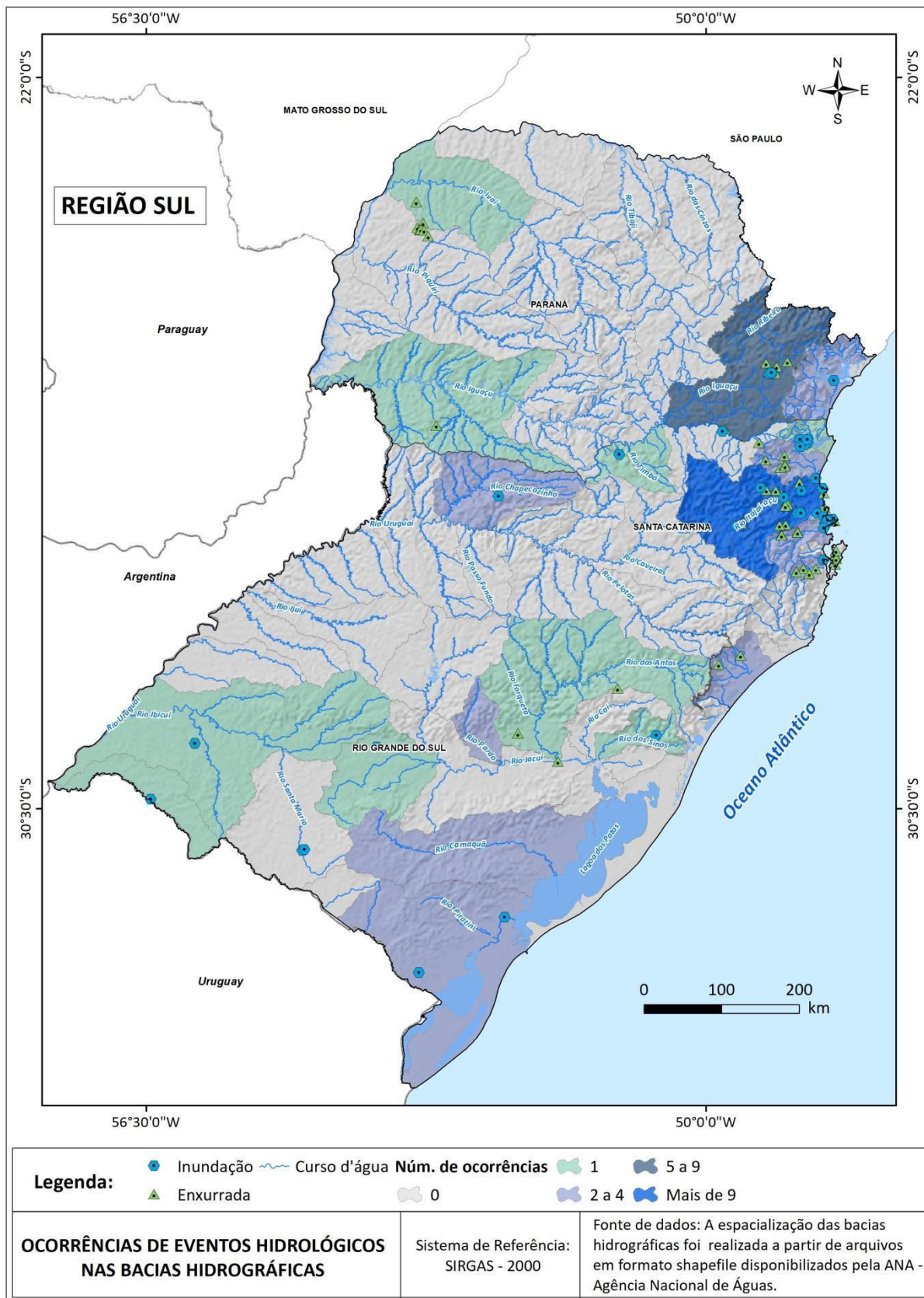


Figura 25. Bacias hidrográficas com registros de ocorrências na região Sul

4.2.2 Registros de eventos de movimentos de massa nas Unidades Geomorfológicas

A espacialização das ocorrências de movimentos de massa nas unidades geomorfológicas (IBGE, 2017) indica em quais tipologias de relevo estes eventos são mais frequentes podendo auxiliar no monitoramento destas áreas.

A região Centro-Oeste é a que apresentou menor número de registros de movimentos de massa (Figura 26). Estes ocorrem associados à Depressão Cuiabana e Superfícies Intermontanas Uruaçu-Ceres. As características do relevo da região, constituído predominantemente por extensas áreas de baixas declividades, não favorecem a ocorrência de movimentos de massa.

Na região Nordeste predominam os registros de movimentos de massa na porção leste, associados aos Patamares Pré-Litorâneos do Leste da Bahia, Tabuleiros Orientais do Nordeste, Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro-Oriental e Piemonte Oriental do Planalto da Borborema. Nestes locais a topografia, em geral, limitada por escarpas, aumenta a suscetibilidade à ocorrência dos movimentos de massa. Nesta região grande parte dos eventos está associado às áreas densamente urbanizadas nas regiões metropolitanas de Salvador, Recife e Maceió, onde a ocupação nas encostas ocorre, muitas vezes, de forma desordenada e são caracterizadas pela alta vulnerabilidade social. A Figura 27 ilustra as ocorrências de movimentos de massa na Região Nordeste.

Na região Norte a maior parte dos registros de movimentos de massa ocorre associado às Unidades de Relevo da Depressão do Médio Xingu no Sudeste Paraense e Planalto Dissecado dos Rios Negro - Uatumã na região Centro Amazonense. Esses locais apresentam, em geral, relevos planos ou dissecados, e de baixas altitudes. Em decorrência da constituição da região, marcada pelo predomínio de grandes bacias hidrográficas que apresentam extensas áreas planas associadas, a região norte apresenta menor suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa. Os registros que ocorrem estão associados, em geral, à locais de intensa ocupação urbana em áreas com corte-aterro. Os locais em que foram observados eventos de movimentos de massa estão ilustrados na Figura 28.

Na região Sudeste a maior parte dos registros de movimentos de massa ocorre associado às unidades de relevo de Serra dos Órgãos na Região Serrana do Rio de

Janeiro (20% dos registros), seguido pelas Colinas e Maciços Costeiros Capixabas no Espírito Santo (10% das ocorrências), Planalto de Campos do Jordão em São Paulo, Patamares de Belo Horizonte na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Serra do Mar Paulista localizado nas regiões do Vale do Paraíba Paulista e Metropolitana de São Paulo e Morros e Montanhas do Centro-Sul Capixaba. Essas Unidades Geomorfológicas apresentam, em geral, relevo acidentado constituído por elevada declividade e altas amplitudes topográficas que favorecem a ocorrência dos movimentos de massa. Além disso, são locais que apresentam intensa ocupação urbana, muitas vezes, de forma desordenada que intensificam a suscetibilidade à ocorrência dos eventos. A localização dos eventos de movimentos de massa registrados pelo Cemaden é ilustrada na Figura 29.

Na Região Sul, 40% dos registros de movimentos de massa ocorreram associados à Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense nas regiões da Grande Florianópolis e Vale do Itajaí. Também destacam-se os eventos associados às unidades Planaltos de Curitiba e Serrania do Ribeira no estado do Paraná e Planalto dos Campos Gerais no Rio Grande do Sul. Além das características do relevo constituído por elevadas declividades, nestes locais há intensa ocupação urbana, que altera a forma das encostas, favorecendo a deflagração dos eventos; os locais onde foram observados eventos de movimentos de massa estão ilustrados na Figura 30.

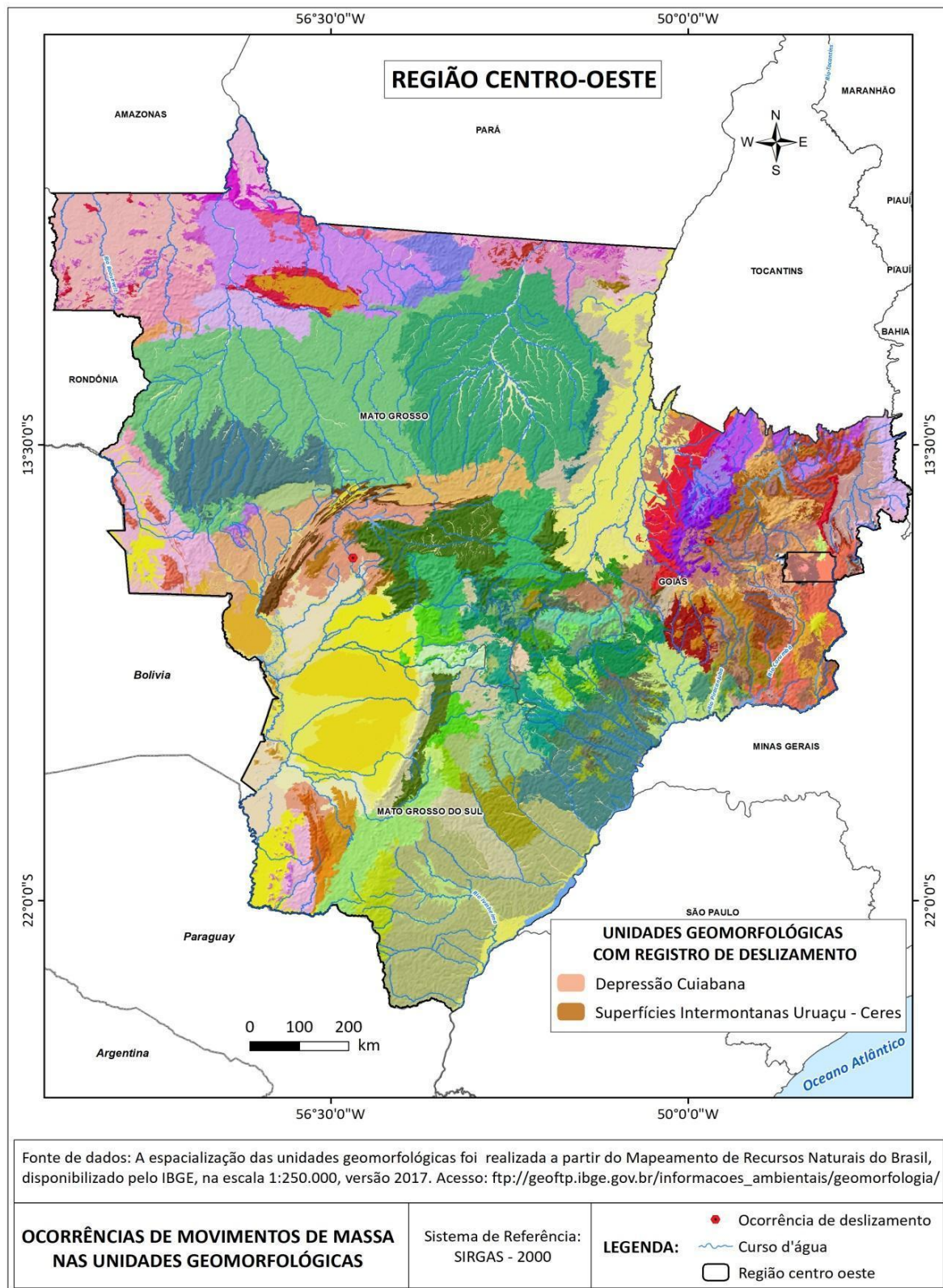


Figura 26. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Centro- Oeste

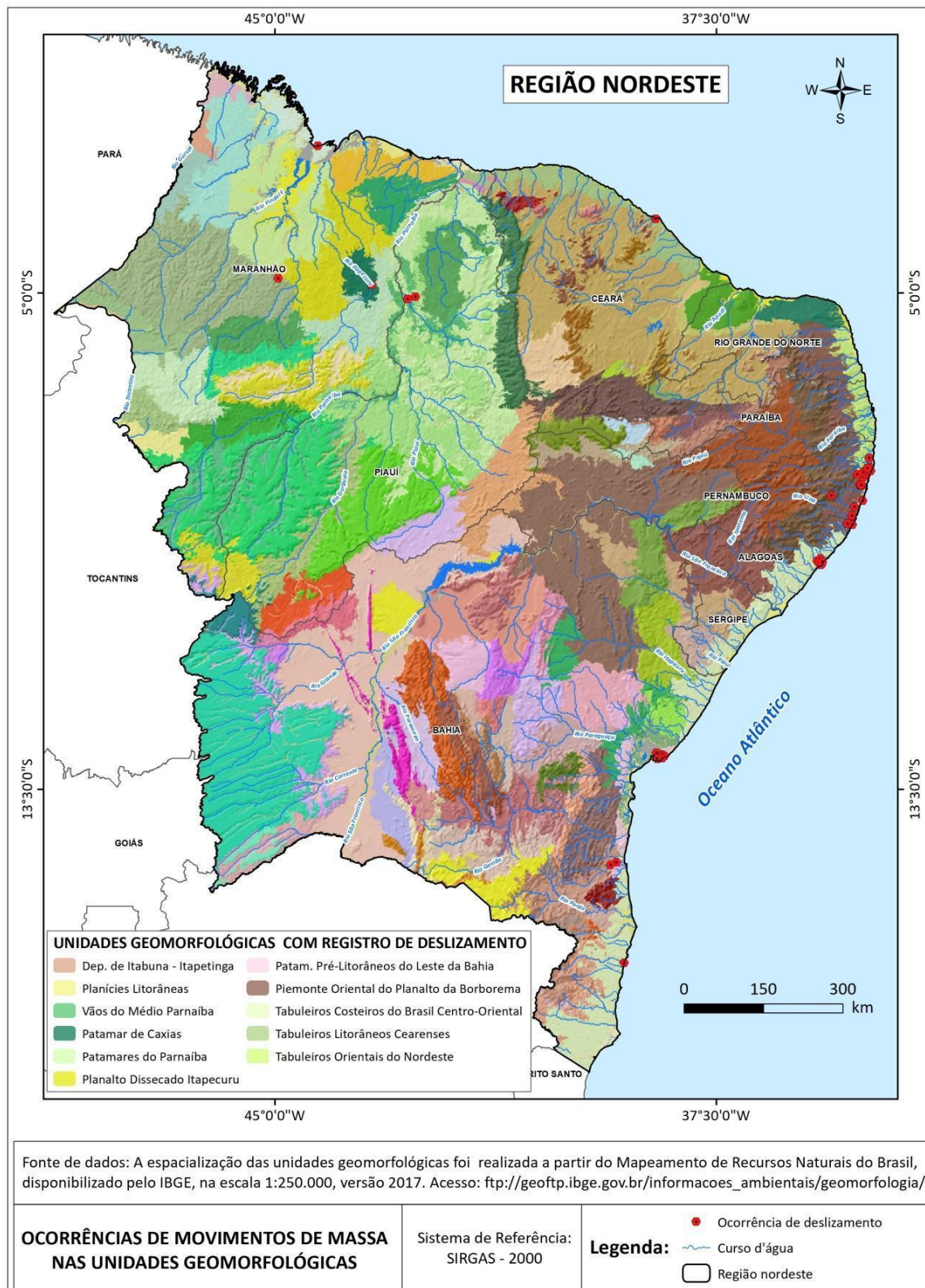


Figura 27. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Nordeste

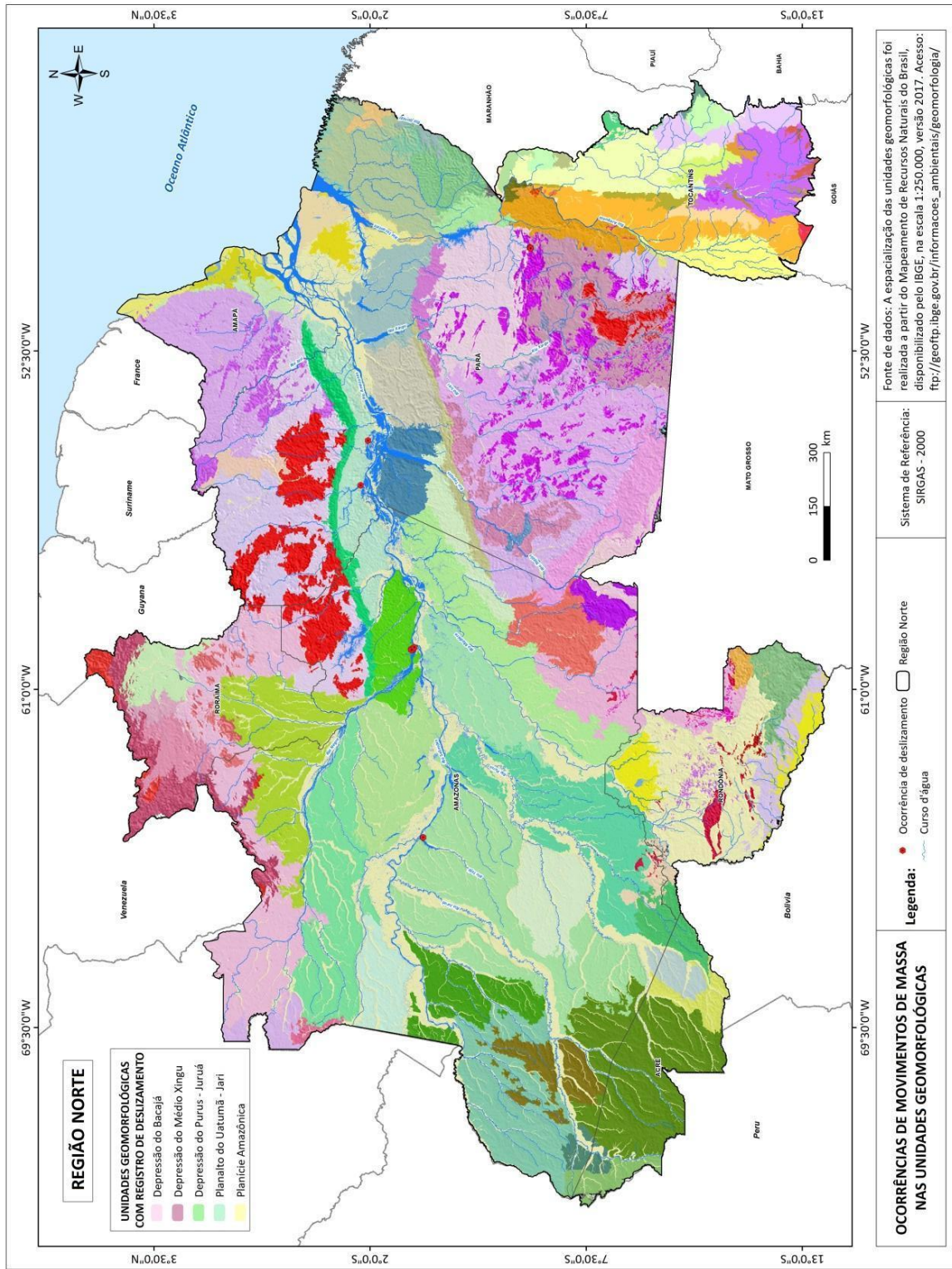


Figura 28. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Norte

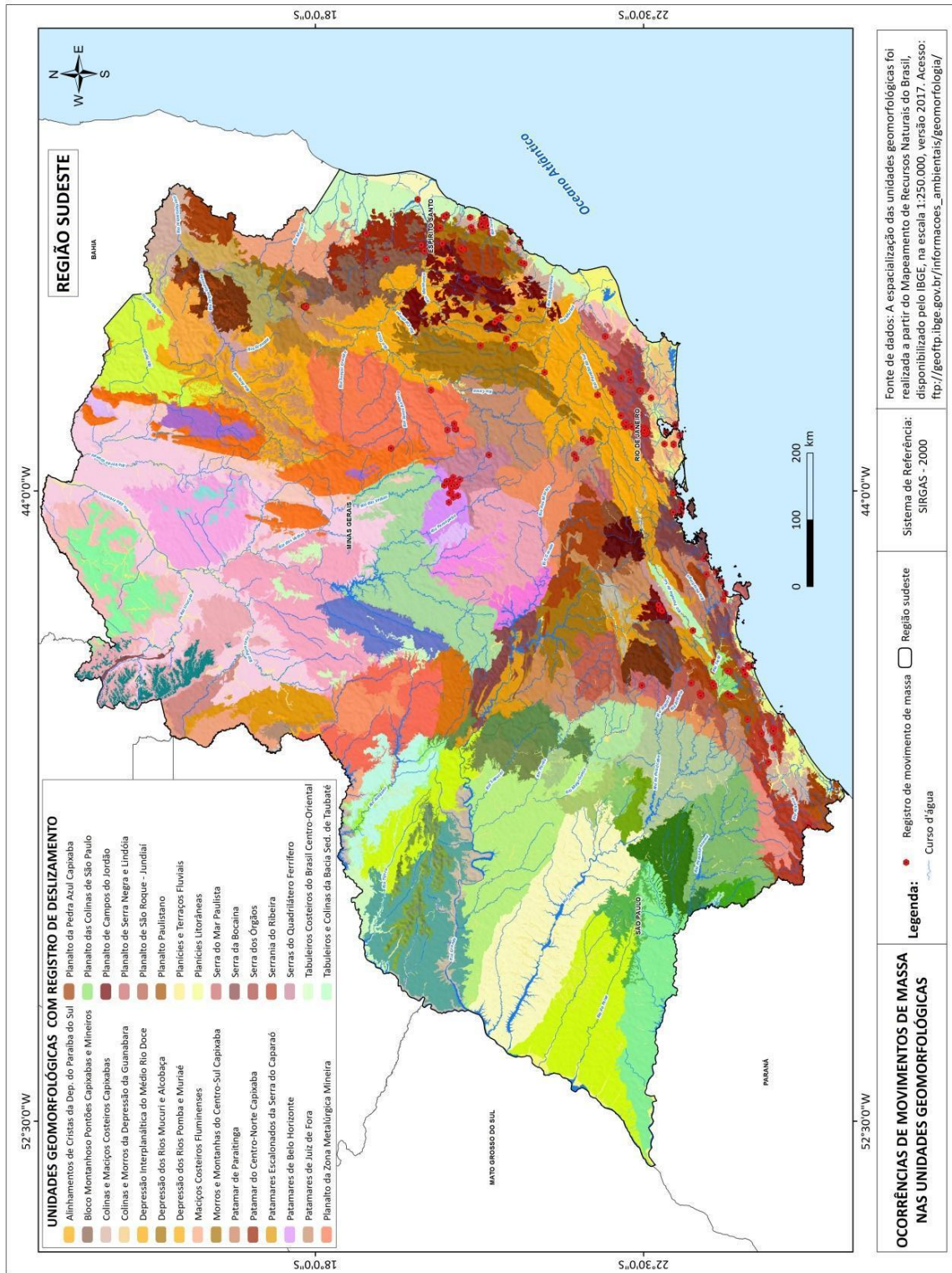


Figura 29. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Sudeste

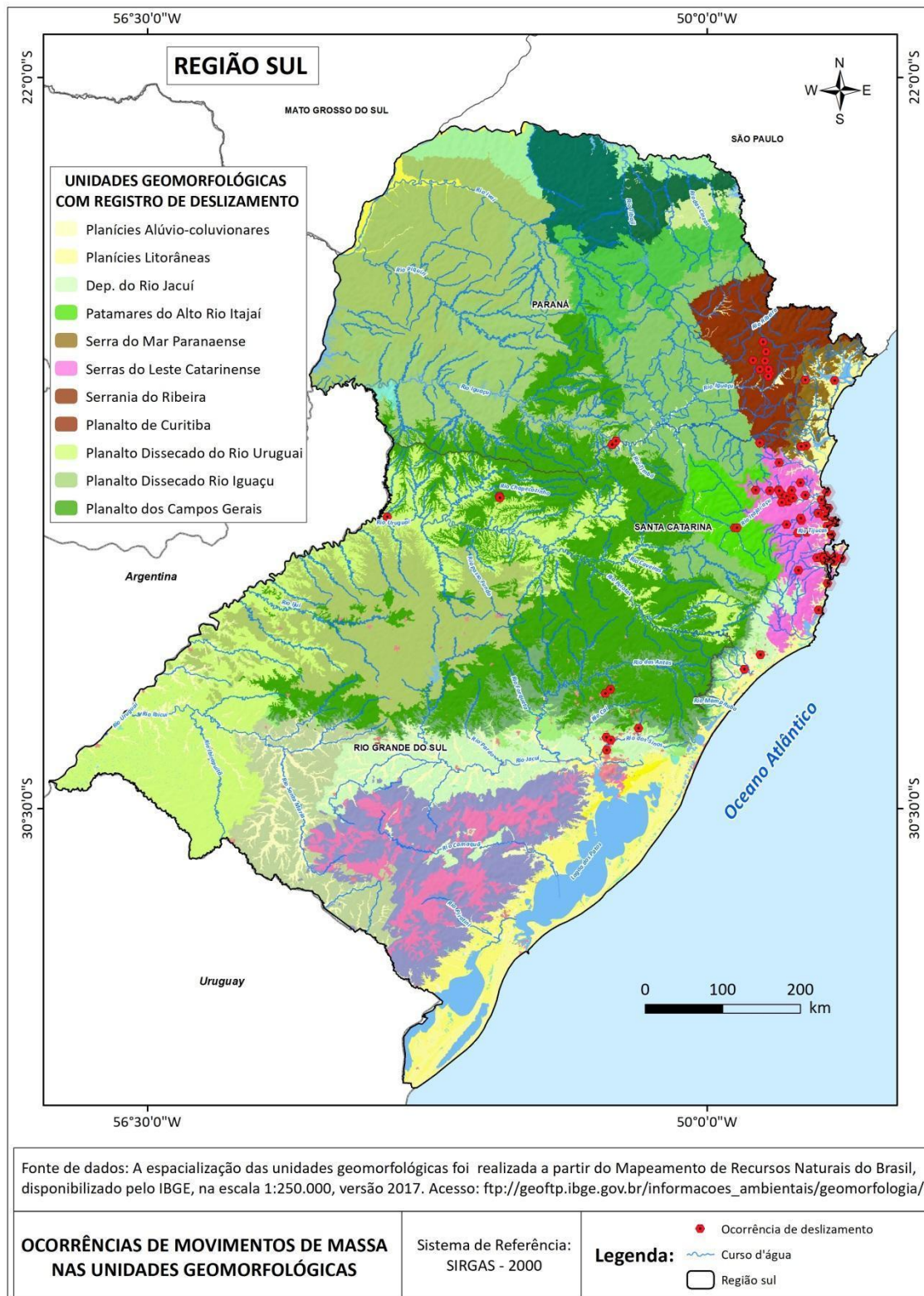


Figura 30. Registros de ocorrência de movimento de massa na região Sul

5. DIAGNÓSTICO DOS EVENTOS E ALERTAS ASSOCIADOS

A seguir é apresentado um diagnóstico dos eventos de deslizamentos e inundações registrados pelo Cemaden em 2018, incluindo a distribuição dos eventos quanto à magnitude e impactos causados por cada tipologia.

Como visto no capítulo anterior, no ano de 2018 foram registrados 343 eventos hidrológicos (inundações, enxurradas e alagamentos) e 258 eventos geológicos (deslizamentos) em municípios monitorados pelo Cemaden.

Considerando a existência de várias ocorrências registradas em um mesmo município compondo um único evento hidrológico ou geológico, foram registradas ao todo 650 ocorrências de processos hidrológicos e 378 ocorrências de processos geológicos. Os dados apresentados referem-se aos eventos que podem abarcar uma ou mais ocorrências por município. O Gráfico 43 apresenta, em percentuais, os eventos hidrológicos e geológicos ocorridos.

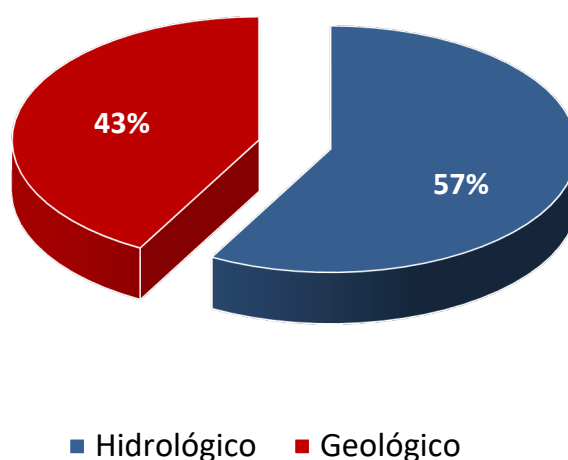


Gráfico 43. Percentual de eventos hidrológicos e geológicos registrados

Dentre os eventos hidrológicos, 33% dos registros referem-se a inundações, enquanto as enxurradas e alagamentos correspondem a 28 e 24%, respectivamente, e eventos com ocorrências simultâneas de inundações, enxurrada e alagamentos compõem 15% dos registros (Gráfico 44).

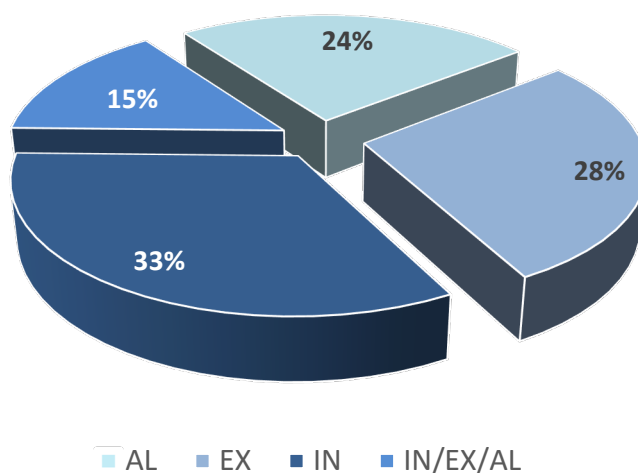


Gráfico 44. Proporção de inundações, enxurradas e alagamentos

Destacamos que enxurradas e alagamentos ocorrem de forma mais abrupta, estão associados a precipitações convectivas intensas, impermeabilização do solo e insuficiência das redes pluviais urbanas. Em geral precipitações convectivas ocorrem de forma rápida e são difíceis de se prever com antecedência satisfatória para envio de alertas. Assim, o predomínio destes eventos hidrológicos rápidos e de curta duração, em geral classificados como eventos de pequeno porte comprova o grande desafio que é a tarefa de previsão riscos e emissão de alertas no Brasil.

5.1. Magnitude e impactos dos eventos

Com relação à magnitude, conforme ilustrados nos Gráficos 45 e 46, 81% dos eventos hidrológicos e 96% dos eventos geológicos foram classificados como pequeno porte enquanto 18% dos eventos hidrológicos e 4% dos eventos geológicos foram considerados eventos de médio porte. Não houve eventos geológicos registrados considerados como de grande porte e apenas 1% dos eventos hidrológicos foram considerados de grande porte.

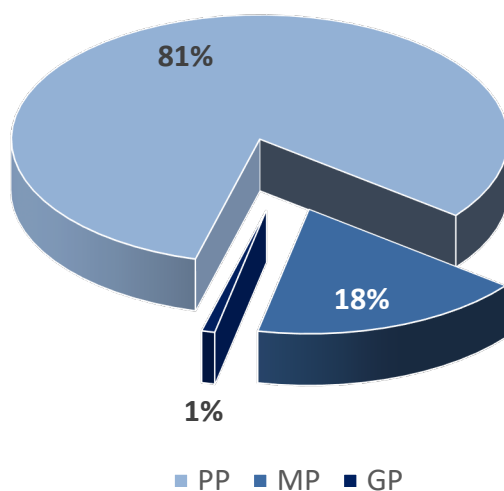


Gráfico 45. Percentual de eventos hidrológicos com relação à magnitude

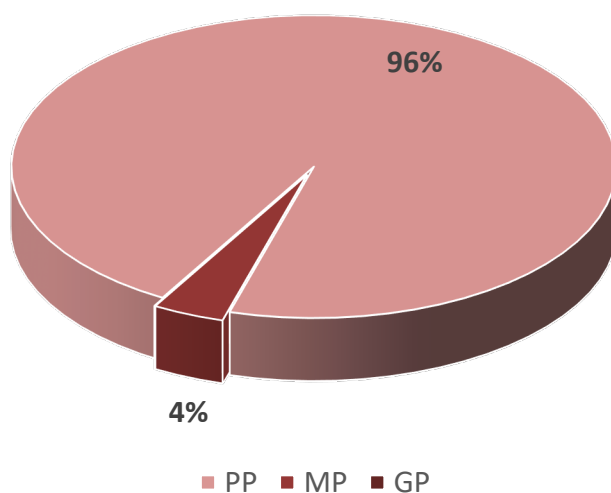


Gráfico 46. Percentual de eventos de deslizamentos com relação à magnitude

O predomínio de eventos de pequeno porte evidencia o grande desafio do Cemaden em estudar tais eventos, principalmente nos aspectos da vulnerabilidade, cujo peso na composição do risco é maior em pequenos eventos. Conforme observado mais adiante, mesmo a magnitude dos eventos sendo pequena, como no caso de pequenos deslizamentos e alagamentos rasos, os impactos podem ser significativos resultando em óbitos decorrentes de deficiências em sistemas de escoamento de

águas urbanas, ocupações irregulares em encostas e em planícies de inundação, questões indicativas da vulnerabilidade das comunidades.

Conforme reportado no *The Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction* (UNISDR, 2015), eventos de pequeno porte (nomeadamente eventos de riscos extensivos) são deflagrados por fatores como ausência de planejamento urbano, degradação ambiental, pobreza e desigualdade. Todos esses aspectos são mais relacionados à vulnerabilidade do que à exposição. De fato, a maioria dos eventos está relacionada a moradias de baixa renda, ocupações irregulares próximas às áreas de risco ou áreas sem planejamento da ocupação.

O predomínio destes eventos impõe um desafio extra ao Cemaden na tarefa de emissão de alertas. Embora estes eventos resultem em impactos pequenos em comparação aos grandes desastres, sua alta frequência resulta em um grande número de pessoas afetadas, perdas econômicas e até mesmo mortes.

Há uma preocupação crescente em estudar estes pequenos eventos, uma vez que a combinação de fatores de risco como exposição e vulnerabilidade é muito mais complexa do que a modelagem isolada dos parâmetros físicos que conduzem ao risco. Assim, o Cemaden tem adotado uma abordagem mais conservativa na emissão de alertas para pequenos eventos especialmente.

O maior peso da vulnerabilidade no caso de eventos de pequeno porte tem levado o Cemaden a aplicar parte de sua força de trabalho no desenvolvimento de estudos de vulnerabilidade, como por exemplo o projeto de cooperação técnico-científica com o IBGE (ASSIS DIAS et al., 2018).

O Cemaden contabiliza em seus registros as informações disponíveis que destacam o número de pessoas afetadas, direta ou indiretamente. O número de afetados é um dos critérios para enquadramento da magnitude do evento, juntamente com número e abrangência dos processos pontuais 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. No entanto, grande parte das informações disponíveis não especifica o número de afetados. Assim, essas informações, quando disponíveis, são armazenadas como referência para aplicações específicas em que verificações adicionais são necessárias.

Conforme ilustrado no Gráfico 47, considerando eventos hidrológicos e geológicos, dentre os 528 eventos de pequeno porte, apenas 212 apresentaram algum tipo de afetados. Para os eventos de médio porte, 66 dos 70 registros apresentaram algum tipo de afetado enquanto 2 dos 3 eventos de grande porte tiveram registro de afetados.

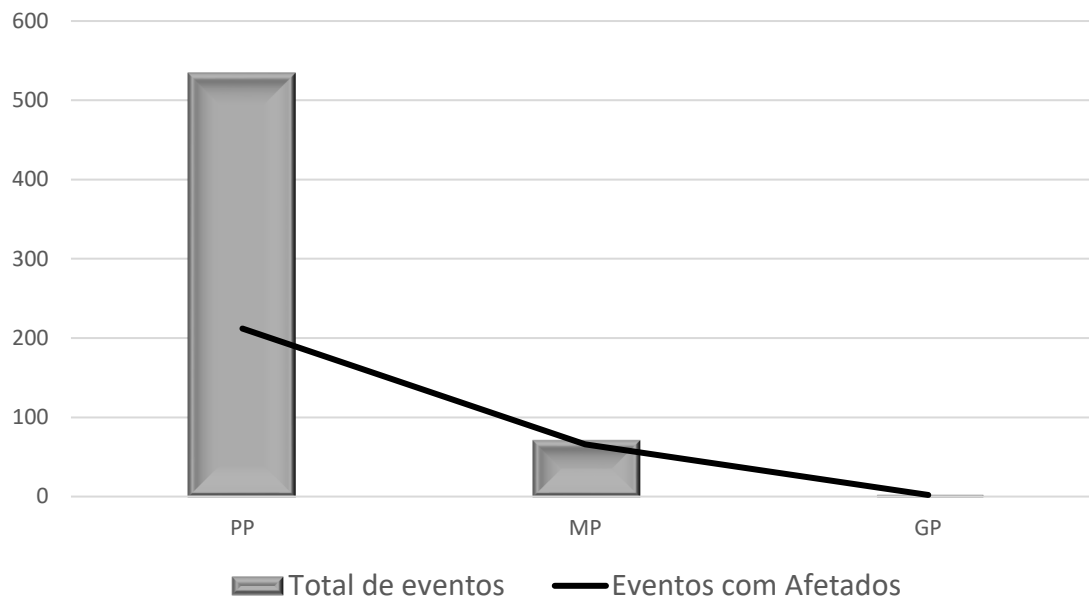


Gráfico 47. Total de eventos e número de eventos com afetados

Ressaltamos 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 negligenciadas em virtude do esperado baixo impacto ou até mesmo em função do foco dado em cada veículo de comunicação.

Para o Cemaden o número de afetados é usado como referência adicional para aferição da magnitude dos eventos e também para estudos de caso onde as informações são refinadas e detalhadas. Dadas as diferentes fontes de informação e os critérios específicos adotados para contabilizar o número de afetados, muitas vezes um evento é reportado com um número elevado de afetados, enquanto outro evento similar é subestimado em relação ao número de afetados.

Como exemplo dessa variação na perspectiva de cada fonte de informação, podem ser citados casos em que uma fonte reporta afetados em virtude de uma tempestade generalizada como vendavais, quedas de árvores, desabamento de moradias e até mesmo estimativas de pessoas prejudicadas pela interrupção de uma via de trânsito. Em contrapartida, outras fontes reportam apenas óbitos e desabrigados em decorrência de deslizamentos ou inundações por exemplo. Assim, um desafio adicional na construção e aperfeiçoamento do banco de dados constitui exatamente na minimização de tais discrepâncias decorrentes da variedade de informações disponíveis.

Assim como na avaliação do impacto médio dos eventos realizada para os dados de 2017, é apresentado a seguir o número médio de afetados para cada nível de magnitude dos eventos (Gráfico 48). Em 2018 os 212 eventos de pequeno porte que apresentaram algum tipo de afetado tiveram uma média de 951 afetados por evento. Os 66 eventos de médio porte com afetados apresentaram média de 24.627 afetados por evento e os 2 eventos de grande porte apresentaram média de 107.070 afetados.

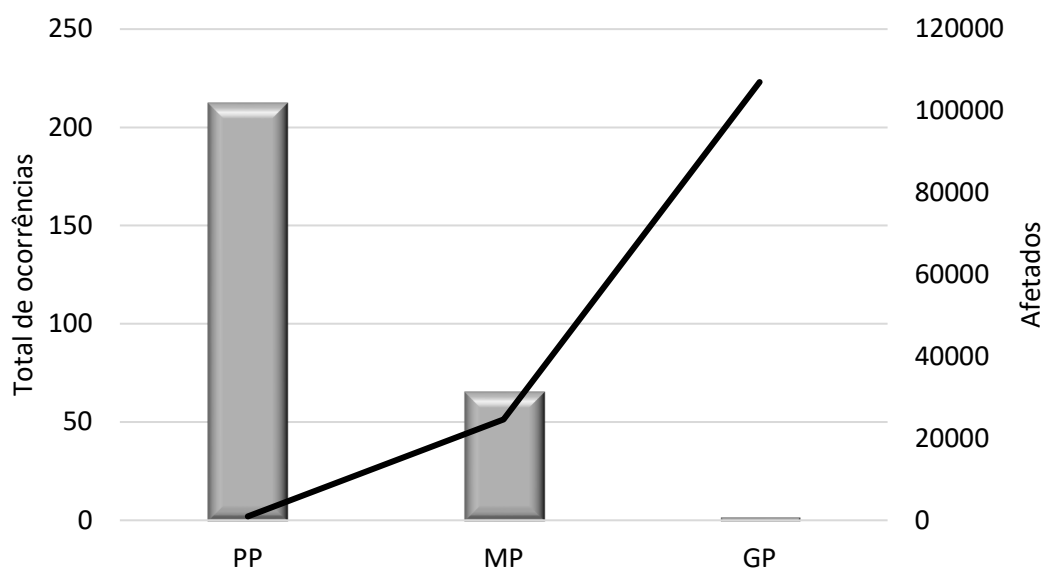


Gráfico 48. Número médio de afetados por eventos de diferentes magnitudes

O Gráfico 49 apresenta os óbitos ocorridos em decorrência de eventos de inundações, enxurradas e deslizamentos. Ao todo foram 23 mortes, sendo 16 por eventos hidrológicos e 7 por deslizamentos. O maior número de óbitos em 2018, foi

derivado de eventos de pequeno porte. Foram 13 mortes por eventos de pequeno porte, 8 mortes por eventos de médio porte e 2 mortes por eventos de grande porte. Estes óbitos por eventos de pequeno porte decorrem do somatório de mortes isoladas em vários eventos distintos resultando em maior número de óbitos.

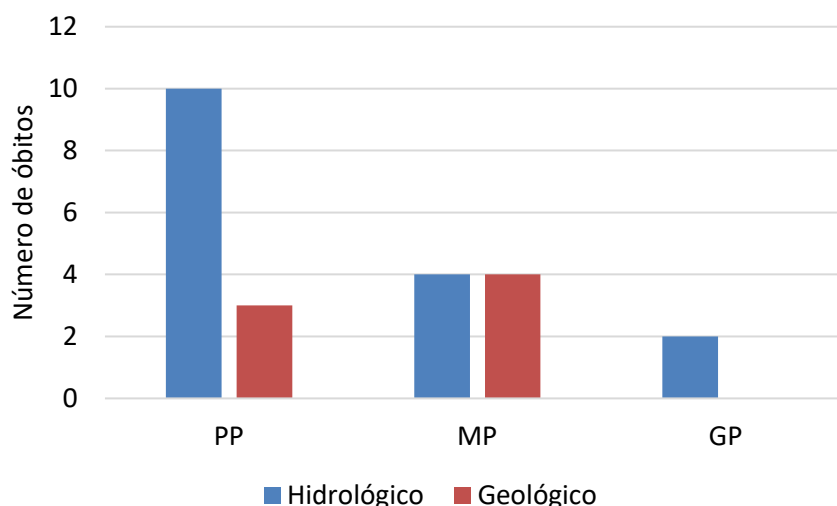


Gráfico 49. Número total de óbitos para cada nível de magnitude

Embora os eventos de médio e grande porte tenham resultado em maior número médio de afetados, da ordem dezenas e centenas de milhares (Gráfico 48), os eventos de pequeno porte foram responsáveis pela maioria dos óbitos em 2018, sugerindo que estes pequenos eventos não podem ser negligenciados ou ignorados.

É importante observar que os dois únicos eventos considerados de grande porte em 2018 referem-se ao tipo hidrológico (inundação). Tais eventos ocorrem de forma mais gradual, proporcionando maior tempo hábil para reação e fuga, e espacialmente abrangente, atingindo, portanto, um maior número de pessoas.

Por outro lado, os eventos de pequeno porte constituem em sua maioria de alagamentos, enxurradas e deslizamentos, os quais em geral possuem abrangência espacial mais restrita e, portanto, atingem número menor de pessoas. Porém ocorrem de forma rápida e abrupta sem grandes chances de fuga para as vítimas afetadas, resultando em maiores chances de fatalidades, o que se traduz em maior número de óbitos. Ressalta-se ainda que os impactos por eventos de pequeno porte estão mais associados a questões estruturais e sociais, indicativas da vulnerabilidade (UNISDR, 2015).

5.1.1 Distribuição dos eventos e impactos ao longo do ano

Conforme indicado no Gráfico 50, o período mais crítico com relação à ocorrência de eventos hidrológicos e geológicos no ano de 2018 foram os meses de janeiro a abril e novembro/dezembro, todos eles com mais de 60 eventos registrados no banco de dados do Cemaden - Reindesc. Embora os dados refiram-se ao intervalo de apenas um ano, é possível identificar a estação seca na maior parte do país de maio a setembro, com exceção de parte das regiões Norte e Nordeste.

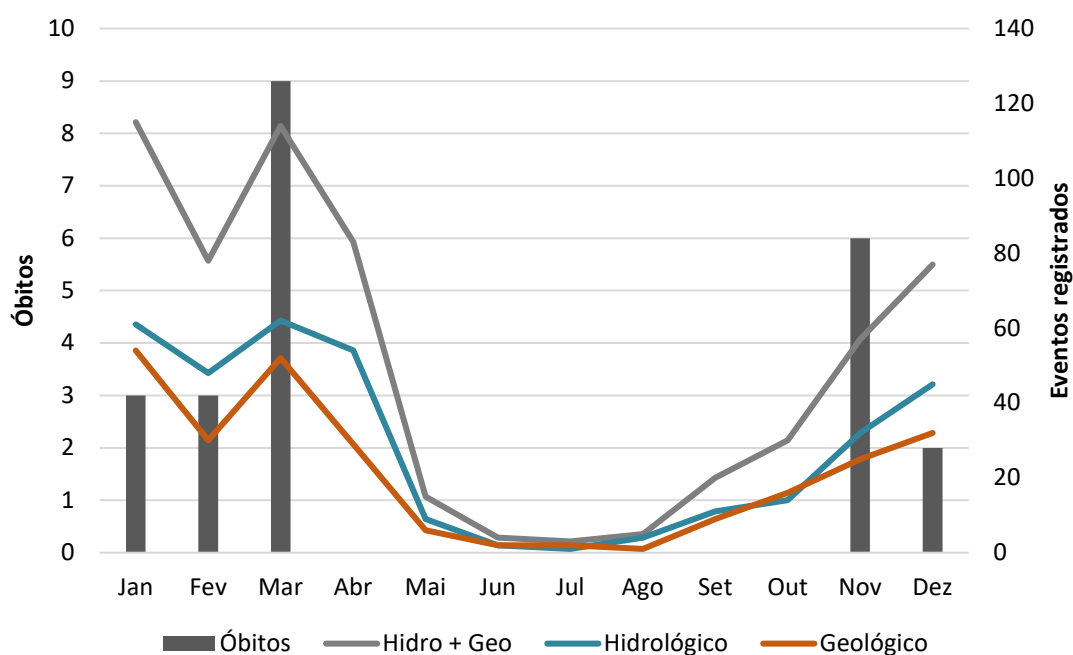


Gráfico 50. Distribuição dos eventos hidrológicos, geológicos e óbitos ao longo do ano

Os eventos registrados entre maio e setembro correspondem quase exclusivamente às regiões Norte e Nordeste, onde a estação chuvosa ocorre nestes meses principalmente no Nordeste.

O mês de março, quando foi registrado o maior número de óbitos, não apresentou nenhum evento específico em termos de magnitude. Os óbitos registrados referem-se a fatalidades isoladas como, por exemplo, enxurradas em São Paulo (SP) e Blumenau (SC), com 2 óbitos cada, um deslizamento em Petrópolis (RJ), com 3 óbitos, 1 deslizamento em Salvador (BA), com o registro de 1 óbito, e um alagamento em Areal (RJ), também com 1 óbito.

Outros eventos significativos em termos de óbitos foram uma sequência de alagamentos em Belo Horizonte no mês de novembro, que resultou em 5 mortes isoladas em diferentes locais naquele município. Entretanto, segundo os critérios considerados para classificação da magnitude, a despeito dos 5 óbitos, os eventos foram considerados de pequeno porte.

Devido às variações climatológicas no Brasil, onde as regiões Norte e Nordeste apresentam um regime de chuvas diferenciado em comparação com o restante do país, não se pode dizer que os meses de maio a setembro sejam menos preocupantes em termos de desastres naturais. Mesmo havendo um número menor de eventos durante esses meses, muitos deles resultam em impactos significativos e, até mesmo, muitos óbitos, como observado no ano de 2017. No entanto, fica claro que o primeiro e o último trimestres do ano são de fato os mais intensos no tocante a desastres naturais no Brasil e demandam cuidados adicionais pelas equipes de monitoramento do Cemaden.

5.2 Associação dos eventos e alertas

Dentre o conjunto de 601 eventos registrados pelo Cemaden em 2018, 368 destes eventos se associam ao tempo de vigência dos alertas emitidos pelo Centro. O Quadro 3 apresenta os totais de alertas enviados em 2018 e os alertas com eventos observados durante seus períodos de vigência. A análise dos percentuais de alertas com ocorrências observadas é importante para auxiliar na interpretação do significado dos níveis dos alertas em termos de impactos, bem como indicar possíveis ações de respostas a cada nível de alertas.

Quadro 3. Total de alertas emitidos e alertas com eventos registrados, por nível em 2018

Nível do alerta	Total de alertas	Alertas com eventos registrados
Moderado	1.849	252
Alto	222	110
Muito Alto	6	6
Total	2.077	368

Como identificado, dentre os 2.077 alertas enviados apenas 368 tiveram ocorrências observadas. No entanto os níveis dos alertas apontam para uma maior relevância em termos de ocorrências dos alertas de nível alto e muito alto, ou seja, a maior parte dos alertas sem ocorrências referem-se aos alertas de nível moderado (Gráfico 51).

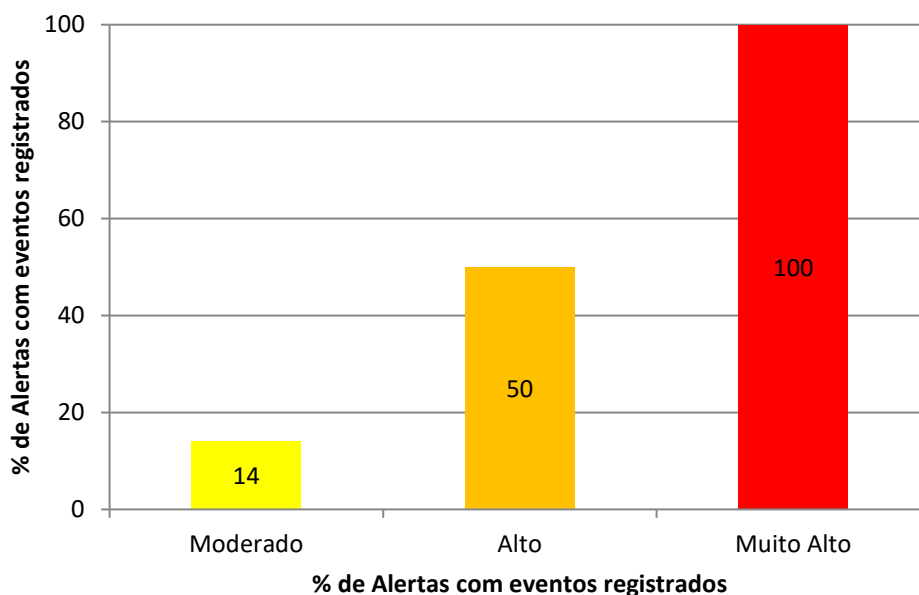


Gráfico 51. Percentual de alertas com eventos registrados pelo total de alertas por nível do alerta em 2018

Todos os alertas de nível muito alto tiveram ocorrências observadas, enquanto 50% dos alertas de nível alto e 14% dos alertas de nível moderado apresentaram algum tipo de ocorrência.

Com base nesses percentuais de alertas com eventos observados em 2018, os alertas de nível moderado apresentam baixo número de ocorrências sugerindo grande imprecisão nas previsões e pouca importância. No entanto, esses alertas moderados representam o primeiro estágio de atenção para os eventos monitorados que, de acordo com sua evolução, são atualizados para situações mais graves.



O significado do moderado:

Em termos de resposta os alertas de nível moderado podem ser entendidos como uma situação de atenção, sobretudo nas *COMUNIDADES MAIS VULNERÁVEIS*, a sinais como chamadas telefônicas informando situações atípicas, presença de áreas de risco, alterações no trânsito e evolução das condições meteorológicas.

O alerta de risco moderado constitui um momento importante que não pode ser ignorado, uma vez que indica um cenário de risco insipiente com tempo para preparação e planejamento de resposta a situações mais graves pelas equipes locais da defesa civil.

Destaca-se ainda que, embora apresentem baixo número de registros, quando há ocorrências em momentos indicados como risco moderado, elas resultam geralmente em pequenos impactos pontuais podendo, em alguns casos, resultar também em óbitos. Não são raras as situações de quedas de barreiras e pequenos barrancos próximos a moradias vulneráveis soterrando pessoas ou alagamentos de vias ocultando perigos que podem interromper o trânsito, danificar veículos e afogar pessoas.

Desde o início das atividades do Cemaden, em 2011, são observados eventos de pequeno porte no Brasil que, a despeito do esperado baixo impacto, têm resultado em impactos significativos quando avaliados em conjunto. Assim, um olhar especial a esses “pequenos eventos” é dedicado nas atividades de monitoramento. Dada a maior influência do aspecto vulnerabilidade e variabilidade das condições que disparam estes pequenos eventos, a construção de cenários de risco torna-se mais complexa e desafiadora, forçando uma abordagem mais conservadora que resulta em grande número de alertas.

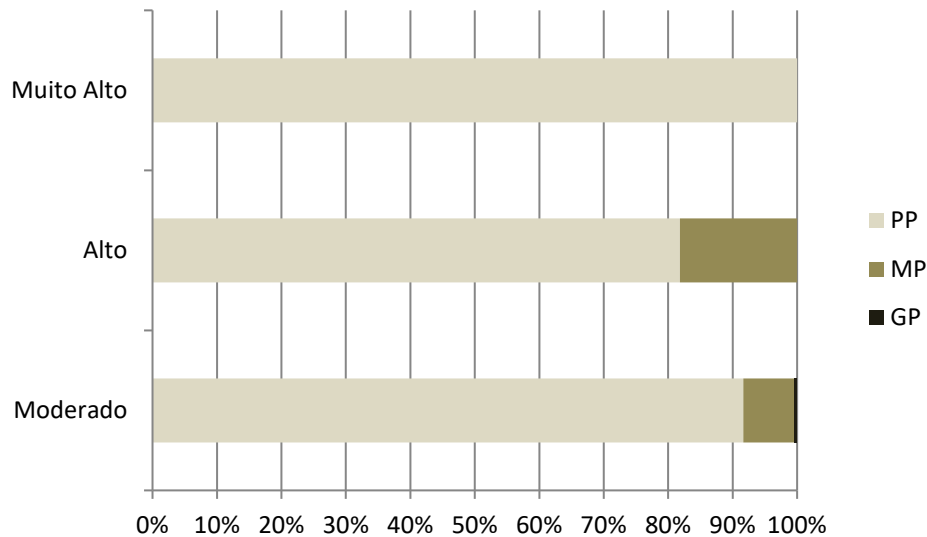


Gráfico 52. Percentual de associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte)

O Gráfico 52 ilustra os níveis dos alertas e os níveis de magnitude dos eventos associados. A associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento ocorre, de modo geral, demonstrando a mesma tendência do ano anterior: os alertas de risco moderado associam-se em sua maioria (95%) aos eventos de pequeno porte. Não obstante ocorrem também, mas em menor proporção, alertas de nível moderado com ocorrências de médio (10%) e grande porte (1%).

Os alertas de risco alto também apresentaram ocorrências de pequeno e médio porte, porém com maior proporção de médio porte (18%), em comparação aos alertas de risco moderado.

Os alertas de risco muito alto apresentaram apenas eventos de pequeno porte. Destaca-se, no entanto, que dentre o conjunto de eventos registrados associados à alertas no ano de 2018, foi observado apenas 1 evento de inundação classificado como de grande porte, para o município de Rio Maria/PA, onde as condições técnicas no momento do envio do alerta sugeriam o envio de alerta de nível moderado.

É importante destacar que a emissão/atualização do alerta, ou mesmo o enquadramento da magnitude do evento registrado, depende de muitos fatores, tais como a disponibilidade de ferramentas 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 alertas e a magnitude dos eventos ocorridos não se alinham.

Reverendo a verificação dos níveis dos alertas e da magnitude dos eventos, para riscos geológico e hidrológico (Gráficos 53 e 54, respectivamente), percebe-se que, embora haja predominância dos eventos de pequeno porte para ambos riscos alertados, o conjunto de alertas de risco hidrológico de nível moderado apresenta maior variabilidade da magnitude dos eventos registrados (87% de eventos de pequeno porte, 12% de médio porte, e 1% de grande porte), em comparação ao conjunto de alertas de risco geológico de nível moderado (97% de eventos de pequeno porte e 3% de médio porte).

A variabilidade da magnitude dos eventos constatada em relação aos alertas hidrológicos de nível moderado pode estar associada ao registro de eventos como as enxurradas/inundações bruscas, os quais podem gerar tanto os pequenos (e mais comuns) acidentes; bem como resultar em impactos localmente significativos, devido ao seu potencial de impacto. No entanto, a emissão de alertas para tais eventos representa um grande desafio operacional, dadas as limitações técnicas e incertezas que envolvem o seu monitoramento, sobretudo em regiões mais remotas e municípios muito pequenos.

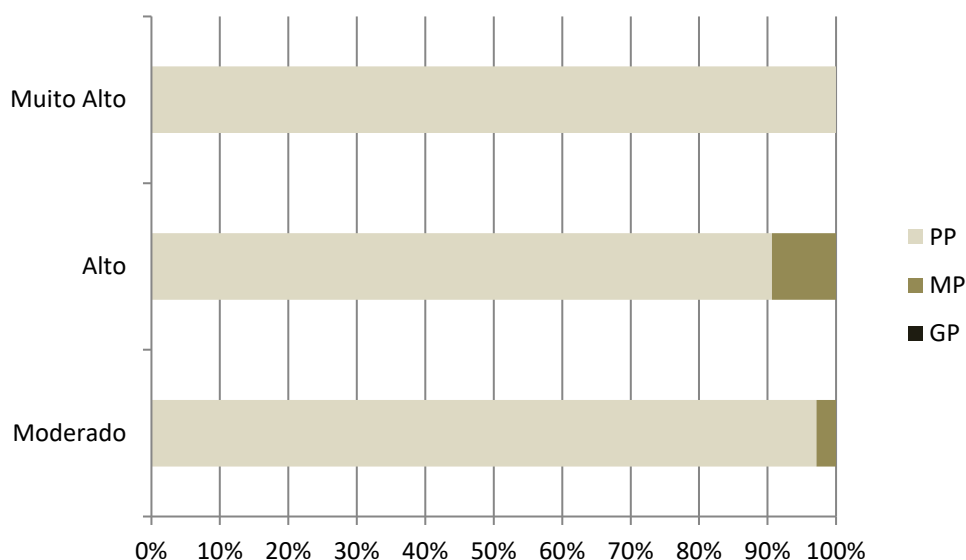


Gráfico 53. Percentual de associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento – Geológico (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte)

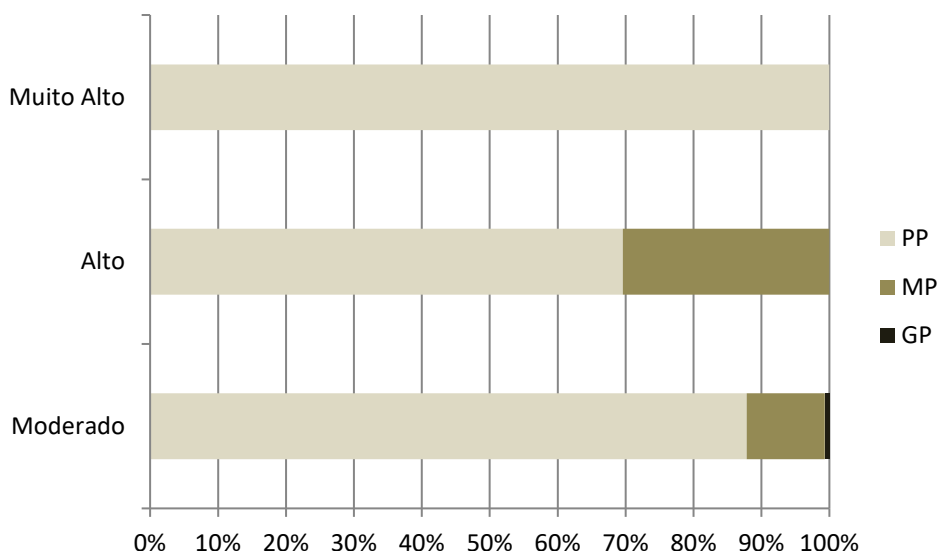


Gráfico 54. Percentual de associação entre o nível do alerta e a magnitude do evento – Hidrológico (PP = Pequeno Porte; MP = Médio Porte; GP = Grande Porte)

Como visto anteriormente, os alertas de nível alto apresentaram maior percentual de eventos de médio porte em relação aos de nível moderado – 10% para os alertas de risco geológico e 30% para os de risco hidrológico.

Este percentual mais expressivo relacionado ao risco hidrológico, pode estar associado ao fato de que tais eventos de médio porte estão representados, em geral, pelas inundações graduais, que são processos mais lentos e associados às grandes bacias. Para esses casos, a avaliação do risco hidrológico (nível alto do alerta) o grau de previsibilidade é maior, levando em consideração a disponibilidade de dados oriundos de estações hidrológicas e o acompanhamento do processo gradual de cheia. Considera-se ainda que os impactos são mais abrangentes e significativos, principalmente no que se refere aos danos humanos e número de afetados.

No que se referem aos alertas de risco geológico, tanto de nível moderado como de alto, a proporção dos eventos de pequeno porte foi maior, em comparação aos alertas hidrológicos. Esses eventos representam basicamente os deslizamentos pontuais associados às intervenções humanas, comumente reportados. Diferentemente do monitoramento hidrológico, onde há maior disponibilidade de dados dinâmicos, o monitoramento e o envio de alertas para o risco de movimentos de massa são fortemente pautados na análise de limiares críticos empiricamente

definidos. Com isso, pode-se dizer então que há uma certa tendência conservadora na avaliação do risco e na definição dos níveis do alerta.

No caso dos alertas de risco muito alto, ao contrário do ano de 2017, que apresentaram predomínio de ocorrências de médio e grande porte, em 2018 este conjunto (considerando tanto os riscos geológicos quanto hidrológicos) apresentou apenas ocorrências de pequeno porte. Conforme observado no início deste tópico, o montante de alertas enviados com o nível muito alto foi muito menor, em comparação aos alertas de nível moderado e alto. Dentre os 6 alertas de nível muito alto, 2 reportaram risco hidrológico e 4 reportaram risco geológico, com o registro de ocorrências pontuais sem danos significativos.

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. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil** – Unidades geomorfológicas. Escala 1:250.000. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia.html>>. Acesso em 20 de jun. 2021.

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). Portaria 148, N.249, 2013, Anexo 1. Seção 1. pp. 58. Brasília, DF.

ROZANTE, J. R.; MOREIRA, D. S.; GONÇALVES, L. G. G. de; VILA, D. A. **Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation over South America, Weather and Forecasting**, 25(3), 885-894. Retrieved May 10, 2021, from https://journals.ametsoc.org/view/journals/wefo/25/3/2010waf2222325_1.xml.

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: UNISDR, 2015.

ANEXO – LISTA DE MUNICÍPIOS MONITORADOS EM 2018

Região Centro-Oeste

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
5200308	Alexânia	GO
5201108	Anápolis	GO
5203104	Baliza	GO
5205406	Ceres	GO
5208004	Formosa	GO
5208905	Goiás	GO
5211503	Itumbiara	GO
5215231	Novo Gama	GO
5221601	Uruaçu	GO
5001904	Bataguassu	MS
5002704	Campo Grande	MS
5003207	Corumbá	MS
5004601	Itaquiraí	MS
5004700	Ivinhema	MS
5005681	Mundo Novo	MS
5008305	Três Lagoas	MS
5100201	Água Boa	MT
5103254	Colniza	MT
5103304	Comodoro	MT
5103353	Confresa	MT
5103403	Cuiabá	MT
5103700	Feliz Natal	MT
5106158	Nova Bandeirantes	MT
5106216	Nova Canaã do Norte	MT
5106232	Nova Olímpia	MT
5106307	Paranatinga	MT
5106422	Peixoto de Azevedo	MT
5107776	Santa Terezinha	MT
5107800	Santo Antônio do Leverger	MT
5107305	São José do Rio Claro	MT
5108600	Vila Rica	MT

Região Norte

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
1200104	Brasiléia	AC
1200252	Epitaciolândia	AC
1200302	Feijó	AC
1200328	Jordão	AC
1200401	Rio Branco	AC
1200609	Tarauacá	AC
1200708	Xapuri	AC
1300029	Alvarães	AM
1300060	Amaturá	AM
1300086	Anamã	AM
1300102	Anori	AM
1300144	Apuí	AM
1300201	Atalaia do Norte	AM
1300300	Autazes	AM
1300508	Barreirinha	AM
1300607	Benjamin Constant	AM
1300631	Beruri	AM
1300680	Boa Vista Ddo Ramos	AM
1300706	Boca do Acre	AM
1300805	Borba	AM
1300839	Caapiranga	AM
1300904	Canutama	AM
1301001	Carauari	AM
1301159	Careiro da Várzea	AM
1301308	Codajás	AM
1301407	Eirunepé	AM
1301506	Envira	AM
1301605	Fonte Boa	AM
1301654	Guajará	AM
1301704	Humaitá	AM
1301803	Ipixuna	AM
1301852	Irlanduba	AM
1301902	Itacoatiara	AM
1302009	Itapiranga	AM
1302108	Japurá	AM
1302207	Juruá	AM
1302306	Jutaí	AM
1302405	Lábrea	AM
1302504	Manacapuru	AM
1302603	Manaus	AM

1302702	Manicoré	AM
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
1302900	Maués	AM
1303007	Nhamundá	AM
1303106	Nova Olinda do Norte	AM
1303304	Novo Aripuanã	AM
1303403	Parintins	AM
1303502	Pauini	AM
1303536	Presidente Figueiredo	AM
1303569	Rio Preto da Eva	AM
1303700	Santo Antônio do Içá	AM
1303809	São Gabriel da Cachoeira	AM
1303908	São Paulo de Olivença	AM
1303957	São Sebastião do Uatumã	AM
1304005	Silves	AM
1304062	Tabatinga	AM
1304104	Tapauá	AM
1304203	Tefé	AM
1304237	Tonantins	AM
1304260	Uarini	AM
1304302	Urucará	AM
1304401	Urucurituba	AM
1600303	Macapá	AP
1600600	Santana	AP
1500107	Abaetetuba	PA
1500404	Alenquer	PA
1500503	Almeirim	PA
1500602	Altamira	PA
1500859	Anapu	PA
1501006	Aveiro	PA
1501204	Baião	PA
1501402	Belém	PA
1501709	Bragança	PA
1502103	Cametá	PA
1502152	Canaã dos Carajás	PA
1502954	Eldorado dos Carajás	PA
1503101	Gurupá	PA
1503507	Irituia	PA
1503606	Itaituba	PA
1503804	Jacundá	PA
1503903	Juruti	PA
1504208	Marabá	PA

1504802	Monte Alegre	PA
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
1504976	Nova Ipixuna	PA
1505031	Novo Progresso	PA
1505106	Óbidos	PA
1505304	Oriximiná	PA
1505403	Ourém	PA
1505536	Parauapebas	PA
1505908	Porto de Moz	PA
1506005	Prainha	PA
1506161	Rio Maria	PA
1506187	Rondon do Pará	PA
1506195	Rurópolis	PA
1506708	Santana do Araguaia	PA
1506807	Santarém	PA
1507458	São Geraldo do Araguaia	PA
1507508	São João do Araguaia	PA
1507805	Senador José Porfírio	PA
1507979	Terra Santa	PA
1508050	Trairão	PA

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
1508100	Tucuruí	PA
1508357	Vitória do Xingu	PA
1100189	Pimenta Bueno	RO
1100205	Porto Velho	RO
1400027	Amajari	RR
1400100	Boa Vista	RR
1400704	Uiramutã	RR
1702109	Araguaína	TO
1702158	Araguanã	TO
1702208	Araguatins	TO
1708205	Formoso do Araguaia	TO
1709005	Goiatins	TO
1718204	Porto Nacional	TO
1718865	Santa Fé do Araguaia	TO
1720200	São Miguel do Tocantins	TO
1720309	São Sebastião do Tocantins	TO
1722107	Xambioá	TO

Região Nordeste

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2700607	Barra de São Miguel	AL
2701100	Branquinha	AL
2701308	Cajueiro	AL
2701357	Campestre	AL
2702108	Colônia Leopoldina	AL
2702306	Coruripe	AL
2702702	Feliz Deserto	AL
2703809	Joaquim Gomes	AL
2704203	Limoeiro de Anadia	AL
2704302	Maceió	AL
2704500	Maragogi	AL
2704708	Marechal Deodoro	AL
2705101	Matriz de Camaragibe	AL
2705507	Murici	AL
2706448	Paripueira	AL
2706604	Paulo Jacinto	AL
2707602	Quebrangulo	AL
2708105	Santana do Mundaú	AL
2708303	São José da Laje	AL
2708501	São Luís do Quitunde	AL
2708600	São Miguel dos Campos	AL
2708907	Satuba	AL
2709301	União dos Palmares	AL
2709400	Viçosa	AL
2901106	Amélia Rodrigues	BA
2901155	América Dourada	BA
2903102	Barra do Rocha	BA
2903409	Belmonte	BA
2903904	Bom Jesus da Lapa	BA
2904902	Cachoeira	BA
2905602	Camacan	BA
2905800	Camamu	BA
2906501	Candeias	BA
2906907	Caravelas	BA
2911204	Gandu	BA
2911808	Guaratinga	BA
2913457	Igrapiúna	BA
2913606	Ilhéus	BA
2914802	Itabuna	BA

2914901	Itacaré	BA
2915304	Itagimirim	BA
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2915601	Itamaraju	BA
2916401	Itapetinga	BA
2917102	Itororó	BA
2917300	Ituberá	BA
2917508	Jacobina	BA
2917607	Jaguaquara	BA
2918407	Juazeiro	BA
2919009	Lajedinho	BA
2919157	Lapão	BA
2919207	Lauro de Freitas	BA
2920205	Malhada	BA
2920601	Maragogipe	BA
2921104	Medeiros Neto	BA
2921609	Morpará	BA
2922409	Mutuípe	BA
2922508	Nazaré	BA
2923001	Nova Viçosa	BA
2923902	Pau Brasil	BA
2925303	Porto Seguro	BA
2925501	Prado	BA
2927408	Salvador	BA
2927705	Santa Cruz Cabrália	BA
2928059	Santa Luzia	BA
2928604	Santo Amaro	BA
2929008	São Félix	BA
2930105	Senhor do Bonfim	BA
2930709	Simões Filho	BA
2931202	Taperoá	BA
2932903	Valença	BA
2933307	Vitória da Conquista	BA
2300200	Acaraú	CE
2300754	Amontada	CE
2301703	Aurora	CE
2302107	Baturité	CE
2302305	Bela Cruz	CE
2302800	Canindé	CE
2303006	Caridade	CE
2303709	Caucaia	CE

2303907	Chaval	CE
2304004	Coreaú	CE
2304103	Cratós	CE
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2304202	Crato	CE
2304400	Fortaleza	CE
2304707	Granja	CE
2305407	Icó	CE
2305506	Iguatu	CE
2306108	Irauçuba	CE
2306207	Itaiçaba	CE
2307007	Jaguaruana	CE
2307304	Juazeiro do Norte	CE
2307502	Lavras da Mangabeira	CE
2307601	Limoeiro do Norte	CE
2307635	Madalena	CE
2307650	Maracanaú	CE
2307700	Maranguape	CE
2307809	Marco	CE
2308104	Mauriti	CE
2308203	Meruoca	CE
2308401	Missão Velha	CE
2308708	Morada Nova	CE
2308807	Moraújo	CE
2308906	Morrinhos	CE
2309805	Pacoti	CE
2309904	Pacujá	CE
2311405	Quixeramobim	CE
2311504	Quixeré	CE
2311801	Russas	CE
2312007	Santana do Acaraú	CE
2312908	Sobral	CE
2313104	Tabuleiro do Norte	CE
2314102	Viçosa do Ceará	CE
2100436	Alto Alegre do Maranhão	MA
2100477	Alto Alegre do Pindaré	MA
2100501	Alto Parnaíba	MA
2100832	Apicum-Açu	MA
2100907	Araioses	MA
2100956	Arame	MA
2101004	Arari	MA
2101202	Bacabal	MA
2101301	Bacuri	MA
2101400	Balsas	MA

2101772	Bela Vista do Maranhão	MA
2101806	Benedito Leite	MA
2101970	Boa Vista do Gurupi	MA
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2102101	Brejo	MA
2102200	Buriti	MA
2102325	Buriticupu	MA
2102507	Cajari	MA
2102705	Cantanhede	MA
2103000	Caxias	MA
2103158	Centro do Guilherme	MA
2103208	Chapadinha	MA
2103307	Codó	MA
2103406	Coelho Neto	MA
2103505	Colinas	MA
2103554	Conceição do Lago-Açu	MA
2103604	Coroatá	MA
2103802	Dom Pedro	MA
2103901	Duque Bacelar	MA
2104008	Esperantinópolis	MA
2104107	Fortaleza dos Nogueiras	MA
2104206	Fortuna	MA
2104800	Grajaú	MA
2105104	Icatu	MA
2105153	Igarapé do Meio	MA
2105302	Imperatriz	MA
2105401	Itapecuru Mirim	MA
2105450	Jatobá	MA
2105708	Lago da Pedra	MA
2105807	Lago do Junco	MA
2105948	Lago dos Rodrigues	MA
2105906	Lago Verde	MA
2105963	Lagoa Grande do Maranhão	MA
2106300	Magalhães de Almeida	MA
2106359	Marajá do Sena	MA
2106607	Matões	MA
2106631	Matões do Norte	MA
2106755	Miranda do Norte	MA
2106805	Mirinzal	MA
2106904	Monção	MA
2107209	Nina Rodrigues	MA
2107456	Olinda Nova do Maranhão	MA
2107506	Paço do Lumiar	MA

2107605	Palmeirândia	MA
2107803	Parnarama	MA
2108207	Pedreiras	MA
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2108306	Penalva	MA
2108454	Peritoró	MA
2108504	Pindaré-Mirim	MA
2108702	Pio XII	MA
2108801	Pirapemas	MA
2108900	Poço de Pedras	MA
2109106	Presidente Dutra	MA
2109304	Presidente Vargas	MA
2109601	Rosário	MA
2109759	Santa Filomena do Maranhão	MA
2109809	Santa Helena	MA
2110005	Santa Luzia	MA
2110104	Santa Quitéria do Maranhão	MA
2110278	Santo Amaro do Maranhão	MA
2110609	São Bernardo	MA
2110807	São Félix de Balsas	MA
2111300	São Luís	MA
2111409	São Luiz Gonzaga do Maranhão	MA
2111508	São Mateus do Maranhão	MA
2111532	São Pedro da Água Branca	MA
2111722	Satubinha	MA
2112100	Timbiras	MA
2112209	Timon	MA
2112233	Trizidela do Vale	MA
2112274	Tufilândia	MA
2112456	Turilândia	MA
2112704	Vargem Grande	MA
2112803	Viana	MA
2112902	Vitória do Mearim	MA
2500304	Alagoa Grande	PB
2500502	Alagoinha	PB
2501807	Bayeux	PB
2503001	Caaporã	PB
2503209	Cabedelo	PB
2504009	Campina Grande	PB
2504801	Coremas	PB
2507507	João Pessoa	PB

2509305	Mataraca	PB
2509800	Mulungu	PB
2510808	Patos	PB
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2511905	Pitimbu	PB
2513901	São Bento	PB
2515302	Sapé	PB
2516201	Sousa	PB
2600054	Abreu e Lima	PE
2600401	Água Preta	PE
2600500	Águas Belas	PE
2600807	Altinho	PE
2600906	Amaraji	PE
2601300	Barra de Guabiraba	PE
2601409	Barreiros	PE
2601508	Belém de Maria	PE
2601706	Belo Jardim	PE
2601904	Bezerros	PE
2602902	Cabo de Santo Agostinho	PE
2603009	Cabrobó	PE
2603108	Cachoeirinha	PE
2603454	Camargibe	PE
2604106	Caruaru	PE
2604205	Catende	PE
2604502	Chã Grande	PE
2604700	Correntes	PE
2604809	Cortês	PE
2605202	Escada	PE
2605707	Floresta	PE
2605905	Gameleira	PE
2606002	Garanhuns	PE
2606200	Goiana	PE
2606606	Ibimirim	PE
2606804	Igarassu	PE
2607604	Ilha de Itamaracá	PE
2607208	Ipojuca	PE
2607307	Ipubi	PE
2607752	Itapissuma	PE
2607901	Jaboatão dos Guararapes	PE
2607950	Jaqueira	PE
2608206	Joaquim Nabuco	PE
2608404	Jurema	PE
2608750	Lagoa Grande	PE
2608800	Lajedo	PE

2609006	Macaparana	PE
2609204	Maraial	PE
2609402	Moreno	PE
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2609501	Nazaré da Mata	PE
2609600	Olinda	PE
2609808	Orocó	PE
2610004	Palmares	PE
2610707	Paulista	PE
2610905	Pesqueira	PE
2611101	Petrolina	PE
2611200	Poçoão	PE
2611309	Pombos	PE
2611408	Primavera	PE
2611507	Quipapá	PE
2611606	Recife	PE
2611804	Ribeirão	PE
2611903	Rio Formoso	PE
2612000	Sairé	PE
2612406	Sanharó	PE
2612901	São Benedito do Sul	PE
2613305	São Joaquim do Monte	PE
2613701	São Lourenço da Mata	PE
2613800	São Vicente Ferrer	PE
2613909	Serra Talhada	PE
2614105	Sertânia	PE
2614204	Sirinhaém	PE
2614709	Tacaimbó	PE
2616308	Vicência	PE
2616407	Vitória de Santo Antão	PE
2616506	Xexéu	PE
2200301	Alto Longá	PI
2201200	Barras	PI
2201507	Batalha	PI
2201945	Boqueirão do Piauí	PI
2202000	Buriti dos Lopes	PI
2202083	Cajueiro da Praia	PI
2202208	Campo Maior	PI
2202604	Castelo do Piauí	PI
2202653	Caxingó	PI
2202703	Cocal	PI
2203701	Esperantina	PI
2203909	Floriano	PI
2204659	Ilha Grande	PI

2205805	Luzilândia	PI
2206100	Matias Olímpio	PI
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
2206209	Miguel Alves	PI
2207504	Palmeirais	PI
2207702	Parnaíba	PI
2208304	Piracuruca	PI
2208502	Porto	PI
2209153	Santa Cruz dos Milagres	PI
2210052	São José do Divino	PI
2211001	Teresina	PI
2211100	União	PI
2211209	Uruçuí	PI
2400208	Açu	RN
2400703	Alto do Rodrigues	RN
2401008	Apodi	RN
2401404	Baía Formosa	RN
2402006	Caicó	RN
2402204	Canguaretama	RN
2402501	Carnaubais	RN
2402600	Ceará Mirim	RN
2403608	Extremoz	RN
2404200	Goianinha	RN
2404507	Guamaré	RN
2404705	Ipanguaçu	RN
2404853	Itajá	RN
2405603	Jardim de Piranhas	RN
2405801	João Câmara	RN
2406106	Jucurutu	RN
2407203	Macau	RN
2407500	Maxaranguape	RN
2408003	Mossoró	RN
2408102	Natal	RN
2409308	Patu	RN
2409902	Pendências	RN
2410256	Porto do Mangue	RN
2412203	São José de Mipibu	RN
2412807	São Rafael	RN
2414407	Touros	RN
2414605	Upanema	RN
2414704	Várzea	RN
2800308	Aracaju	SE
2804003	Maruim	SE
2805406	Poço Redondo	SE

Região Sul

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
4100400	Almirante Tamandaré	PR
4101200	Antonina	PR
4101408	Apucarana	PR
4103305	Borrazópolis	PR
4103602	Cambará	PR
4104006	Campina Grande do Sul	PR
4104204	Campo Largo	PR
4104253	Campo Magro	PR
4104451	Cantagalo	PR
4104600	Capitão Leônidas Marques	PR
4105201	Cerro Azul	PR
4105805	Colombo	PR
4106902	Curitiba	PR
4107652	Fazenda Rio Grande	PR
4108304	Foz do Iguaçu	PR
4108403	Francisco Beltrão	PR
4108502	General Carneiro	PR
4109302	Guaraniaçu	PR
4111258	Itaperuçu	PR
4111555	Ivaté	PR
4111902	Jaguapitã	PR
4112009	Jaguariaíva	PR
4116208	Morretes	PR
4118204	Paranaguá	PR
4118501	Pato Branco	PR
4119152	Pinhais	PR
4119509	Piraquara	PR
4121000	Querência do Norte	PR
4122206	Rio Branco do Sul	PR
4122305	Rio Negro	PR
4125506	São José dos Pinhais	PR
4125605	São Mateus do Sul	PR
4125704	São Miguel do Iguaçu	PR
4127908	Tuneiras do Oeste	PR
4128104	Umuarama	PR
4128203	União da Vitória	PR
4300406	Alegrete	RS
4300570	Alto Feliz	RS
4301305	Arroio Grande	RS

4303004	Cachoeira do Sul	RS
4304200	Candelária	RS
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
4304663	Capão do Leão	RS
4305108	Caxias do Sul	RS
4306205	Cruzeiro do Sul	RS
4306601	Dom Pedrito	RS
4306767	Eldorado do Sul	RS
4306809	Encantado	RS
4307807	Estrela	RS
4308300	Fontoura Xavier	RS
4309605	Horizontina	RS
4310108	Igrejinha	RS
4310603	Itaqui	RS
4310652	Itati	RS
4311007	Jaguarão	RS
4311403	Lajeado	RS
4313409	Novo Hamburgo	RS
4314050	Parobé	RS
4314209	Pedro Osório	RS
4314407	Pelotas	RS
4314902	Porto Alegre	RS
4315305	Quaraí	RS
4316006	Rolante	RS
4316402	Rosário do Sul	RS
4316907	Santa Maria	RS
4318408	São Jerônimo	RS
4318804	São Lourenço do Sul	RS
4319505	São Sebastião do Caí	RS
4320008	Sapucaia do Sul	RS
4320800	Soledade	RS
4321303	Taquari	RS
4321451	Teutônia	RS
4321501	Torres	RS
4321709	Três Coroas	RS
4322400	Uruguaiana	RS
4322608	Venâncio Aires	RS
4200606	Águas Mornas	SC
4200705	Alfredo Wagner	SC
4201109	Anitápolis	SC
4201208	Antônio Carlos	SC

4201406	Araranguá	SC
4202008	Balneário Camboriú	SC
4212809	Balneário Piçarras	SC
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
4202107	Barra Velha	SC
4202206	Benedito Novo	SC
4202404	Blumenau	SC
4202453	Bombinhas	SC
4202701	Botuverá	SC
4202800	Braço do Norte	SC
4202909	Brusque	SC
4203006	Caçador	SC
4203204	Camboriú	SC
4203709	Canelinha	SC
4204558	Correia Pinto	SC
4204509	Corupá	SC
4204608	Criciúma	SC
4205407	Florianópolis	SC
4205456	Forquilha	SC
4205704	Garopaba	SC
4205803	Garuva	SC
4205902	Gaspar	SC
4206009	Governador Celso Ramos	SC
4206702	Herval d'Oeste	SC
4207106	Ilhota	SC
4207304	Imbituba	SC
4208203	Itajaí	SC
4208302	Itapema	SC
4208401	Itapiranga	SC
4208450	Itapoá	SC
4208500	Ituporanga	SC
4208708	Jacinto Machado	SC
4208906	Jaraguá do Sul	SC
4209003	Joaçaba	SC
4209102	Joinville	SC
4209151	José Boiteux	SC
4209300	Lages	SC
4210001	Luiz Alves	SC
4210100	Mafra	SC

4210407	Maracajá	SC
4210803	Meleiro	SC
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
4210852	Mirim Doce	SC
4211207	Morro da Fumaça	SC
4211306	Navegantes	SC
4211504	Nova Trento	SC
4211603	Nova Veneza	SC
4211900	Palhoça	SC
4212106	Palmitos	SC
4212502	Penha	SC
4213203	Pomerode	SC
4213302	Ponte Alta	SC
4213351	Ponte Alta do Norte	SC
4213500	Porto Belo	SC
4213609	Porto União	SC
4214003	Presidente Getúlio	SC
4214300	Rancho Queimado	SC
4214508	Rio do Campo	SC
4214805	Rio do Sul	SC
4214904	Rio Fortuna	SC
4215000	Rio Negrinho	SC
4215109	Rodeio	SC
4215703	Santo Amaro da Imperatriz	SC
4215802	São Bento do Sul	SC
4216305	São João Batista	SC
4216602	São José	SC
4217402	Schroeder	SC
4217808	Taió	SC
4218004	Tijucas	SC
4218103	Timbé do Sul	SC
4218202	Timbó	SC
4218301	Três Barras	SC
4218707	Tubarão	SC
4218806	Turvo	SC
4218905	Urubici	SC
4219200	Vidal Ramos	SC
4219507	Xanxerê	SC

Região Sudeste

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3200102	Afonso Cláudio	ES
3200169	Água Doce do Norte	ES
3200201	Alegre	ES
3200300	Alfredo Chaves	ES
3200409	Anchieta	ES
3200508	Apiacá	ES
3200607	Aracruz	ES
3200706	Atilio Vivacqua	ES
3200805	Baixo Guandu	ES
3200904	Barra de São Francisco	ES
3201001	Boa Esperança	ES
3201100	Bom Jesus do Norte	ES
3201159	Brejetuba	ES
3201209	Cachoeiro de Itapemirim	ES
3201308	Cariacica	ES
3201407	Castelo	ES
3201506	Colatina	ES
3201605	Conceição da Barra	ES
3201704	Conceição do Castelo	ES
3201902	Domingos Martins	ES
3202108	Ecoporanga	ES
3202207	Fundão	ES
3202256	Governador Lindenberg	ES
3202306	Guaçuí	ES
3202405	Guarapari	ES
3202454	Ibatiba	ES
3202504	Ibiraçu	ES
3202553	Ibitirama	ES
3202702	Itaguaçu	ES
3202801	Itapemirim	ES
3202900	Itarana	ES
3203007	Iúna	ES
3203106	Jerônimo Monteiro	ES
3203130	João Neiva	ES
3203163	Laranja da Terra	ES
3203205	Linhares	ES
3203304	Mantenópolis	ES
3203346	Marechal Floriano	ES
3203353	Marilândia	ES
3203403	Mimoso do Sul	ES

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3203502	Montanha	ES
3203601	Mucurici	ES
3203700	Muniz Freire	ES
3203809	Muqui	ES
3203908	Nova Venécia	ES
3204005	Pancas	ES
3204054	Pedro Canário	ES
3204104	Pinheiros	ES
3204203	Piúma	ES
3204252	Ponto Belo	ES
3204302	Presidente Kennedy	ES
3204351	Rio Bananal	ES
3204401	Rio Novo do Sul	ES
3204500	Santa Leopoldina	ES
3204559	Santa Maria do Jetibá	ES
3204609	Santa Teresa	ES
3204658	São Domingos do Norte	ES
3204708	São Gabriel da Palha	ES
3204807	São José do Calçado	ES
3204906	São Mateus	ES
3204955	São Roque do Canaã	ES
3205002	Serra	ES
3205036	Vargem Alta	ES
3205101	Viana	ES
3205150	Vila Pavão	ES
3205200	Vila Velha	ES
3205309	Vitória	ES
3100609	Água Boa	MG
3101102	Aimorés	MG
3101508	Além Paraíba	MG
3153509	Alto Jequitibá	MG
3102308	Alvinópolis	MG
3104601	Astolfo Dutra	MG
3105608	Barbacena	MG
3105707	Barra Longa	MG
3106200	Belo Horizonte	MG
3106309	Belo Oriente	MG
3106408	Belo Vale	MG
3106705	Betim	MG
3107109	Boa Esperança	MG
3109006	Brumadinho	MG

3109402	Buritzeiro	MG
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3110004	Caeté	MG
3110806	Campanário	MG
3112059	Cantagalo	MG
3112307	Capelinha	MG
3112901	Caputira	MG
3113008	Caraí	MG
3113206	Carandaí	MG
3113305	Carangola	MG
3113404	Caratinga	MG
3113602	Careaçu	MG
3113701	Carlos Chagas	MG
3114105	Carmo de Minas	MG
3114501	Carmópolis de Minas	MG
3115300	Cataguases	MG
3115904	Chácara	MG
3116001	Chalé	MG
3116100	Chapada do Norte	MG
3117504	Conceição do Mato Dentro	MG
3118007	Congonhas	MG
3118304	Conselheiro Lafaiete	MG
3118601	Contagem	MG
3119203	Coroaci	MG
3119401	Coronel Fabriciano	MG
3121100	Delfim Moreira	MG
3121704	Diogo de Vasconcelos	MG
3121902	Divinésia	MG
3122504	Dom Cavati	MG
3122603	Dom Joaquim	MG
3122900	Dona Eusébia	MG
3123700	Engenheiro Caldas	MG
3124005	Ervália	MG
3124203	Espera Feliz	MG
3125002	Ewbank da Câmara	MG
3125804	Fernandes Tourinho	MG
3126703	Francisco Sá	MG
3126901	Frei Inocência	MG
3127701	Governador Valadares	MG
3128204	Guaraciaba	MG
3128808	Guidoval	MG
3129004	Guiricema	MG
3129301	Iapu	MG

3129806	Ibirité	MG
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3130903	Inhapim	MG
3131307	Ipatinga	MG
3131703	Itabira	MG
3132107	Itacarambi	MG
3132404	Itajubá	MG
3132701	Itambacuri	MG
3133006	Itamonte	MG
3133204	Itanhomi	MG
3133501	Itapeçerica	MG
3135076	Jampruca	MG
3135209	Januária	MG
3135407	Jeceaba	MG
3136207	João Monlevade	MG
3136702	Juiz de Fora	MG
3137007	Ladainha	MG
3137536	Lagoa Grande	MG
3137700	Lajinha	MG
3137809	Lambari	MG
3139201	Malacacheta	MG
3139409	Manhuaçu	MG
3139508	Manhumirim	MG
3139607	Mantena	MG
3140001	Mariana	MG
3140407	Marmelópolis	MG
3140605	Materlândia	MG
3140803	Matias Barbosa	MG
3140852	Matias Cardoso	MG
3142205	Miraí	MG
3143153	Monte Formoso	MG
3143302	Montes Claros	MG
3143708	Morro do Pilar	MG
3143906	Muriaé	MG
3144003	Mutum	MG
3144300	Nanuque	MG
3144359	Naque	MG
3144672	Nova Belém	MG
3144805	Nova Lima	MG
3145307	Novo Cruzeiro	MG
3146107	Ouro Preto	MG
3146305	Padre Paraíso	MG
3147808	Passa-Vinte	MG
3148202	Patrocínio do Muriaé	MG

3149903	Perdões	MG
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3149952	Periquito	MG
3150109	Piau	MG
3150802	Piranga	MG
3151107	Pirapetinga	MG
3151206	Pirapora	MG
3152105	Ponte Nova	MG
3152501	Pouso Alegre	MG
3153400	Presidente Olegário	MG
3153905	Raposos	MG
3154002	Raul Soares	MG
3154150	Reduto	MG
3154309	Resplendor	MG
3154606	Ribeirão das Neves	MG
3154804	Rio Acima	MG
3154903	Rio Casca	MG
3155702	Rio Piracicaba	MG
3156205	Rochedo de Minas	MG
3156700	Sabará	MG
3156809	Sabinópolis	MG
3157807	Santa Luzia	MG
3159605	Santa Rita do Sapucaí	MG
3160207	Santo Antônio do Itambé	MG
3160702	Santos Dumont	MG
3161106	São Francisco	MG
3162302	São João da Mata	MG
3162500	São João del Rei	MG
3162906	São João Nepomuceno	MG
3164100	São Pedro do Suaçuí	MG
3164001	São Pedro dos Ferros	MG
3165503	Sardoá	MG
3166006	Senhora de Oliveira	MG
3167509	Simão Pereira	MG
3168606	Teófilo Otoni	MG
3168705	Timóteo	MG
3169307	Três Corações	MG
3169356	Três Marias	MG
3169901	Ubá	MG
3170404	Unai	MG
3171006	Vazante	MG
3171204	Vespasiano	MG
3171303	Viçosa	MG
3171907	Virgolândia	MG

3172004	Visconde do Rio Branco	MG
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3300100	Angra dos Reis	RJ
3300225	Areal	RJ
3300456	Belford Roxo	RJ
3300506	Bom Jardim	RJ
3300803	Cachoeiras de Macacu	RJ
3301108	Cantagalo	RJ
3302601	Mangaratiba	RJ
3303302	Niterói	RJ
3303401	Nova Friburgo	RJ
3303906	Petrópolis	RJ
3304557	Rio de Janeiro	RJ
3304607	Santa Maria Madalena	RJ
3305109	São João do Meriti	RJ
3305158	São José do Vale do Rio Preto	RJ
3305703	Sumidouro	RJ
3305802	Teresópolis	RJ
3500501	Águas de Lindóia	SP
3500600	Águas de São Pedro	SP
3501152	Alumínio	SP
3501905	Amparo	SP
3502002	Analândia	SP
3502705	Apiaí	SP
3503802	Artur Nogueira	SP
3504107	Atibaia	SP
3504503	Avaré	SP
3505351	Barra do Chapéu	SP
3505401	Barra do Turvo	SP
3506003	Bauru	SP
3507605	Bragança Paulista	SP
3508405	Cabreúva	SP
3508801	Cafelândia	SP
3509254	Cajati	SP
3509502	Campinas	SP
3509700	Campos do Jordão	SP
3509908	Cananéia	SP
3510500	Caraguatatuba	SP
3510609	Carapicuíba	SP
3511508	Cerquillo	SP
3511607	Cesário Lange	SP
3511706	Charqueada	SP
3512308	Conchas	SP

3512704	Corumbataí	SP
GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3513504	Cubatão	SP
3513603	Cunha	SP
3513801	Diadema	SP
3514403	Dracena	SP
3514809	Eldorado	SP
3515004	Embu das Artes	SP
3515103	Embu-Guaçu	SP
3515186	Espírito Santo do Pinhal	SP
3557303	Estiva Gerbi	SP
3515509	Fernandópolis	SP
3516309	Francisco Morato	SP
3518305	Guararema	SP
3518800	Guarulhos	SP
3520301	Iguape	SP
3520426	Ilha Comprida	SP
3521002	Iperó	SP
3521200	Iporanga	SP
3522109	Itanhaém	SP
3522158	Itaóca	SP
3522208	Itapecerica da Serra	SP
3522653	Itapirapuã Paulista	SP
3523107	Itaquaquetuba	SP
3523305	Itariri	SP
3523909	Itu	SP
3524600	Jacupiranga	SP
3525003	Jandira	SP
3525508	Joanópolis	SP
3526100	Juquiá	SP
3526209	Juquitiba	SP
3526902	Limeira	SP
3527009	Lindóia	SP
3528403	Mairinque	SP
3528502	Mairiporã	SP
3529005	Marília	SP
3529401	Mauá	SP
3529906	Miracatu	SP

GEOCÓDIGO	MUNICÍPIO	UF
3530904	Mombuca	SP
3531803	Monte Mor	SP
3532009	Morungaba	SP
3534906	Pacaembu	SP
3536000	Parapuã	SP
3536208	Pariquera-Açu	SP
3536802	Pedra Bela	SP
3537107	Pedreira	SP
3537206	Pedro de Toledo	SP
3537503	Pereiras	SP
3537602	Peruíbe	SP
3538204	Pinhalzinho	SP
3540507	Porangaba	SP
3541000	Praia Grande	SP
3542602	Registro	SP
3542800	Ribeira	SP
3544004	Rio das Pedras	SP
3544103	Rio Grande da Serra	SP
3545159	Saltinho	SP
3547304	Santana de Parnaíba	SP
3547809	Santo André	SP
3548500	Santos	SP
3548708	São Bernardo do Campo	SP
3549904	São José dos Campos	SP
3549953	São Lourenço da Serra	SP
3550308	São Paulo	SP
3550407	São Pedro	SP
3551801	Sete Barras	SP
3552205	Sorocaba	SP
3552403	Sumaré	SP
3552809	Taboão da Serra	SP
3553500	Tapiraí	SP
3555406	Ubatuba	SP
3556404	Vargem Grande do Sul	SP
3557006	Votorantim	SP



Cemaden

Centro Nacional de Monitoramento
e Alertas de Desastres Naturais
Unidade de Pesquisa do MCTI

**MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES**



**PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL**