



Ciência, Tecnologia e Inovação à serviço da gestão de risco de desastres:

Um exemplo para o caso de São Sebastião-SP

Pedro Ivo Camarinha

Especialista em Geodinâmica e Geologia de Desastres (Cemaden-MCTI)

PhD. Ciências do Sistema Terrestre – Mudanças Climáticas e Desastres



O QUE É UM “DESASTRE NATURAL”?

Evento adverso
(ameaça/perigo)



X

Vulnerabilidade e Exposição



=

DESASTRE



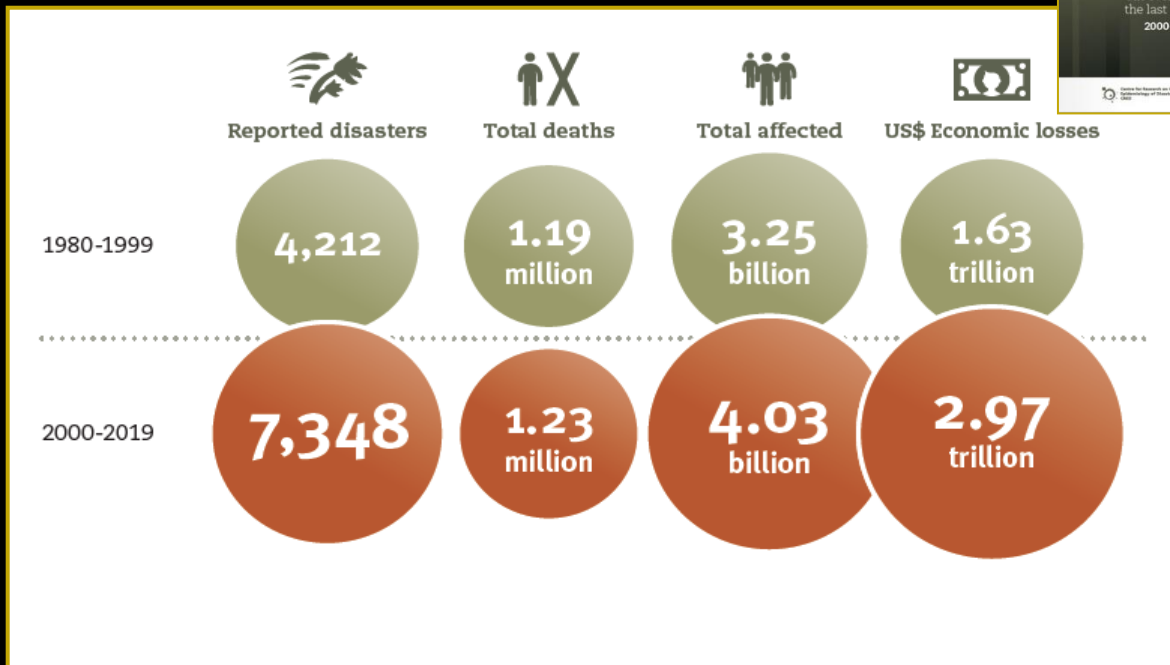
X



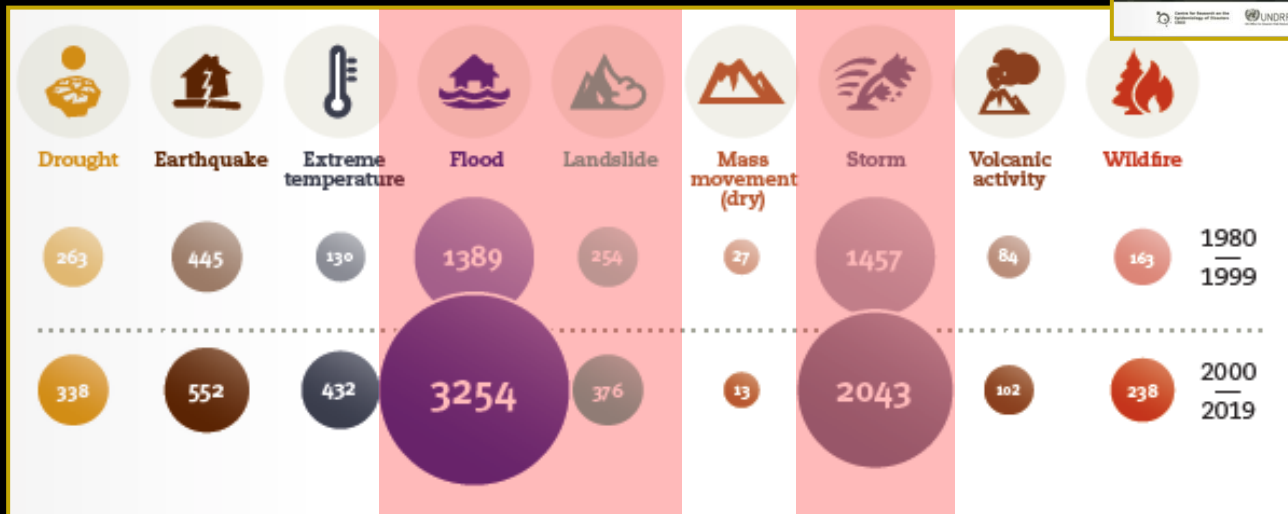
=



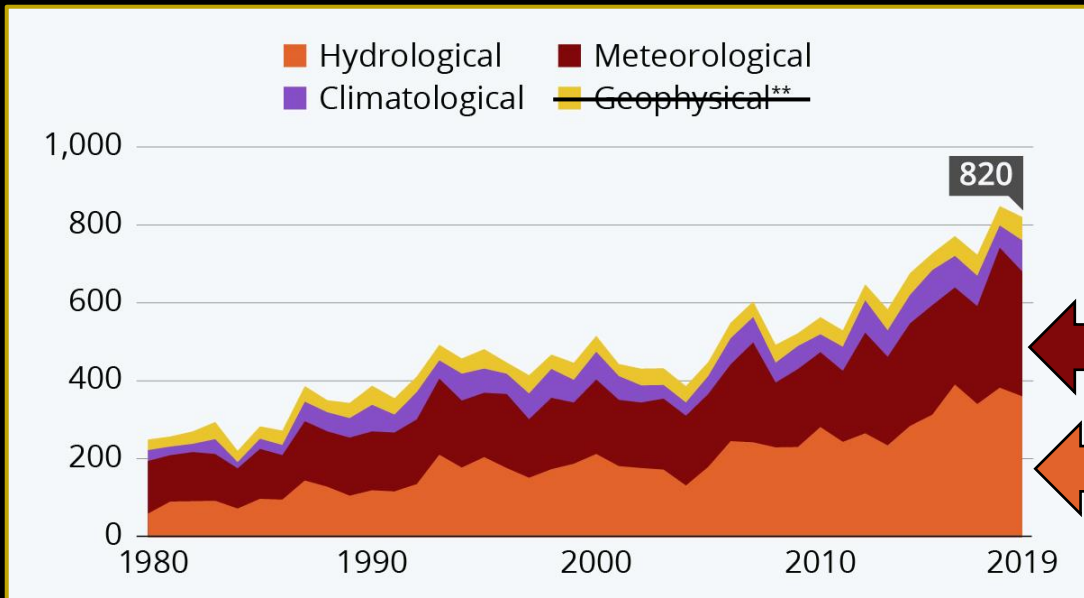
Impactos de Desastres: 1980-1999 vs. 2000-2019 (CRED, 2021)



Eventos totais de desastres por tipologia: 1980-1999 vs. 2000-2019 (CRED 2021)



Quantidade global de Desastres, por tipologia (1980-2019):

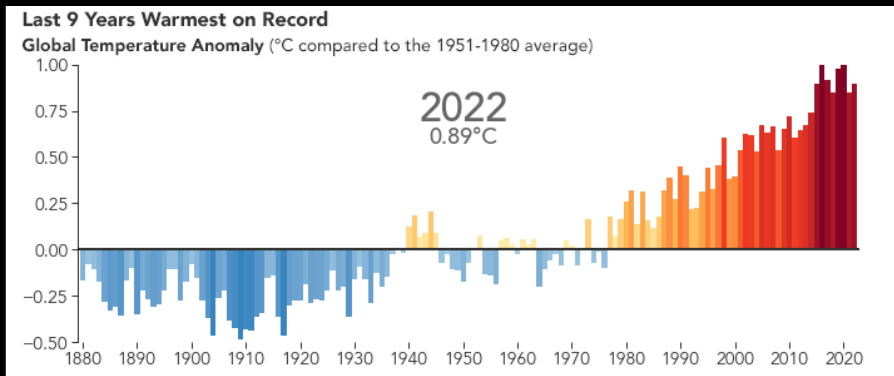
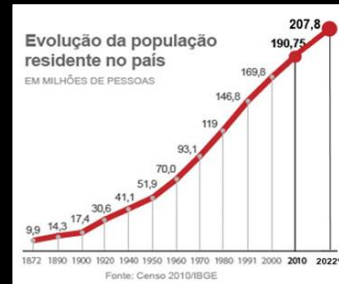


Fonte: MunichRe

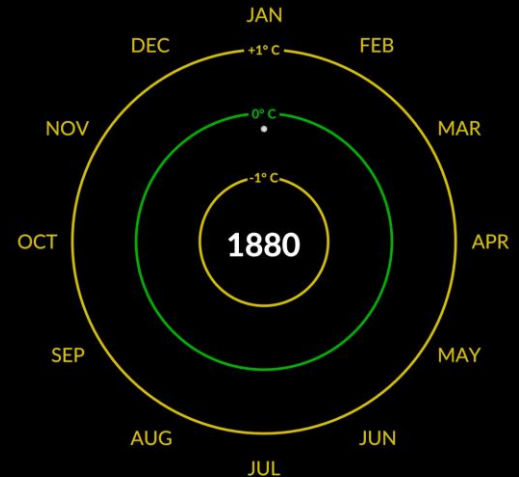
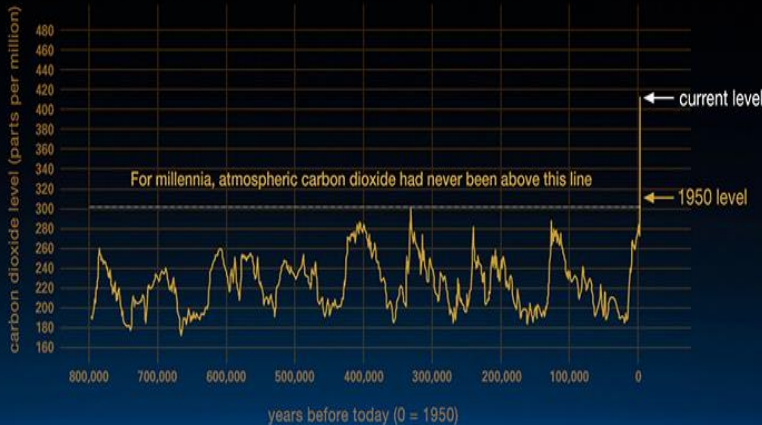
Fatores que podem estar relacionados ao aumento de desastres



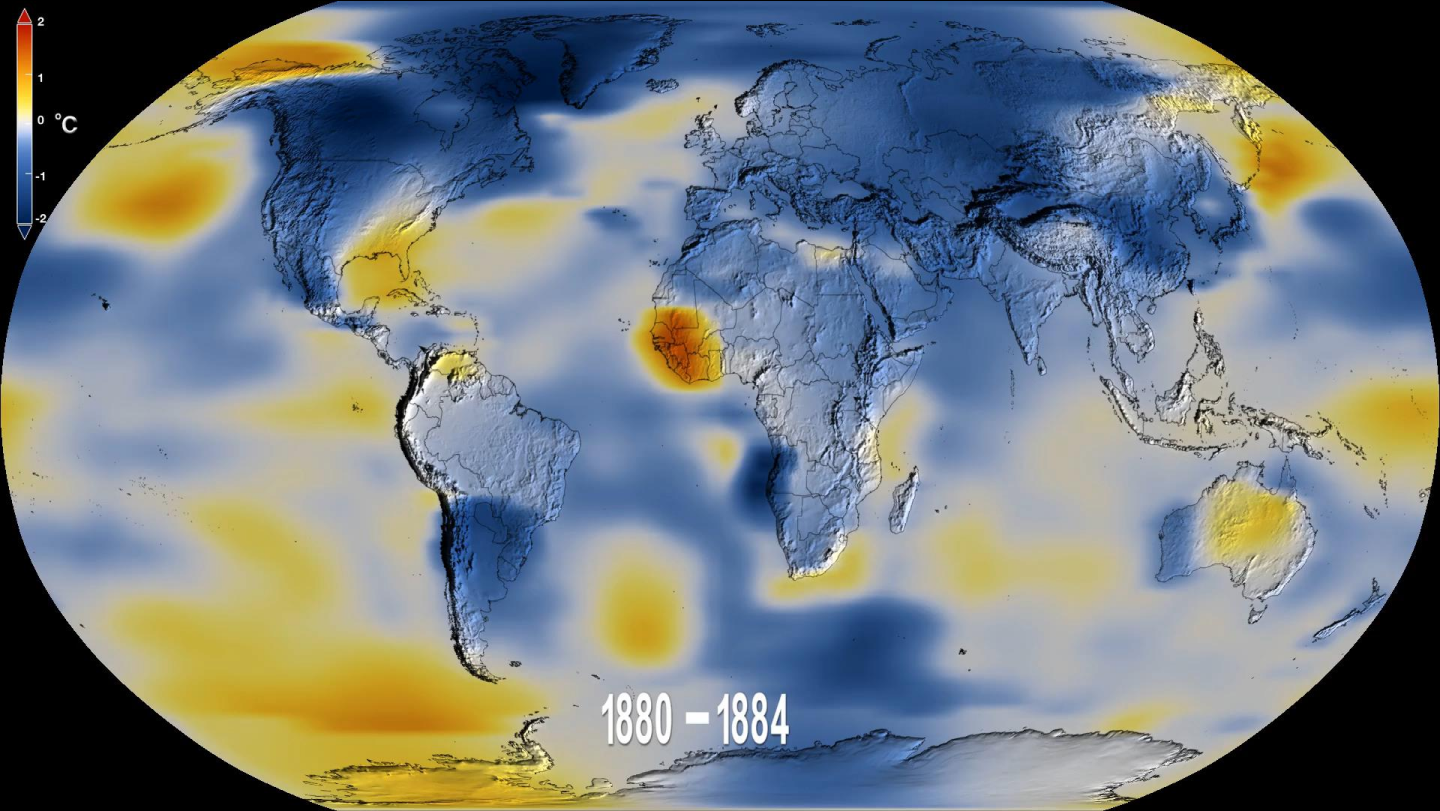
Gráfico com taxa de urbanização (IBGE, 2010)



Emissão de gases de efeito estufa aumentando em níveis sem precedentes nos últimos 800 mil anos. E temperatura média global também!

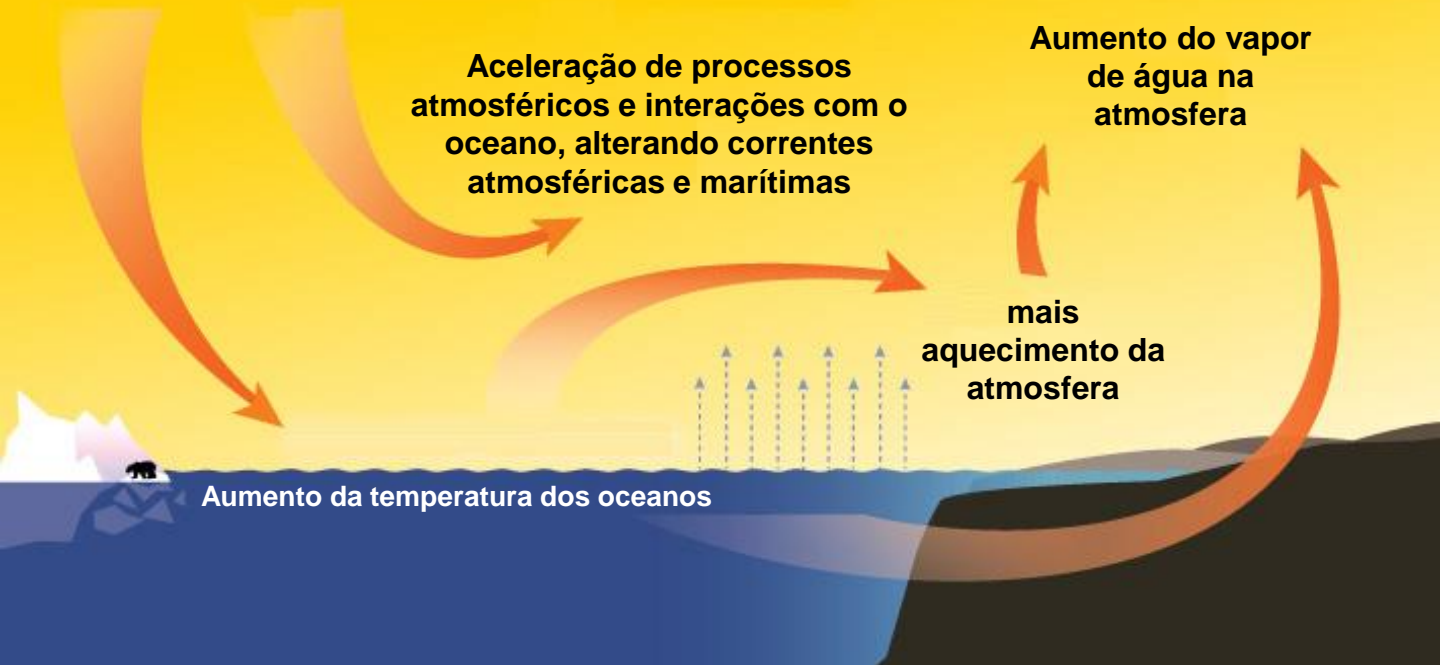


Fonte: NASA Climate Change - Ed Hawking



1880 - 1884

Aumento da temperatura global

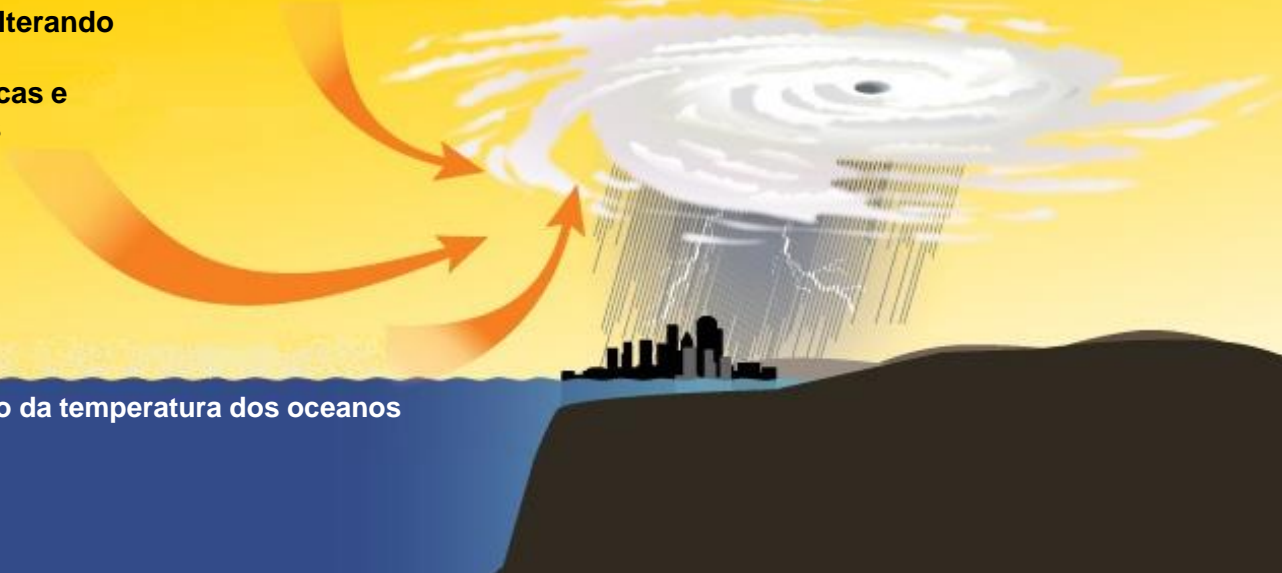


Aceleração de processos atmosféricos e interações com o oceano, alterando correntes atmosféricas e marítimas

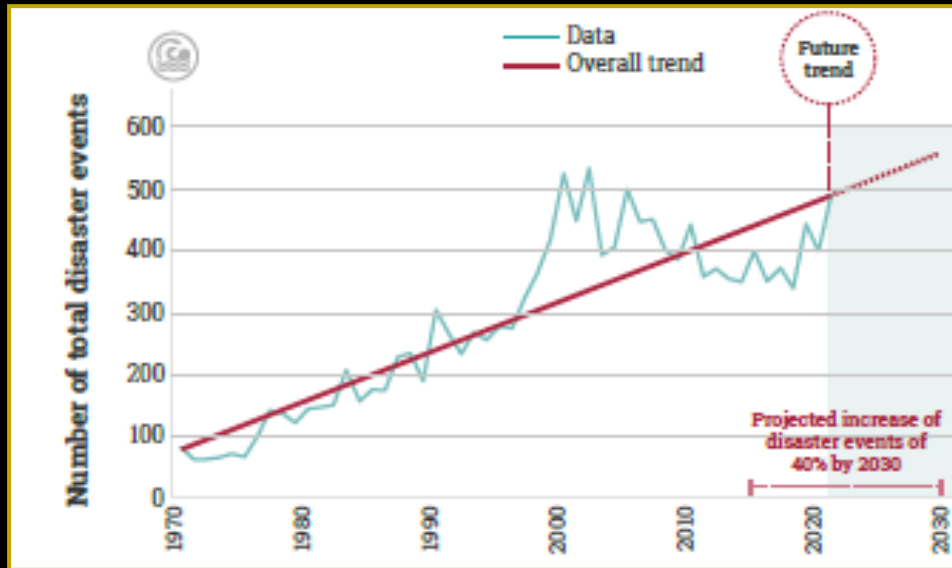
Aumento do vapor de água na atmosfera

**Atmosfera mais dinâmica
Eventos extremos mais severos e frequentes**

Aumento da temperatura dos oceanos



Número de desastres entre 1970–2020 e projeções para 2021–2030 (GAR 2022)



O QUE É **RISCO** DE DESASTRE?

Risco = Probabilidade de um evento **X** Consequências (Impactos Potenciais)



Risco Desastres = Prob. Ameaça se concretizar **X** Vulnerabilidade e Exposição

Objeto principal de análise do monitoramento, pois é dinâmico.

Normalmente são mapeadas, quase estáticas, variam ao longo de anos e décadas.

Desastres relacionados a deslizamentos de terra no Brasil: quais são os cenários de risco?



Chuva persistente combinada com pancadas mais intensas, ultrapassando determinados limiares críticos de precipitação (condições limite).

População (geralmente em situação de vulnerabilidade social) habitando encostas íngremes e suscetíveis (naturalmente ou de forma induzida pelas ações antrópicas) ou próximo a elas.



Quais características influenciam nos impactos? (e também no risco de desastres)



A análise do impacto potencial depende basicamente do conhecimento prévio, ou inferência, de duas componentes:

i) **da quantidade de pessoas e/ou elementos expostos a ameaça analisado**, naqueles(s) território(s) de interesse; presumindo a concretização da ameaça com respectivo nível de magnitude/severidade previamente definido;

ii) **das vulnerabilidades locais** (socioeconômicas, estruturais, etc.) das áreas expostas às ameaças.

Risco = probabilidade de ocorrência de um evento x consequências

Considerando a mesma probabilidade de um deslizamento acontecer, qual seria o risco nestas condições?

- mais de 1000 pessoas
- casas simples e frágeis
- vazamentos de água
- sem sistema de drenagem



ALTO

- 50 pessoas
- casas de alvenaria e muros
- sem vazamentos
- com sistema de drenagem



MODERADO

- Sem pessoas residindo
- Local de armazenamento
- Galpão reforçado
- Pouca interferência no entorno



BAIXO



Região Serrana do Rio de Janeiro

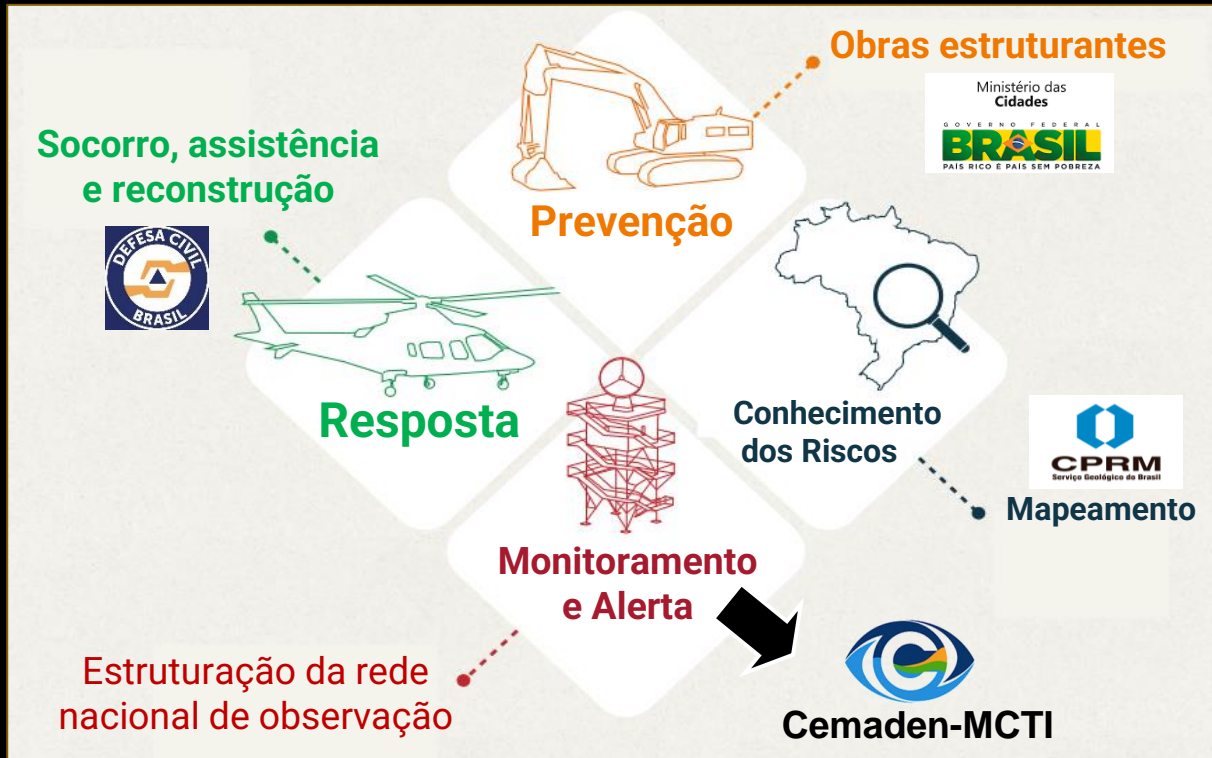
11-12 de janeiro de 2011

917 mortos 191 desaparecidos

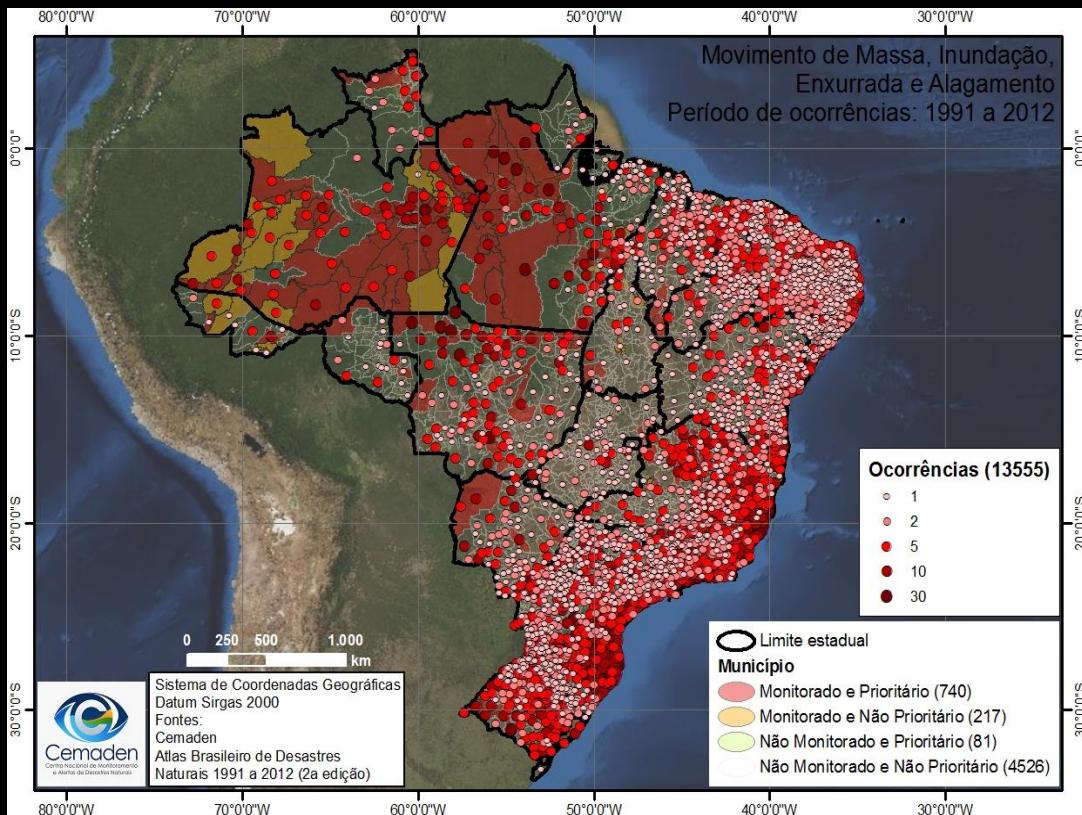
Mais de 300.000 afetados

Quase R\$5 bilhões em perdas
materiais

Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres



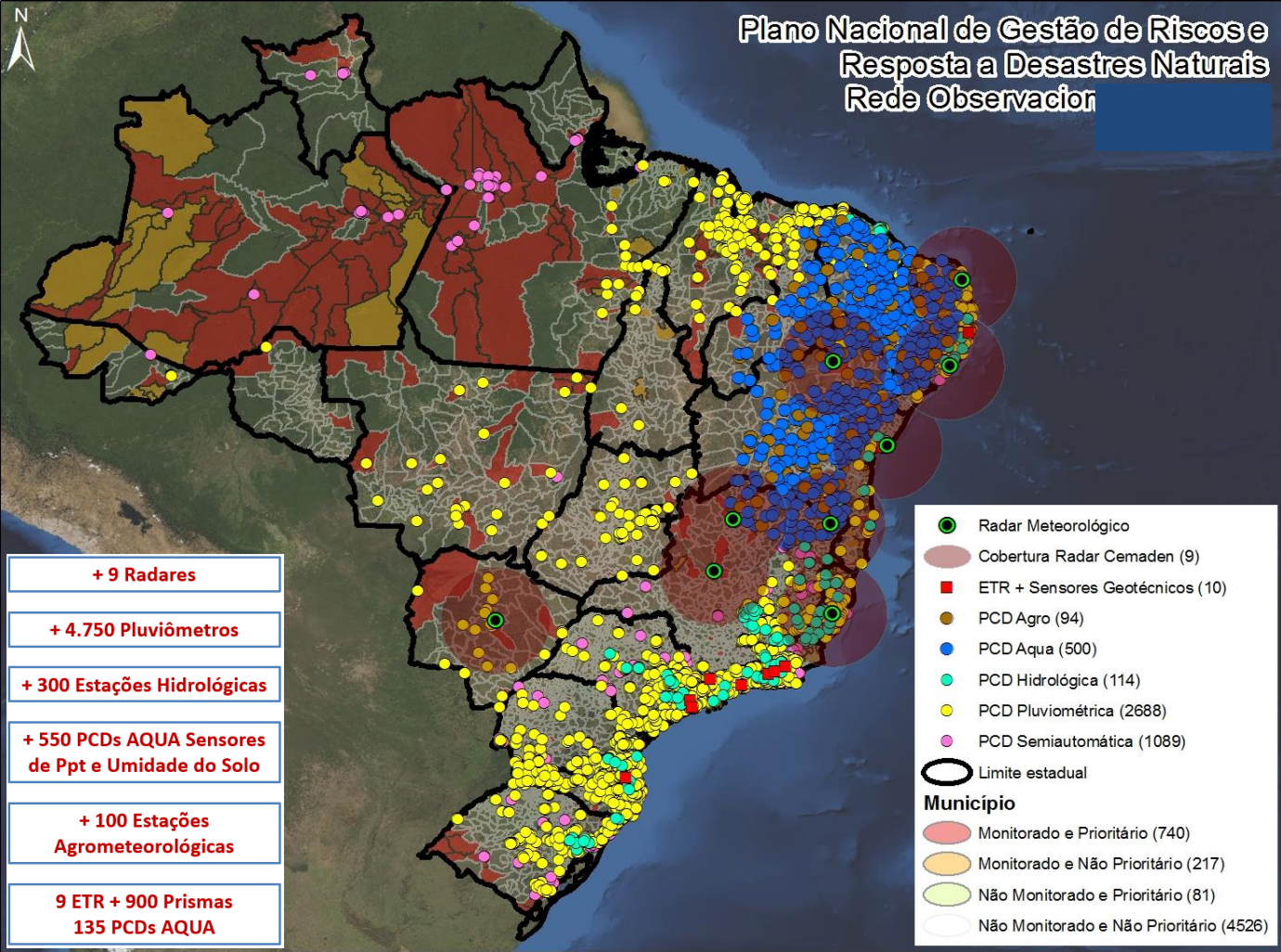
Ocorrências Desastres Naturais: Movimentos de Massa, Inundação, Enxurrada e Alagamento (1991-2012)



Fonte: Dados do CEPED-UFSC (2013)

Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais

Rede Observador



Métodos para estimar a precipitação



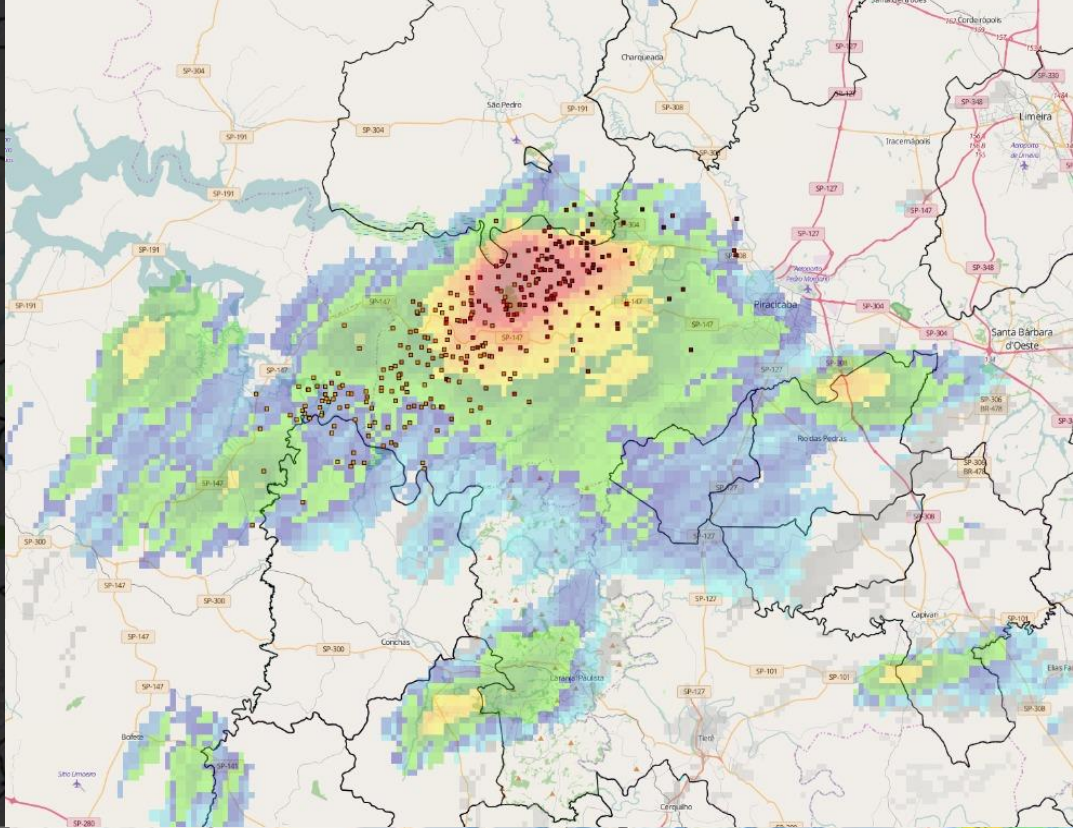
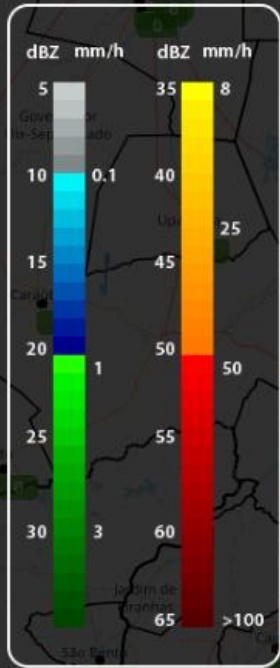
Satélite

Radar

Pluviômetro

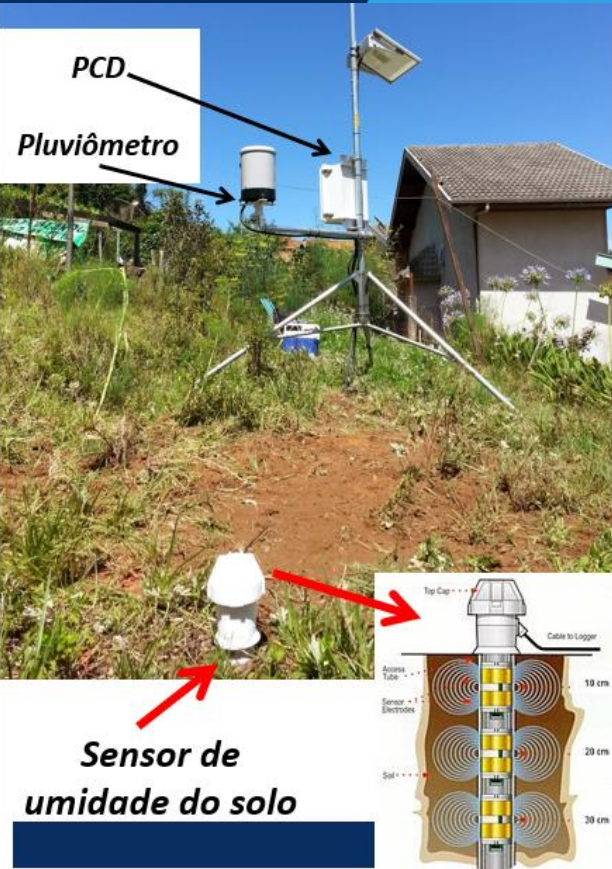


Radar - Capi



Radar Meteorológico



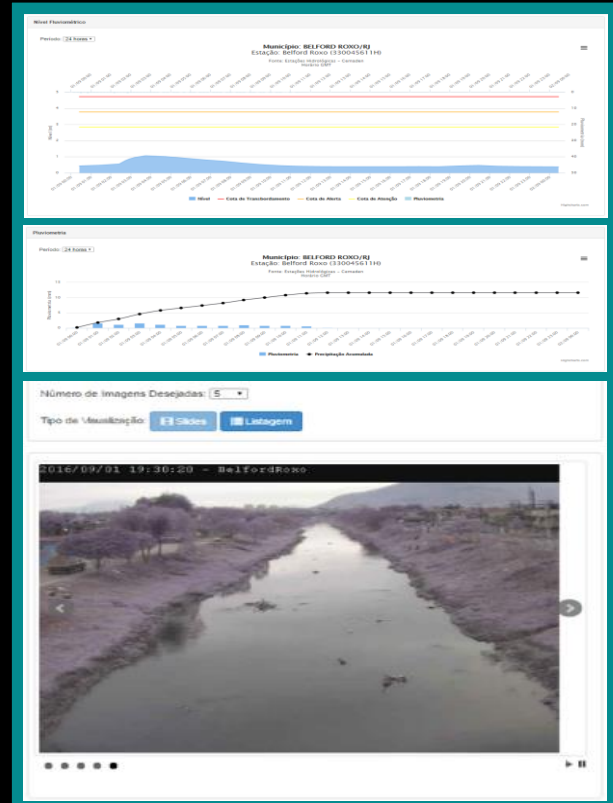


PCD Geotécnica

- Até 15 PCDs por encosta monitorada.
- Cada PCD com um pluviômetro automático e seis sensores de umidade distribuídos no perfil de 0,0 a 3,0 m.
- Estudo da relação entre chuva e o armazenamento de água no solo.
- Umidade no solo – variável ambiental chave na deflagração de deslizamentos.

Estações Hidrológicas

- Melhorar o entendimento do processo de transformação chuva–vazão em bacias de resposta rápida
- Verificar através de evidências fotográficas a ocorrência de enxurradas;
- Permitir o ajuste de modelos hidrológicos;
- Auxiliar na emissão de alertas com dados em tempo real;



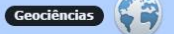
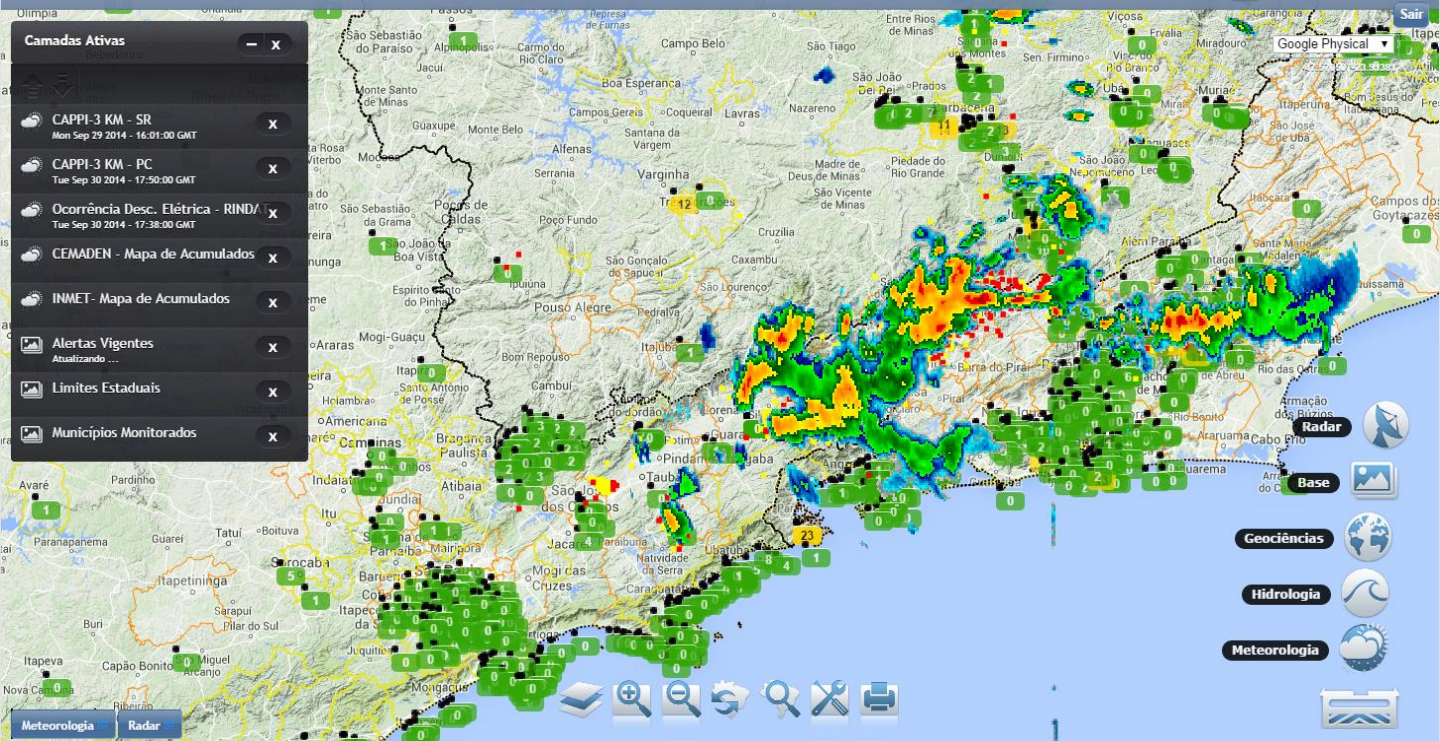
Home

Salvar - Plataforma de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

OPERACAO CEMADEN

Camadas Ativas

- CAPPi-3 KM - SR
Mon Sep 29 2014 - 16:01:00 GMT
- CAPPi-3 KM - PC
Tue Sep 30 2014 - 17:50:00 GMT
- Ocorrência Desc. Elétrica - RINDA/
- CEMADEN - Mapa de Acumulados
- INMET - Mapa de Acumulados
- Alertas Vigentes
Atualizando ...
- Limites Estaduais
- Municípios Monitorados



Meteorologia Radar

ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES NO PAÍS

FOCO PRINCIPAL DO CEMADEN



Sala de Operações do CEMADEN

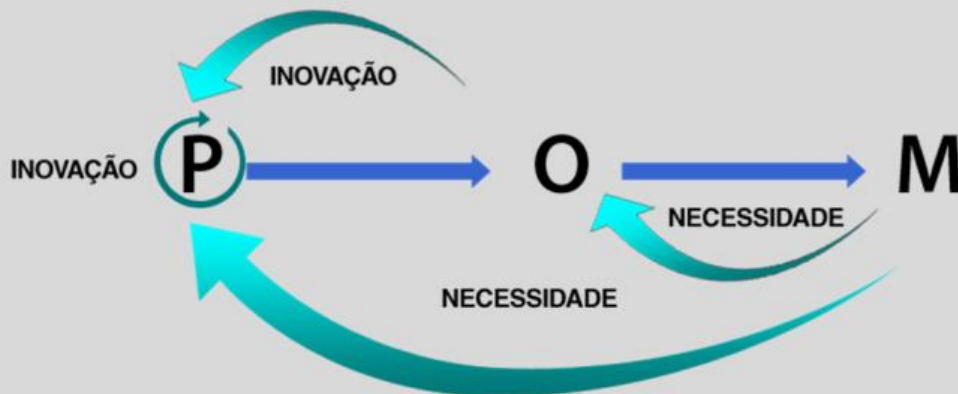
- Criado por Decreto Presidencial nº 7.513, de 1º de julho de 2011
- Em funcionamento desde dezembro de 2011
- Monitoramento 24h por dia e 7 dias por semana
- Mais de 25.000 alertas de risco geo-hidrológicos já enviados



Foco em monitorar e alertar
Eventos Geodinâmicos e Hidrológicos
EQUIPE MULTIDISCIPLINAR!

Meteorologista + Hidrólogo + Esp. Geodinâmica
+ Esp. em Desastres (Dimensão Humana)

Interação entre as áreas



PESQUISADORES
(15 / 50)



DESENVOLVEDORES
(+10)

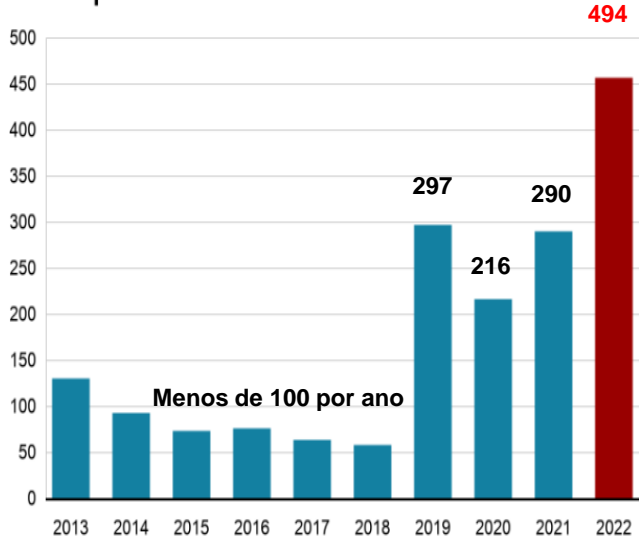


OPERADORES
(40)

Mais de 25% das mortes por chuvas no Brasil nos últimos 10 anos ocorreram em 2022

Terça, 31 de maio de 2022.

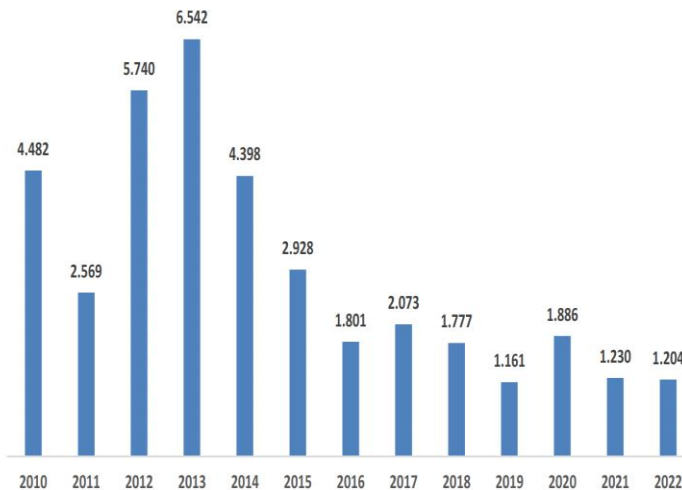
Mortes por excesso de chuva no Brasil



Fonte: Confederação Nacional dos Municípios / Defesas Cívicas



Gráfico 1 – Valores autorizados no orçamento pelo governo federal para enfrentamento de Desastres (em R\$ milhões)



Fonte: S2ID/MDR - Elaboração: Área de Estudos Técnicos/CNM

* Até Junho de 2022

Elaboração dos Alertas

Avaliação das condições
anteriores e da previsão
meteorológica

Alertas geológicos:

*Avaliação dos
mapeamentos de risco e
dos limiares críticos de
precipitação.*

Alertas hidrológicos:

*Avaliação das características da
bacia e da previsão do escoamento
(de base e superficial), incluindo
nível dos rios.*

Tomada de decisão/definição do nível de alerta:

A partir da integração de informações meteorológicas, hidrológicas, umidade do solo, drenagem da bacia hidrográfica, cartas de mapeamento de risco, vulnerabilidade, etc..

Elaboração dos Alertas


**Condição atual da
atmosfera** 

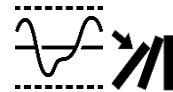
 **Previsão
Meteorológica** 



experiência
conhecimento



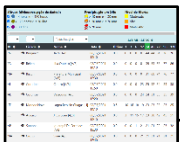
BD Excel



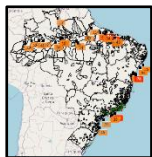
Limiars Críticos



PCDs



Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4
...
...
...



**Acumulados
observados**

Eventualmente, informações complementares
(ocorrências recentes, fatores adversos, etc.)

Fontes de Informação: Acumulados observados

Passado e Presente (momento da análise)

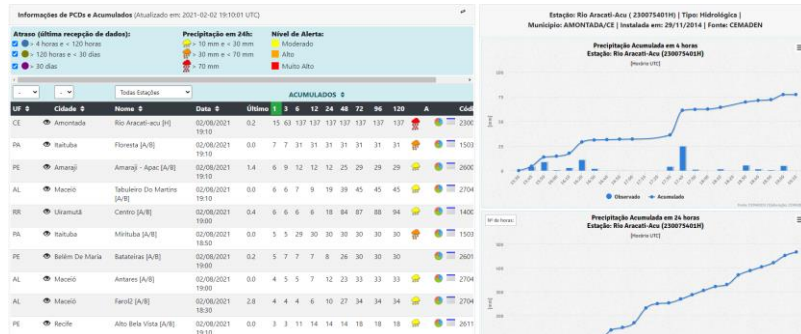
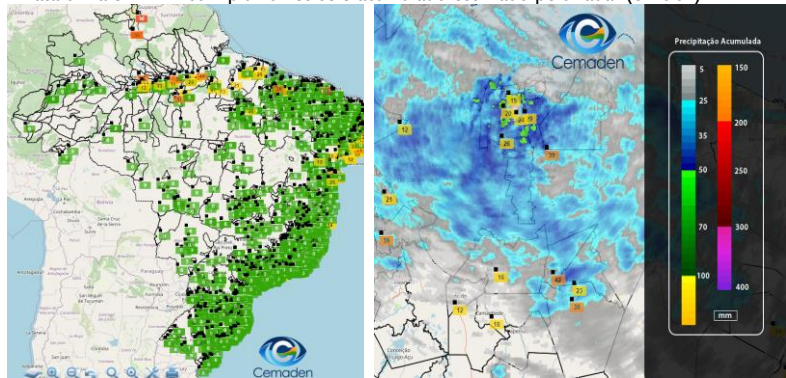


Acumulados observados

As principais fontes de informação para os acumulados observados pertencem ao próprio Cemaden, mas também de algumas instituições parceiras:

1. Pluviômetros automáticos do Cemaden, com atualização a cada 10 minutos;
2. Dados de acumulados estimados pelos radares meteorológicos;
3. Dados diversos de instituições parceiras (Inmet, Ana, etc.);
4. Dados satelitais e produtos mistos (CRU, Hidroestimador, MERGE do CPTEC, etc.)

Plataforma SALVAR com pluviômetros e acumulado estimado pelo radar (ex: 96h)



Fontes de Informação: Previsão Meteorológica (Futuro)



Análise Macro:

Trata-se de uma avaliação feita em nível federal e regional, que propõe um panorama geral sobre a condição meteorológica e, especialmente, os possíveis eventos de precipitação. Normalmente usada para estimar a precipitação em períodos maiores que 6 horas:

- Consulta às resultados de previsões numéricas (GFS, COSMOS, WRF, etc.);
- Imagens de Satélite (GOES);
- Boletins Meteorológicos de outras instituições (INPE, INMET, ANA, etc.)

Análise Local:

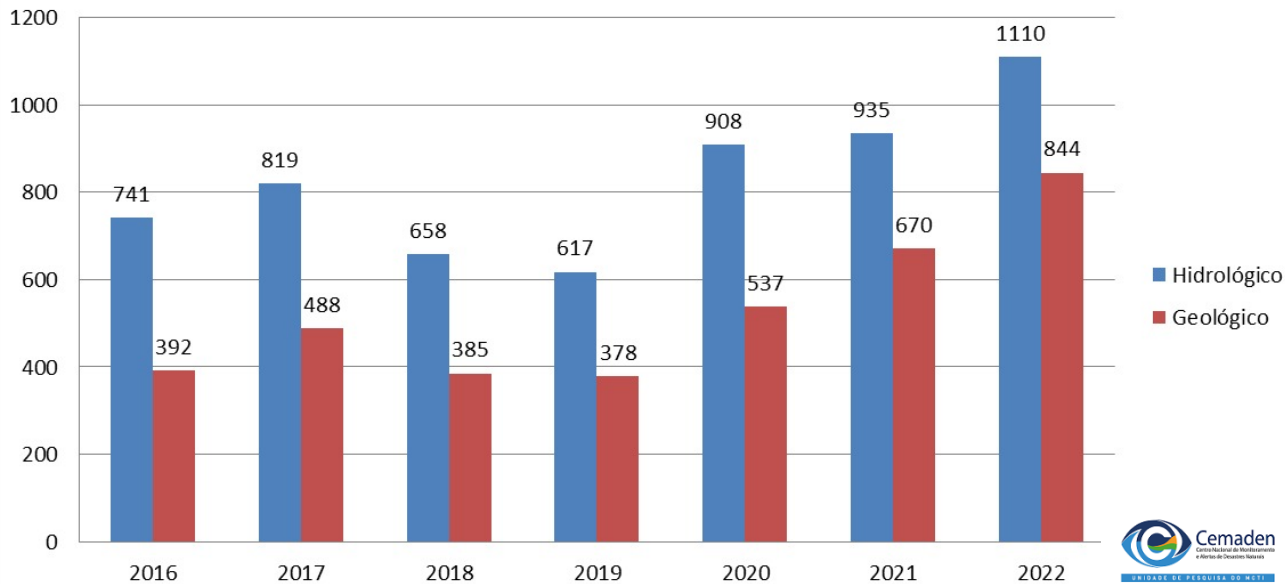
Trata-se de uma avaliação feita à nível de município ou conjunto de municípios, direcionando análises mais específicas. Normalmente utilizada para estimar a precipitação em horizontes temporais de curto (< que 6h) ou curtíssimo prazo (< que 2h):

- Previsões numéricas com alta resolução temporal e nowcasting (WRF, WRF-Cemaden)
- Imagens de Radar e também de Satélite
- Variáveis correlatas para validar e complementar a previsão (descargas elétricas, acumulados nos pluviômetros próximos, etc.);

REINDESC

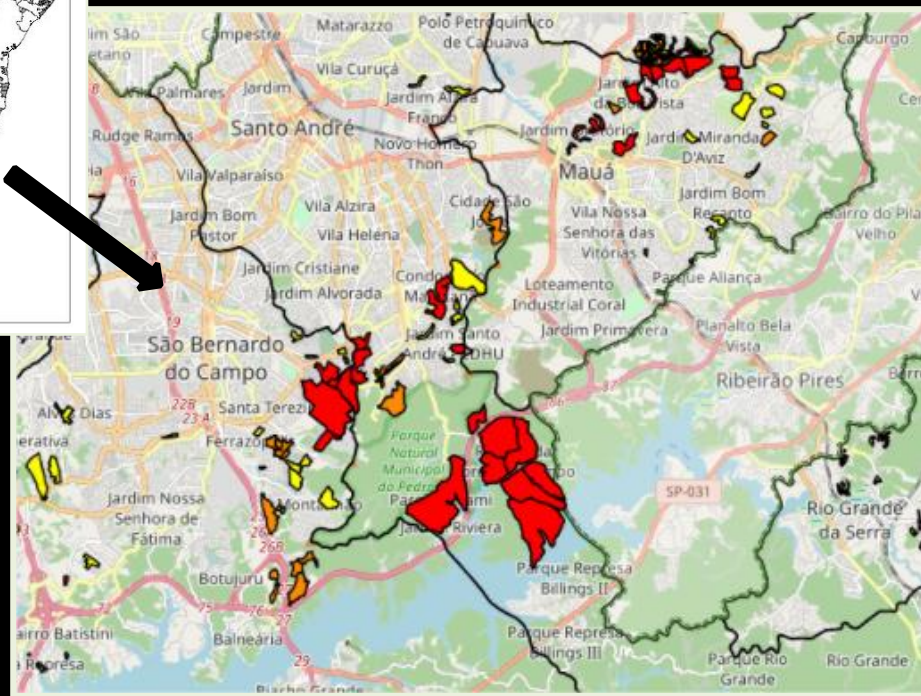
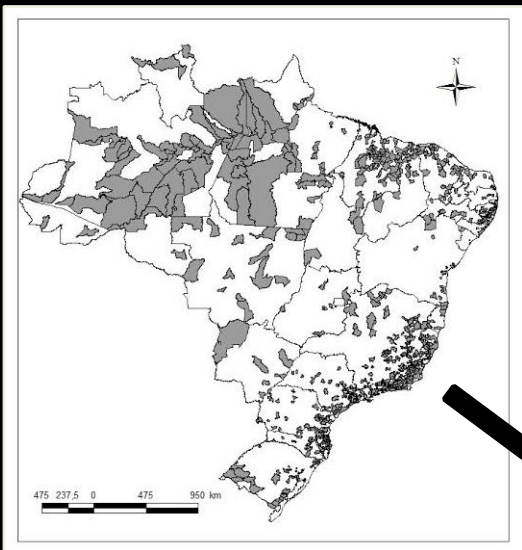
Registros de Eventos de Inundação e Deslizamentos do Cemaden

Ocorrências de eventos geológicos e hidrológicos em municípios monitorados - 2016 a 2022



Total de eventos: 5788 ocorrências hidrológicas, 3694 geológicas nos últimos 7 anos

Áreas de risco mapeadas em todos os municípios monitorados, boa parte com caracterização da população e índice de vulnerabilidade.



Municípios monitorados

- 1038 municípios
- 18,6% dos 5570
- 55,7% da população

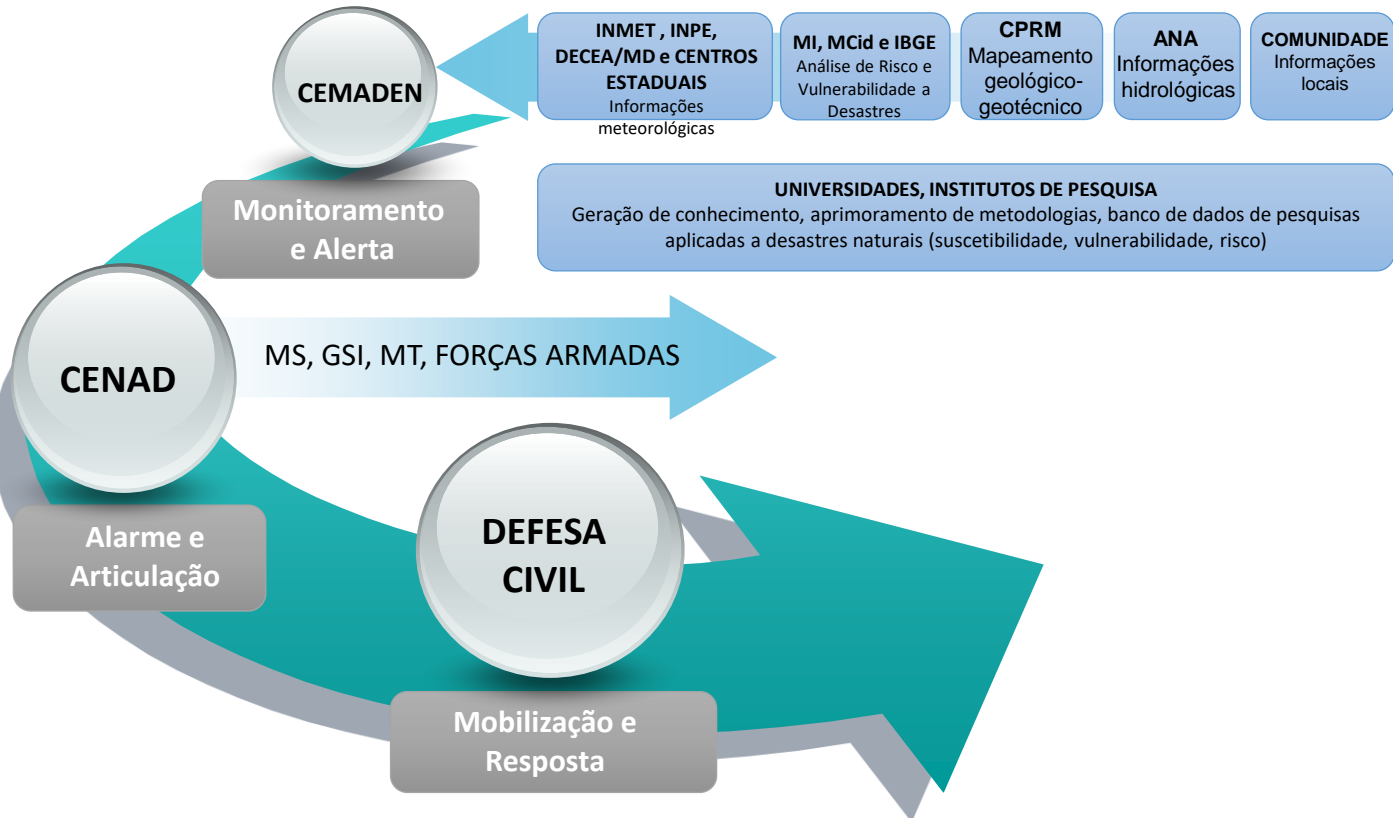
Nível dos Alertas



Matriz de níveis de alerta		Impacto Potencial		
		Moderado	Alto	Muito Alto
Possibilidade de Ocorrência	Muito Alta	<i>Moderado</i>	<i>Alto</i>	<i>Muito Alto</i>
	Alta	<i>Moderado</i>	<i>Alto</i>	<i>Alto</i>
	Baixa	<i>Observação</i>	<i>Moderado</i>	<i>Moderado</i>

CESSAR

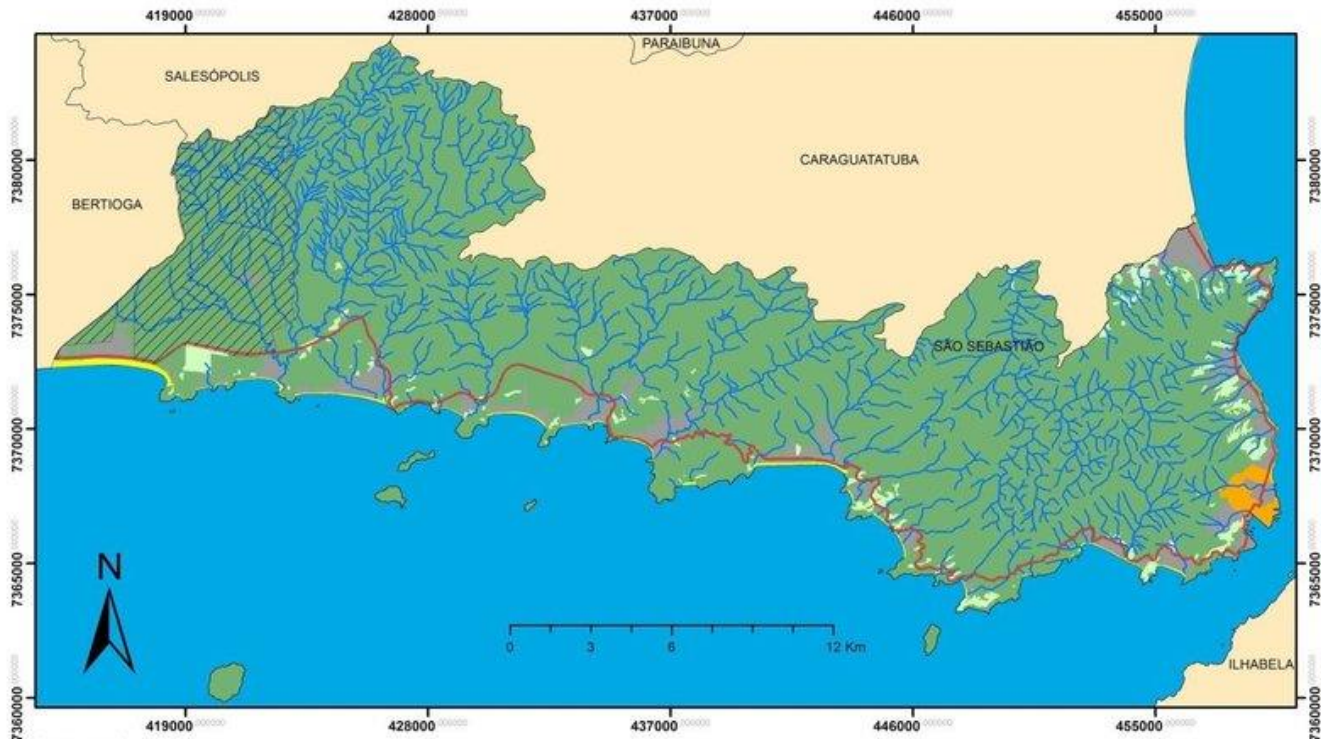
Estratégia de Gerenciamento de Riscos de Desastres










O Desastre de São Sebastião e Litoral Norte de SP 18-19 de fevereiro de 2023





Mapa de Uso e Cobertura da Terra do Município de São Sebastião-SP



Legenda

- | | | |
|--|---|--|
|  Área Florestal |  Campo Antrópico |  Terra Indígena Ribeirão Silveira |
|  Área Portuária / Industrial |  Oceano | |
|  Área Urbana |  Praias Costeiras | |

Convenções Cartográficas

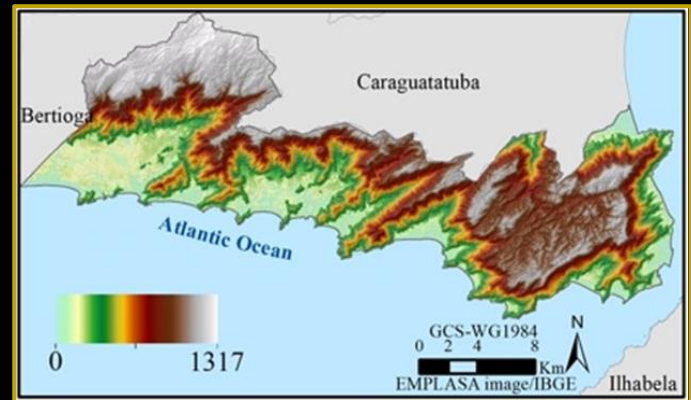
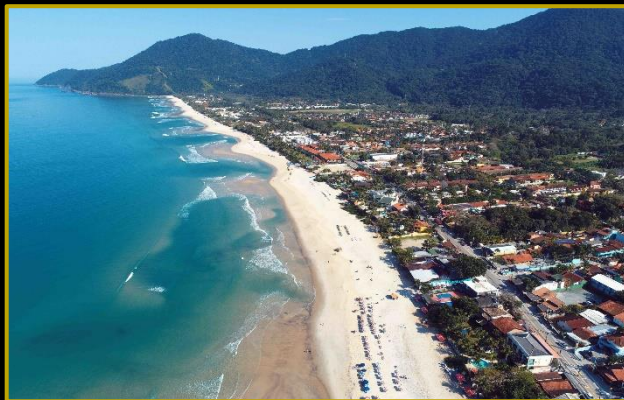
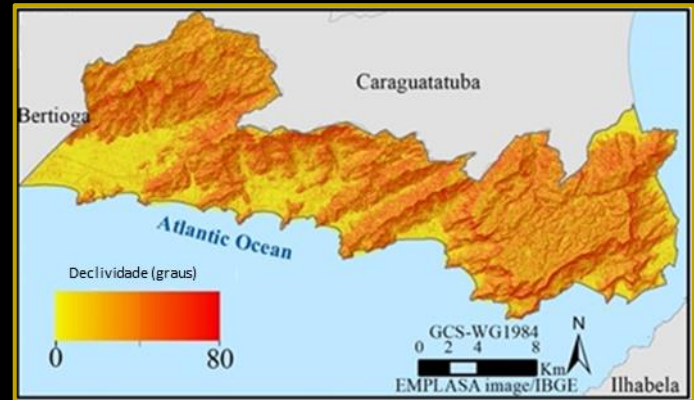
- | |
|---|
|  Hidrografia |
|  Rodovia - BR101 |

Escala de Trabalho 1:10.000

DADOS CARTOGRÁFICOS
Sistema de Projeção UTM Zona 23-Sul
Datum SIRGAS 2000
Imagem de Satélite Utilizada:
SENTINEL-2 (fev/2018)

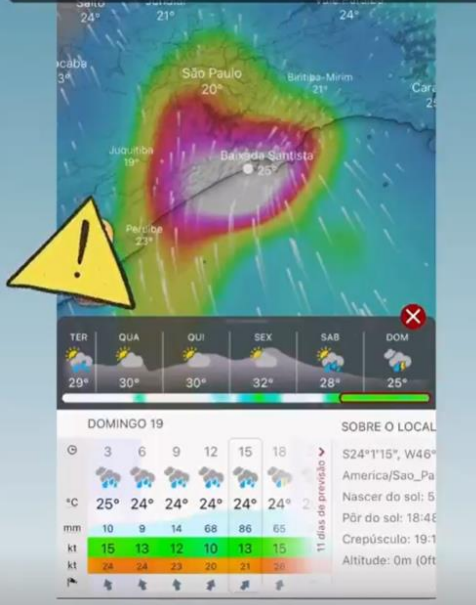
Autores: G. Salgado & E. Soares
Ano 2018

- Muitas encostas geologicamente instáveis ao longo da Serra do Mar, com alta declividade, embora preservadas (floresta) em grande parte do território.
- Grade mudança de altitude em pouca distância do litoral, com escarpas ultrapassando 1000m de altitude.
- Polo turístico de SP, com fluxo de turistas extremamente elevado em feriados.
- 100 km de litoral, recortado, com somente um acesso entre Caraguatuba e Bertioga.

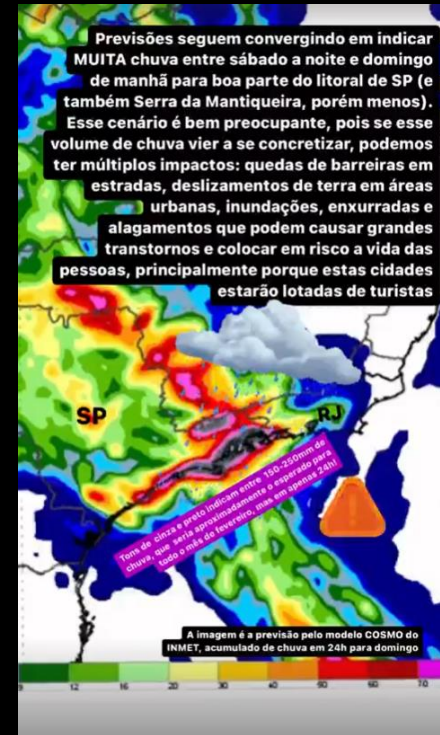


Primeiras previsões numéricas (de modelos) indicando valores muito elevados (>150 mm) nos dias 13 e 14 de fevereiro.

Cenário tenso projetado pelos principais modelos meteorológicos para o Carnaval. Muita chuva pesada pode acontecer entre a Baixada Santista e o RJ, a partir de domingo. Soma-se a isso muito chuva dos últimos meses, solos instáveis, rios com níveis elevados.



Ainda é cedo pra afirmar qualquer coisa, mas uma coisa é fato. Vai chover, principalmente no final de semana, e os riscos relacionados são altos. Tanto pelas chuvas anteriores, pelo que está por vir e também pela grande quantidade de pessoas que vão para o litoral e cidades de interior. Inclusive, o cancelamento do carnaval em São Luis do Paraitinga não foi a toa e deve aumentar o fluxo de turistas ainda mais.

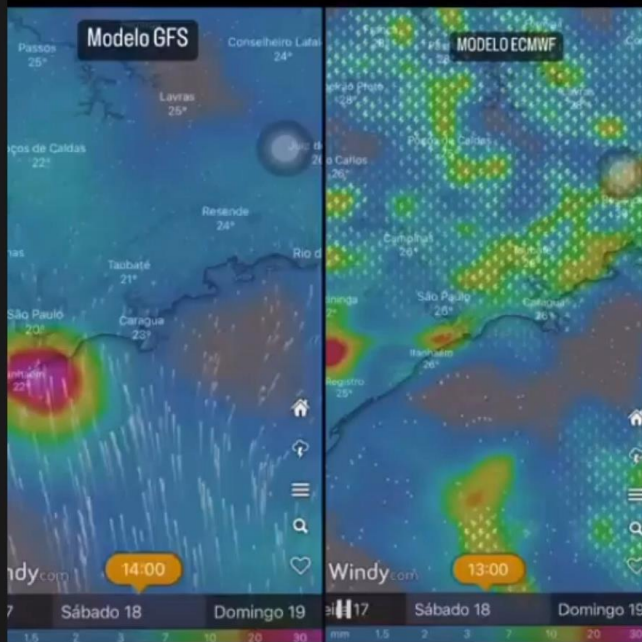




Alertas 🚩 11 sem



Claro que existem incertezas nas previsões do tempo, pois são simulações matemáticas da nossa atmosfera, que é extremamente caótica. Porém, diferentes modelos estão convergindo para um mesmo cenário, causado por uma frente fria que, dentre outros fatores, traz ventos que se encaixam com a Serra do Mar e amplificam as chuvas. Há diferenças na localização (alguns indicam o pior cenário para Baixada Santista, outro no litoral Norte) e horário, mas temos todos os indicativos que teremos um evento bem severo por aqui. Trabalhar com riscos é manejar as probabilidades e os impactos associados. Nesse caso, as duas coisas são muito altas. O que realmente vai, são outros 500. Os indicativos estão aí.





09:00 Briefing
com CENAD,
informações
preliminares

Dia 16
(quinta)

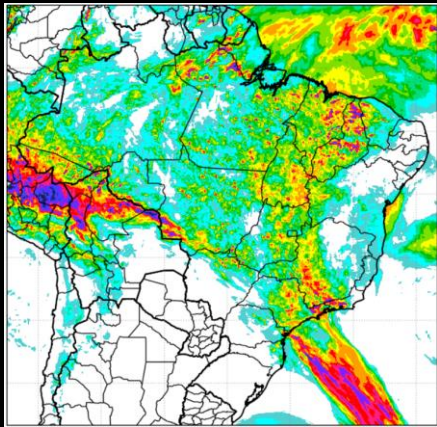
Dia 17
(sexta)

Dia 18
(sábado)

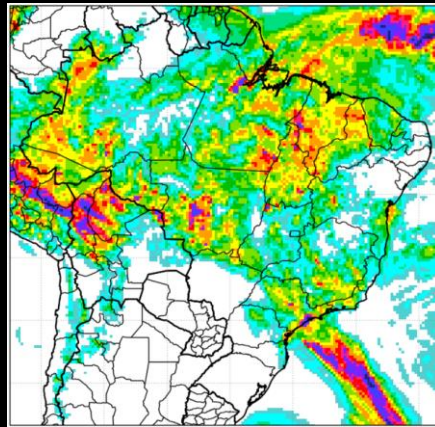
Dia 19
(domingo)

Dia 20
(segunda)

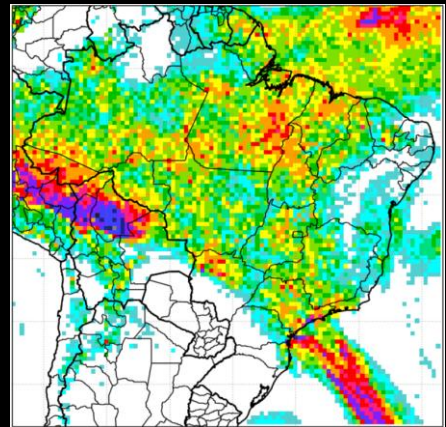
Previsões numéricas para o dia 18 (sábado) – Chuva em 24h



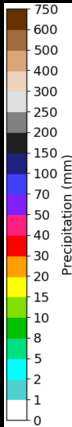
Modelo WRF



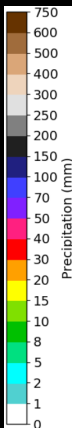
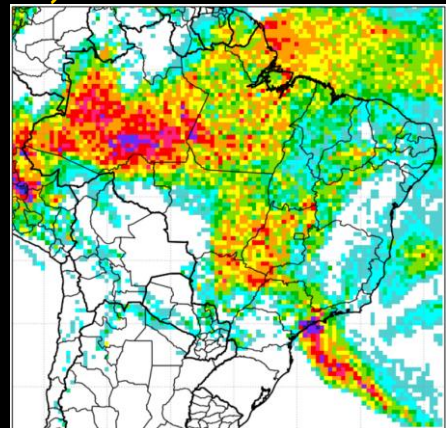
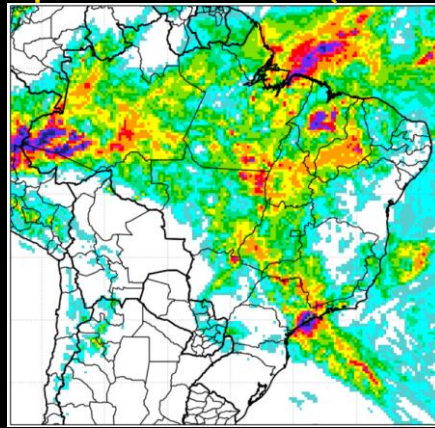
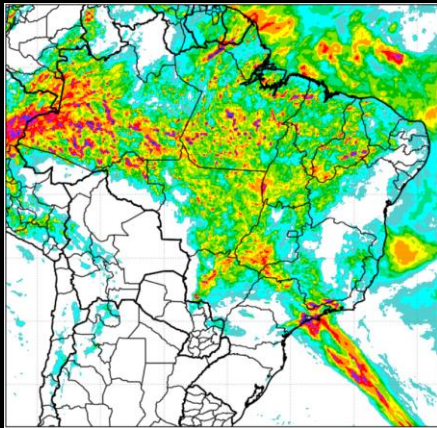
Modelo GFS



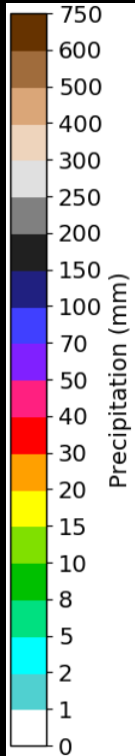
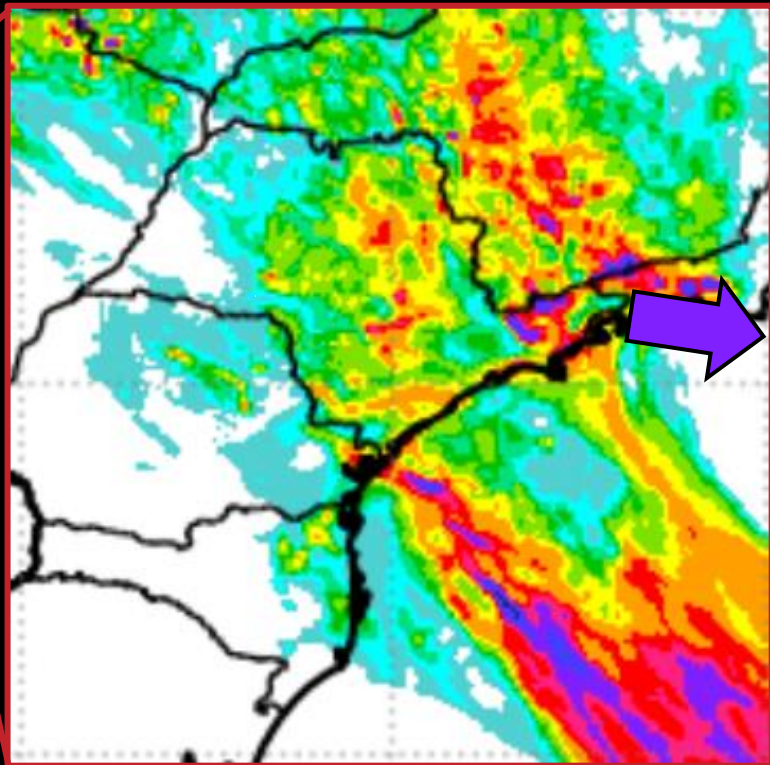
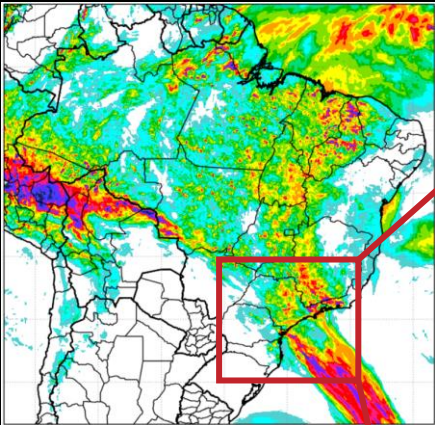
Modelo ECMWF



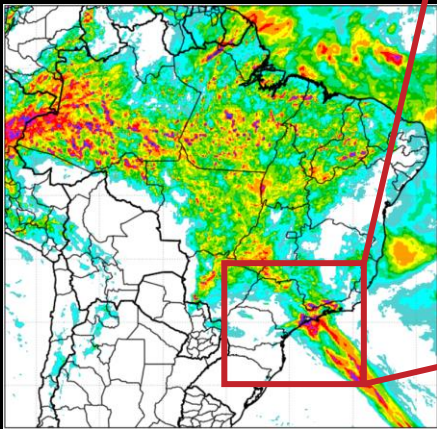
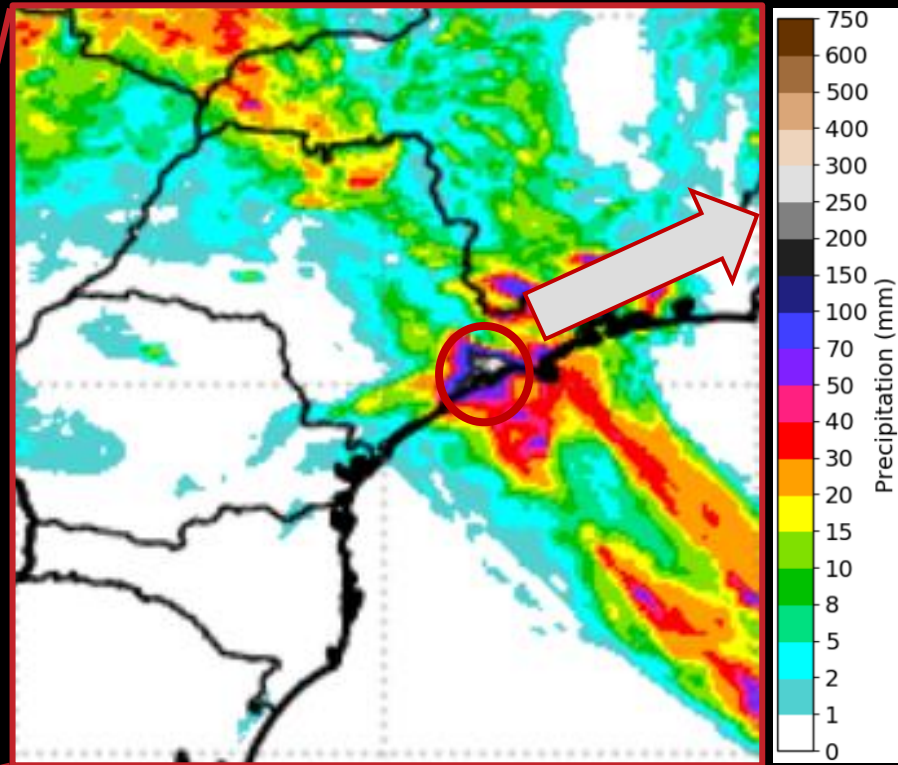
Previsões numéricas para o dia 19 (sábado) – Chuva em 24h

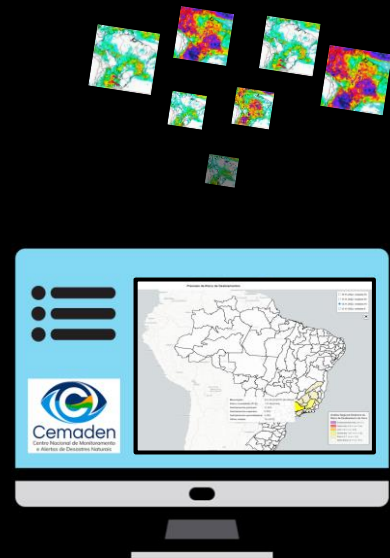
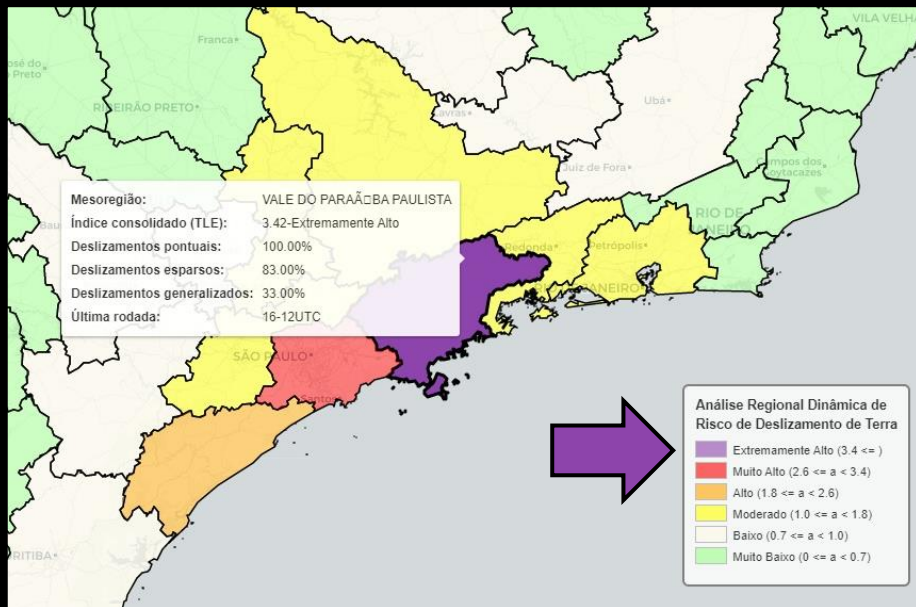


Algo em torno de 70 mm
no sábado, dia 18.

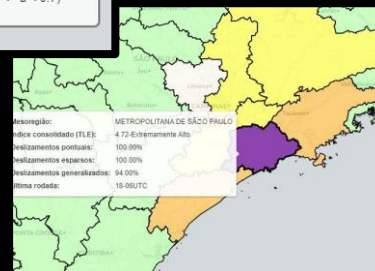


Algo em torno de 300 mm
no domingo, dia 19!!!

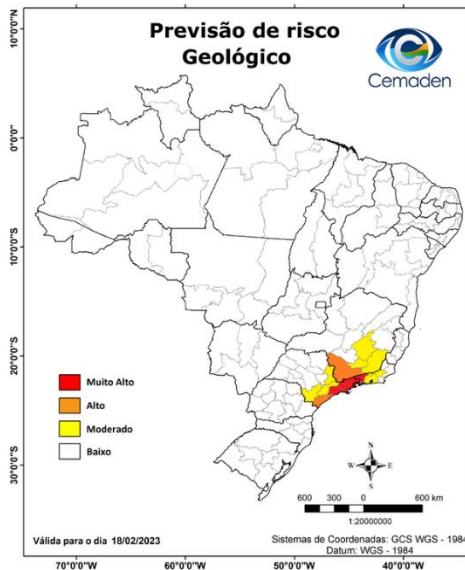




Desde o dia 16, sinalizava a possibilidade de cenários com **deslizamentos generalizados**, que mudavam de localização com o passar dos dias, sugerindo um evento entre a Baixada Santista e o Litoral Norte de São Paulo.



Boletim diário publicado no site do Cemaden: 18/02/2023



Previsão de riscos geo-hidrológicos para 18/02/2023

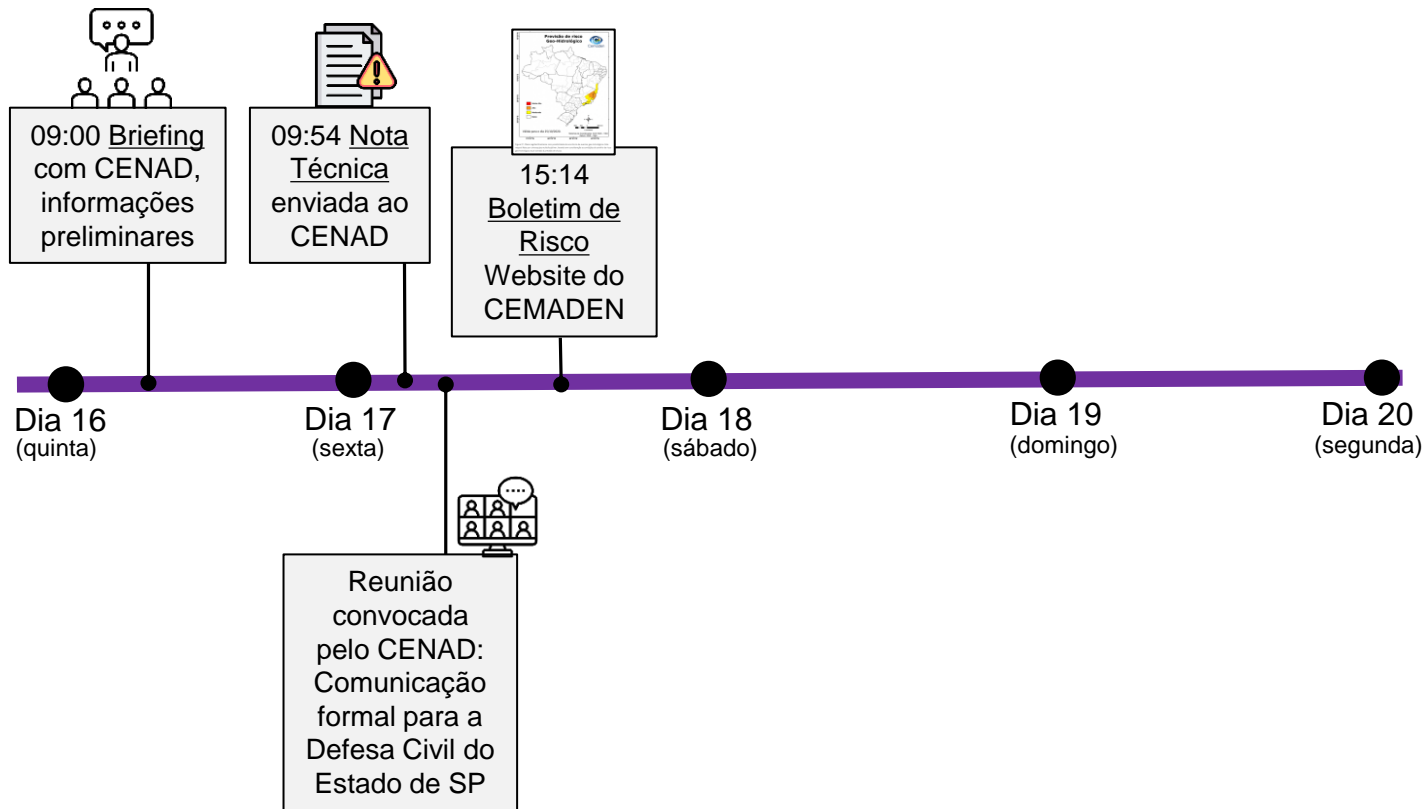
Neste sábado (18/02/2023), o cenário de risco de eventos geo-hidrológicos para as mesorregiões do Brasil é apresentado a seguir:

Risco Geológico

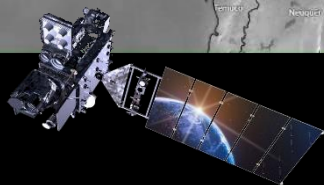
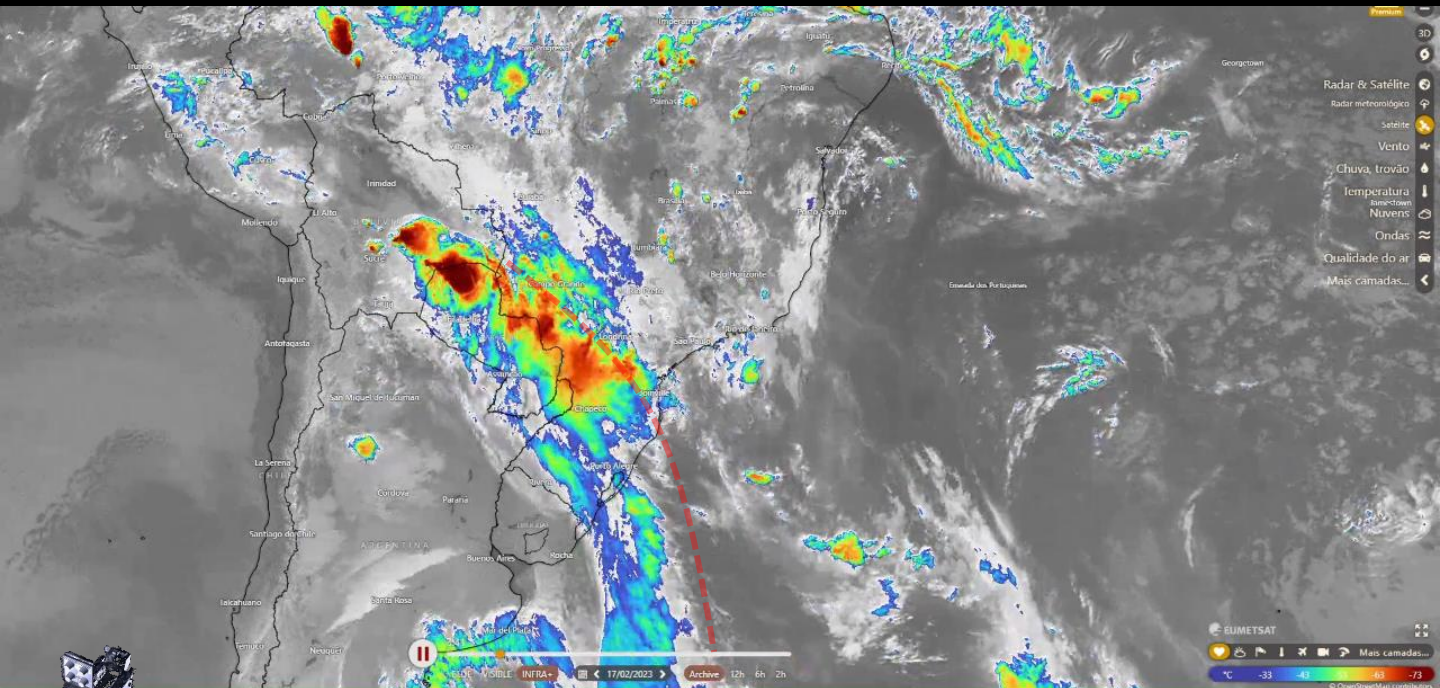
- **Região Sudeste:** São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais

Considera-se **MUITO ALTA** a possibilidade de movimentos de massa (em vermelho na Figura 2) para a Região Metropolitana de São Paulo, Vale do Paraíba Paulista e Sul Fluminense. A previsão meteorológica indica chuvas de forte intensidade, capazes de gerar acumulados muito elevados entre sábado (18/02/2023) e domingo (19/02/2023) especialmente para a Baixada Santista e Litoral Norte de SP. Caso a previsão se concretize, podem ocorrer deslizamentos generalizados nas áreas de risco nos morros litorâneos e na Serra do Mar, taludes de rodovias e mesmo deslizamentos em encostas naturais de alta declividade. No caso de deslizamentos generalizados em bacias hidrográficas compostas por anfiteatros serranos e encostas de alta declividade podem ocorrer corridas de detritos. Nestes casos, atenção com os sopés de encostas onde depósitos de detritos rochosos grosseiros ao longo dos canais podem indicar a recorrência e histórico deste tipo de processo.

É **ALTA** a possibilidade de movimentos de massa (em laranja na Figura 2) no Sul/Sudeste de Minas Gerais e no Litoral Sul Paulista. Nestas mesorregiões, destacam-se a Serra da Mantiqueira e morros litorâneos que podem estar sujeitos a deslizamentos esparsos em encostas de alta declividade. Atenção também para as áreas de relevo serrano e compostas por morros com altos acumulados de chuva registrados nos últimos dias como o Planalto do Paraitinga.

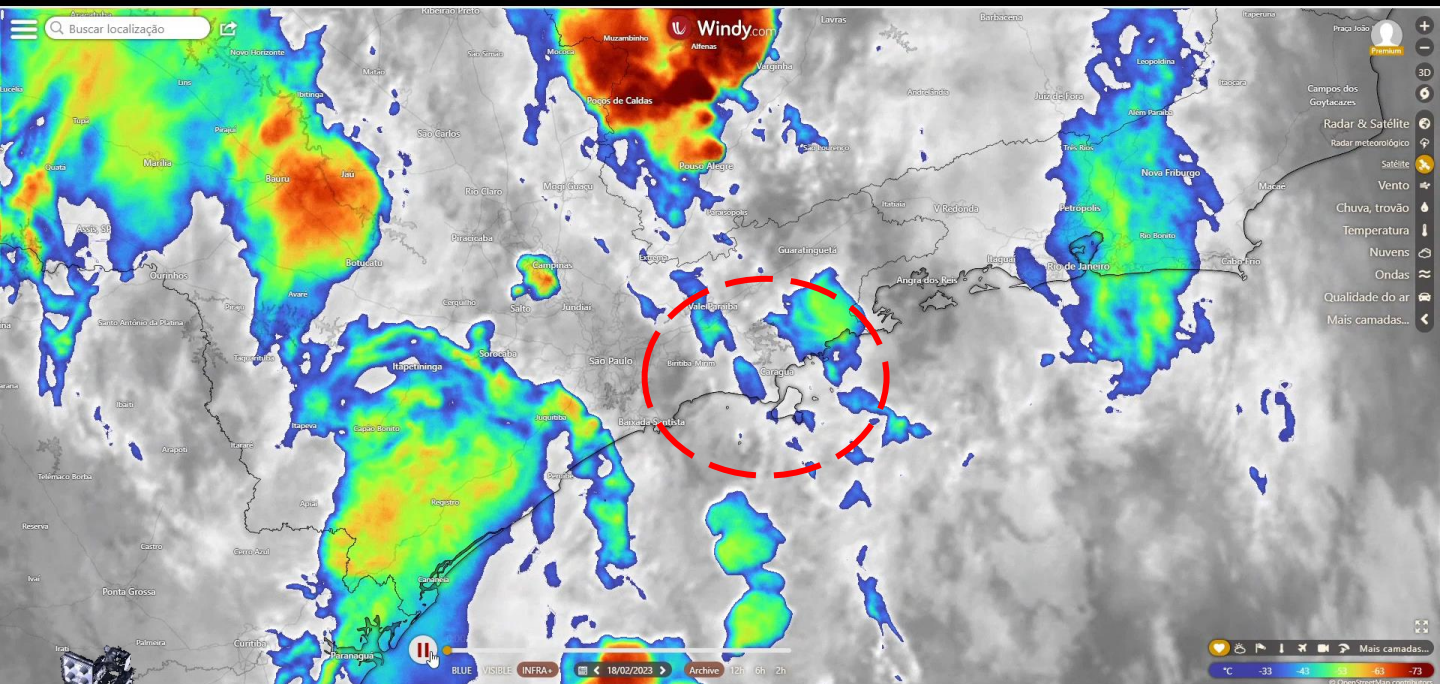


Imagens realçada do Satélite GOES, disponibilizado por: Windy ®

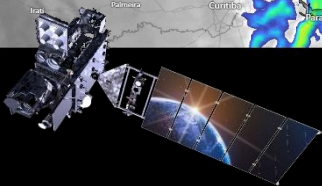


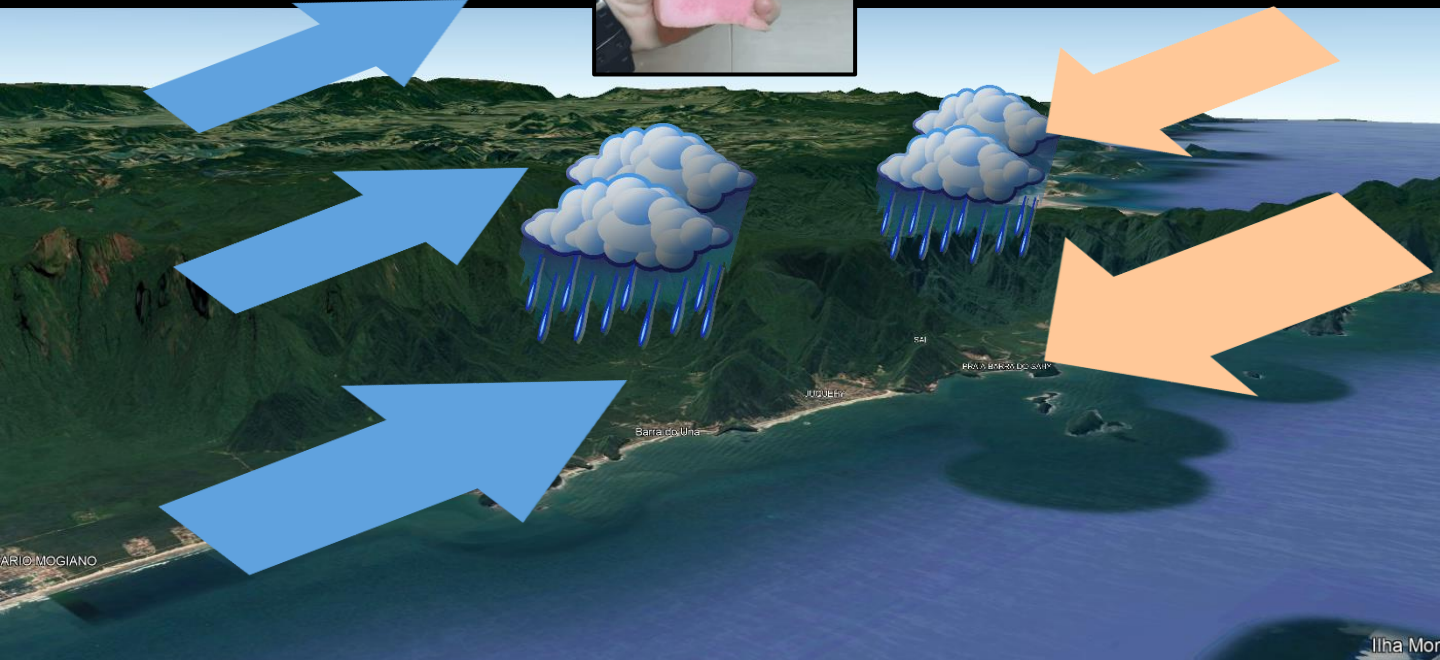
Imagens de satélite medem a temperatura do topo da nuvem.
Quanto mais fria, maior desenvolvimento vertical (tempestade).

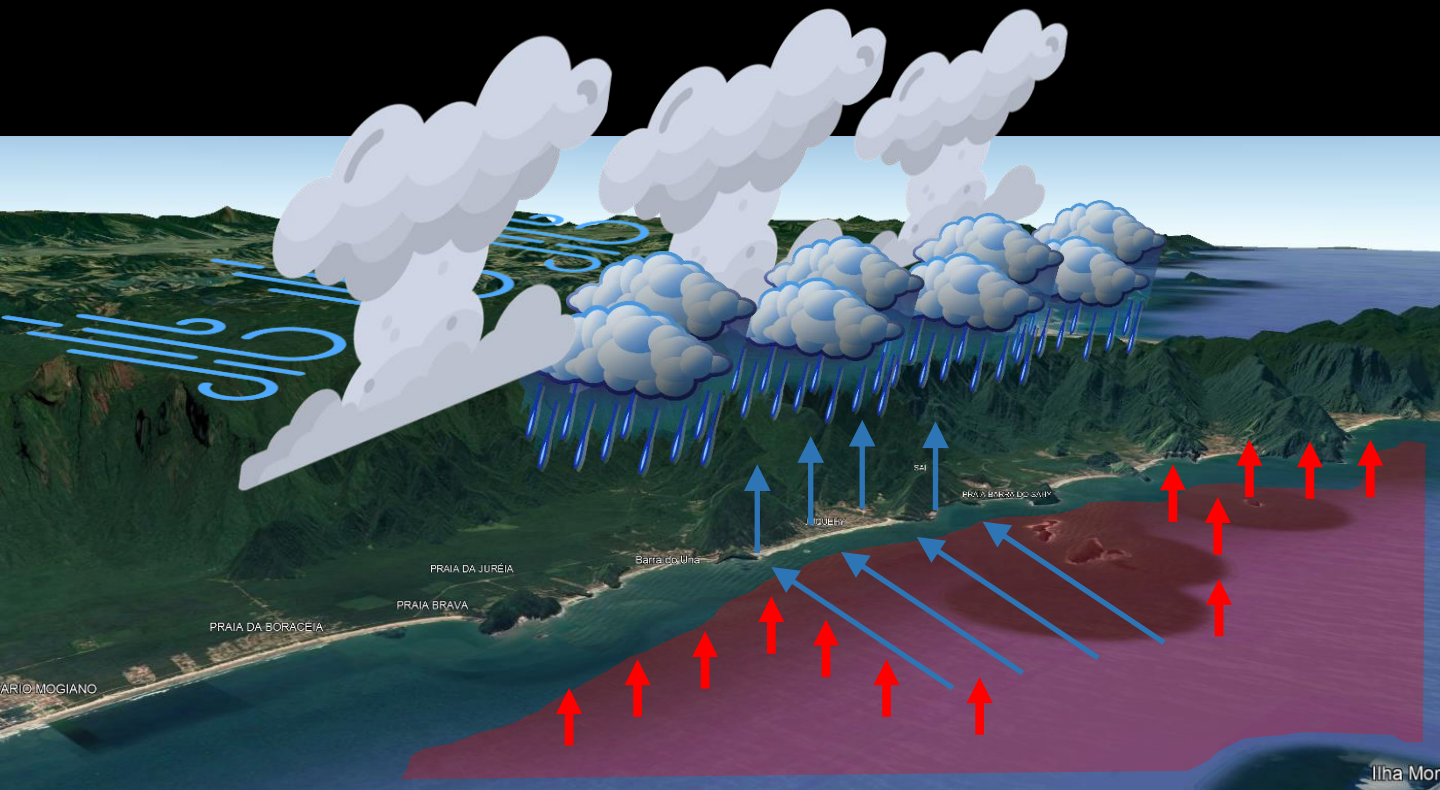
Imagens realçada do Satélite GOES, disponibilizado por: Windy®



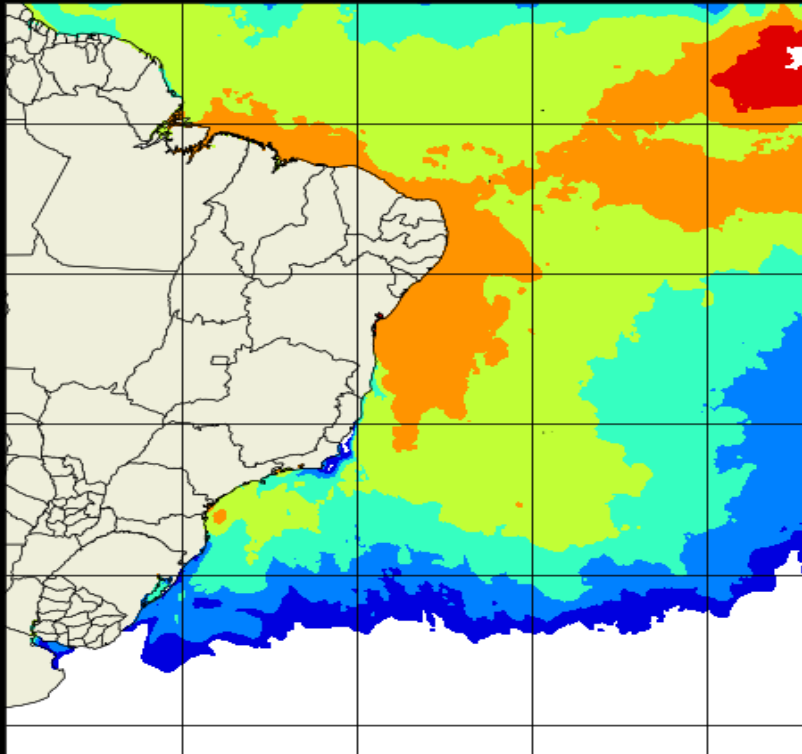
Imagens de satélite medem a temperatura do topo da nuvem.
Quanto mais fria, maior desenvolvimento vertical (tempestade).





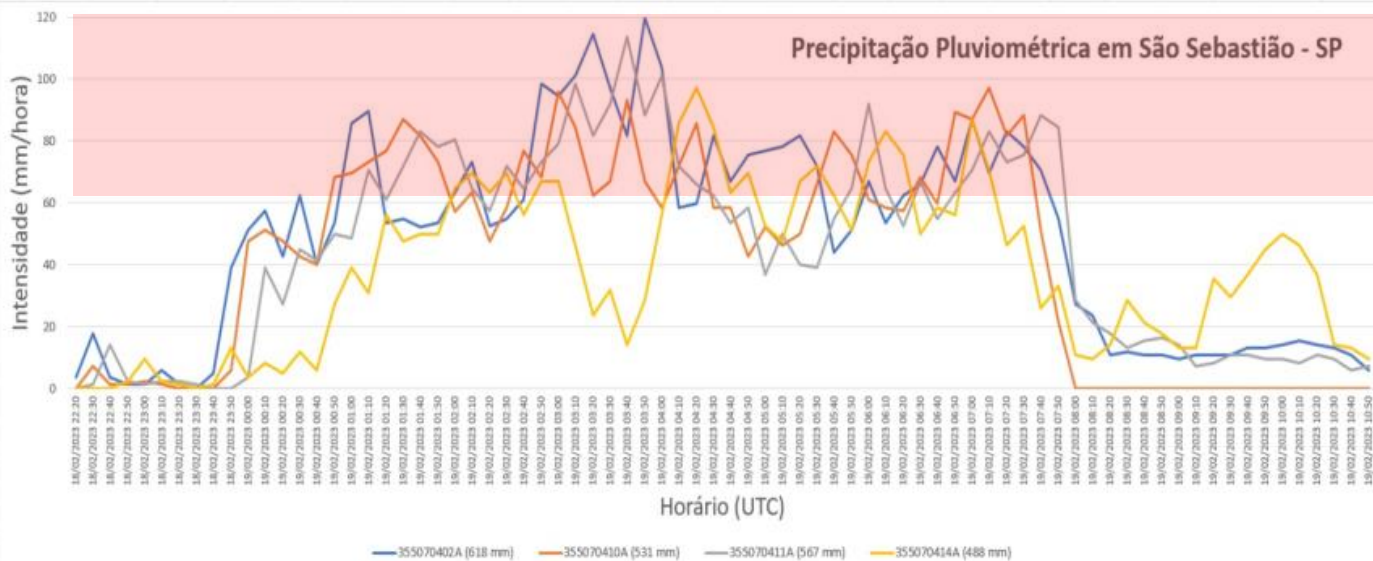


Efeito orográfico (interação da circulação com o relevo), intensificado pelo aporte de umidade vindo do continente
Chuvas convectivas pelo fato do oceano estar mais quente (28° C)





Registro de precipitação pelos pluviômetros do Cemaden-MCTI Entre 19:00 do dia 18/02 e 07:00 do dias 19/02



Intensidades superiores a 60 mm / 1h já são suficientes para deflagrar processos geohidrológicos (especialmente deslizamentos de terra, enxurradas e alagamentos). Durante o evento, esta intensidade se manteve por cerca de, pelo menos, 7 horas.

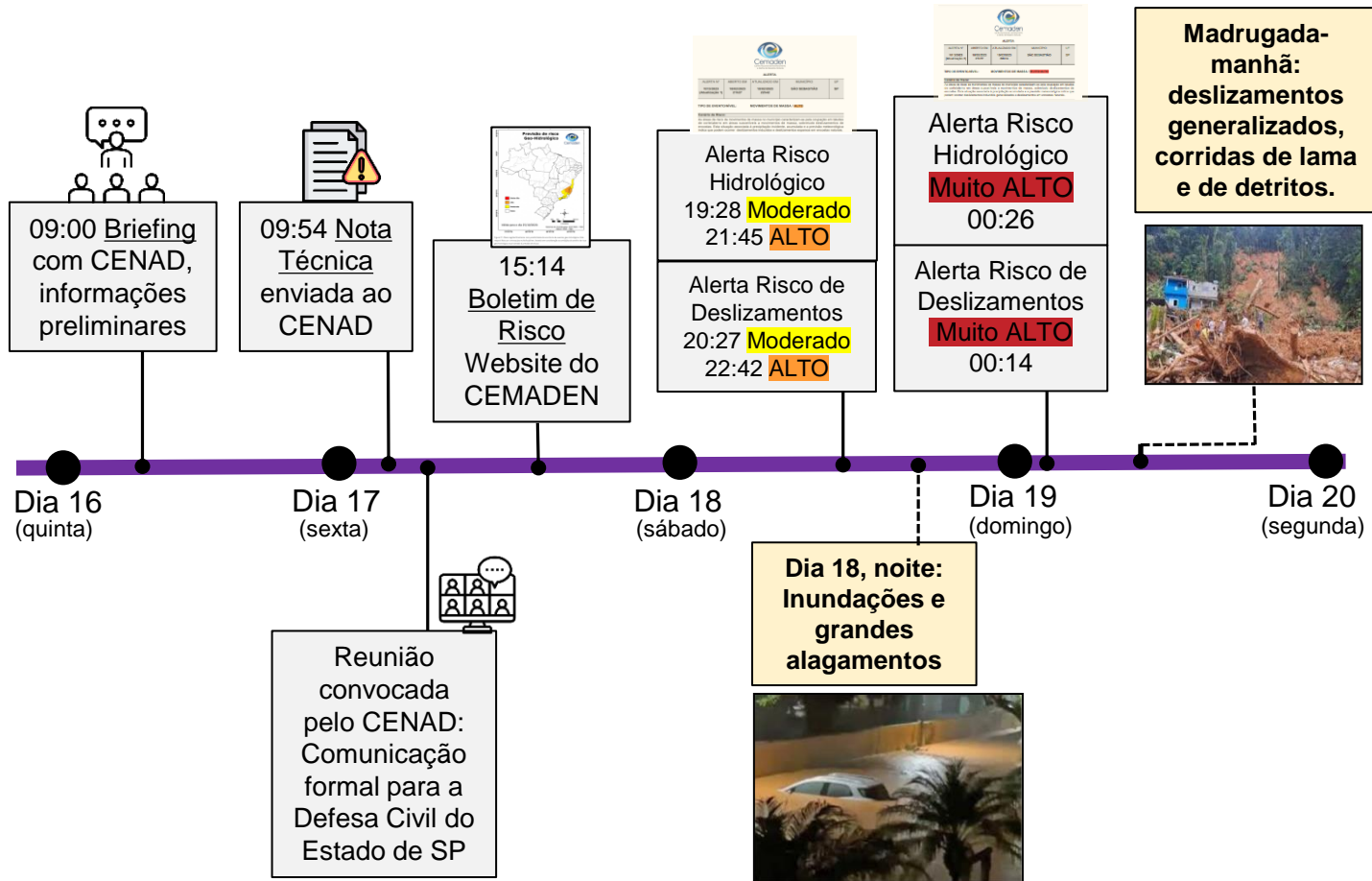


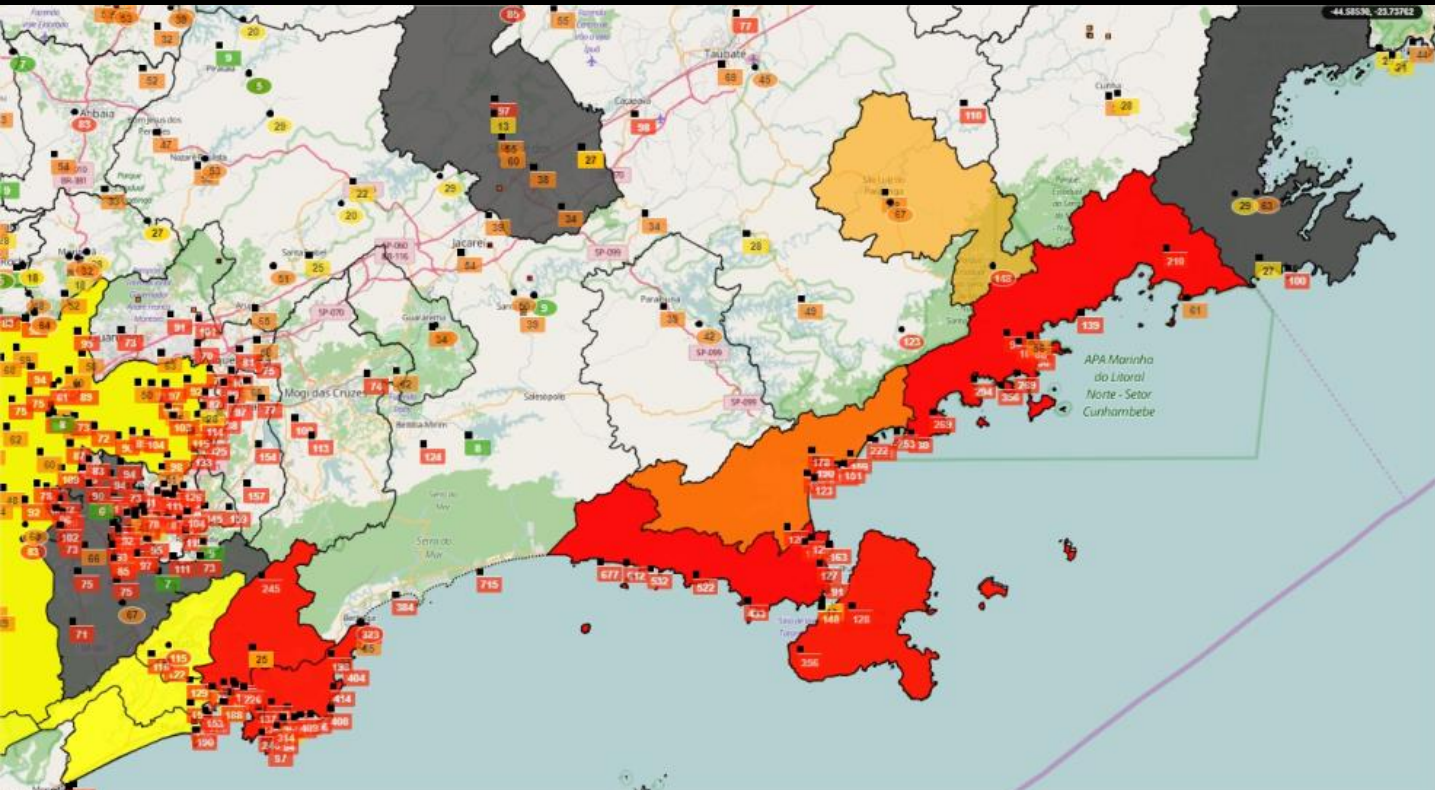
Foto: Harideva Egas, Cemaden-MCTI. Projeto REDEGEO.



- Maior chuva em 24h já registrada na história do Brasil: 683mm, em Bertioga-SP;
- 2ª maior chuva: 639mm em São Sebastião (Barra do Sahy);
- A média de chuva no mês de fevereiro nestas regiões é de 300mm – 350mm;
- 65 mortes no total, sendo 64 em São Sebastião e 1 em Ubatuba;
- Mais de 3 mil sinistros de automóveis, sendo 30% irreparável;
- Pelo menos 25 grandes “quedas de barreira” na Rio-Santos e destruição de trecho da Mogi-Bertioga;
- Mais de 750 desabrigados e 1730 desalojados pelo Litoral;
- Prejuízos financeiros ainda estão sendo estimados.



Plataforma SALVAR do Cemaden-MCTI, com pluviômetros indicando o total de chuva acumulado em 24h na tarde do dia 19/02/2023 e alertas vigentes.





Fonte: Prof. Fabio Reis, Unesp. Redes sociais.



Foto: Harideva Egas, Cemaden-MCTI. Projeto REDEGEO.

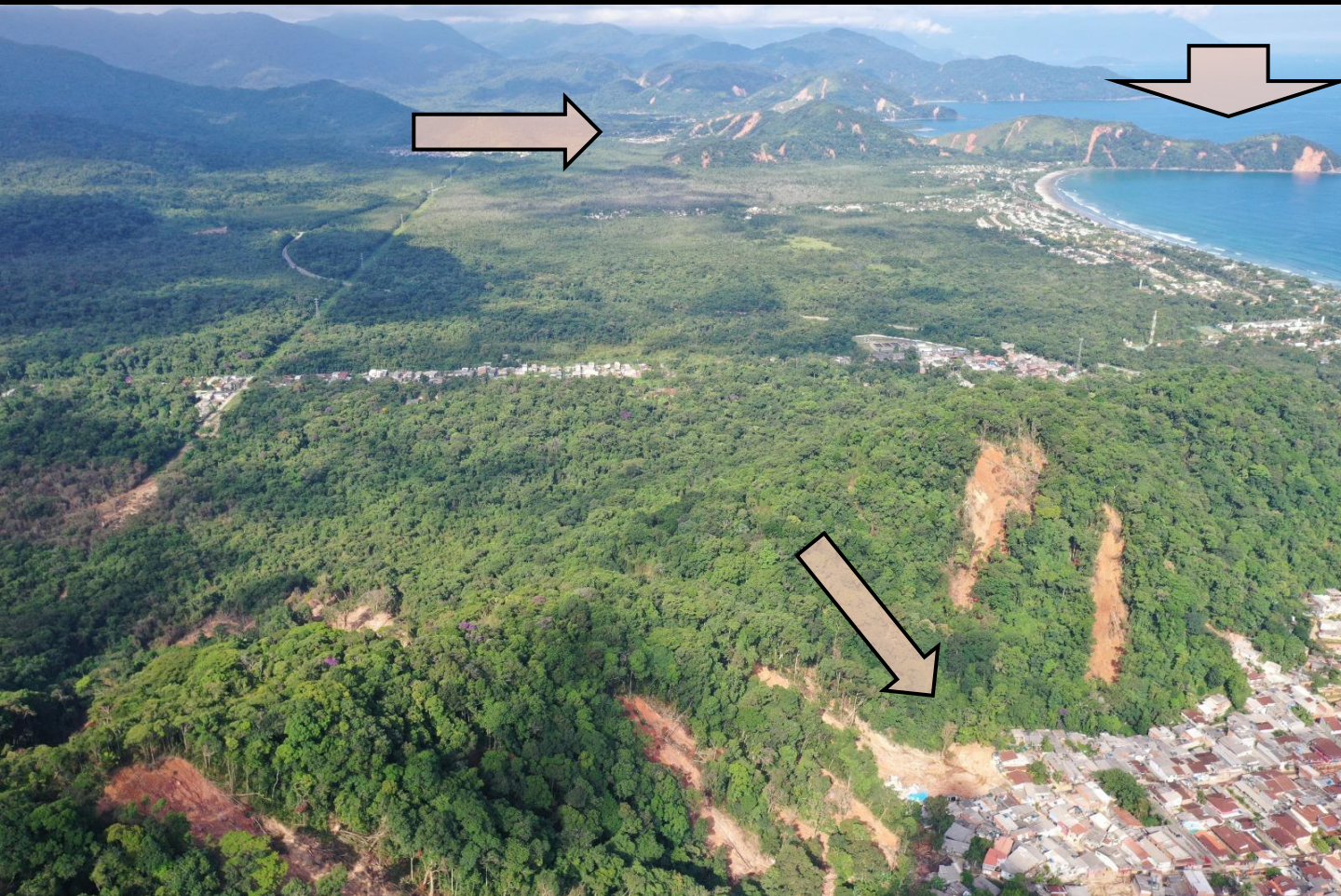


Foto: Harideva Egas, Cemaden-MCTI. Projeto REDEGEO.



Foto: Harideva Egas, Cemaden-MCTI. Projeto REDEGEO.



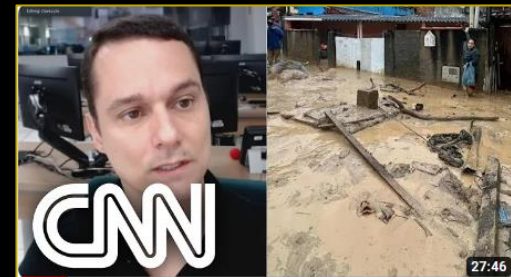
Foto: Harideva Egas, Cemaden-MCTI. Projeto REDEGEO.



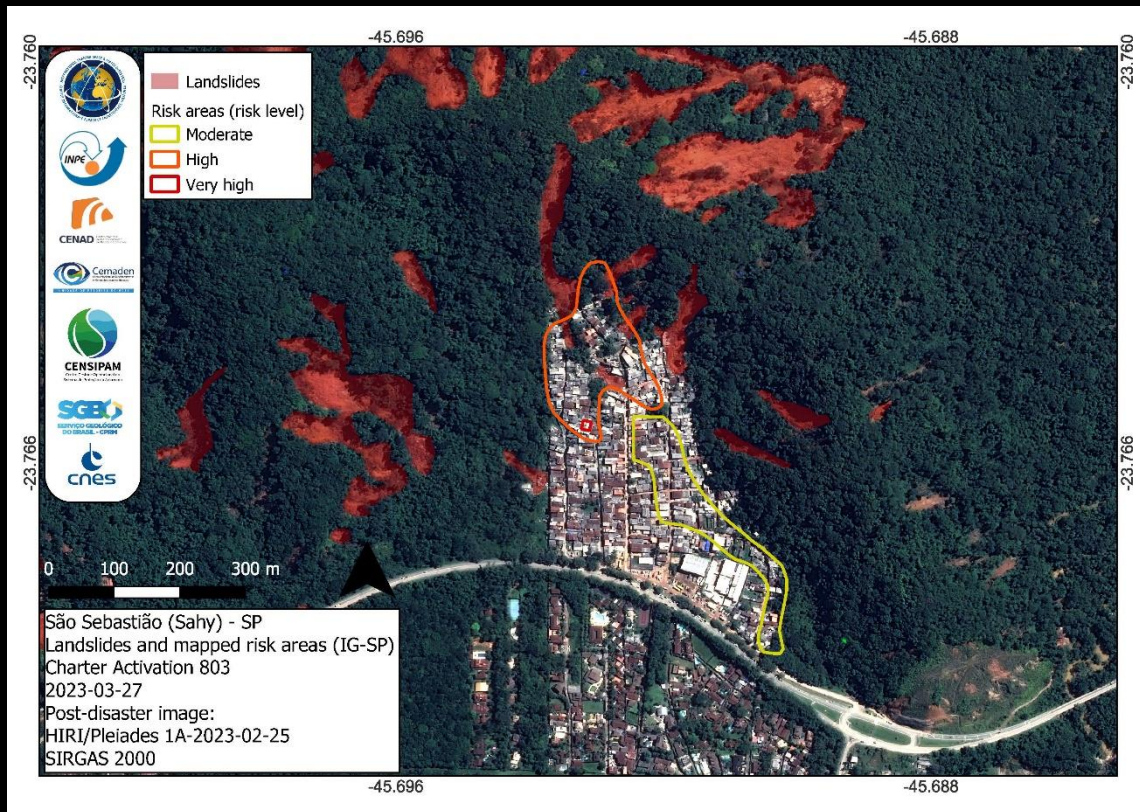


Ações durante e no pós-desastre

- Monitoramento contínuo e ininterrupto, com foco especial para as áreas mais atingidas;
- Reuniões excepcionais com a Defesa Civil Nacional, Estadual e municipal, contato direto gabinete de crise;
- Elaboração de Notas Técnicas de caráter especial;
- Reuniões interministeriais, buscando soluções (táticas e estratégicas) no curtíssimo, curto, médio e longo prazo;
- Atendimento à mídia, com o intuito de esclarecer os cenários de riscos vigentes, previsões para a próximas horas e dias, além de contextualizar o desastre.
- Coleta de informações e discussões para pesquisas avançadas.



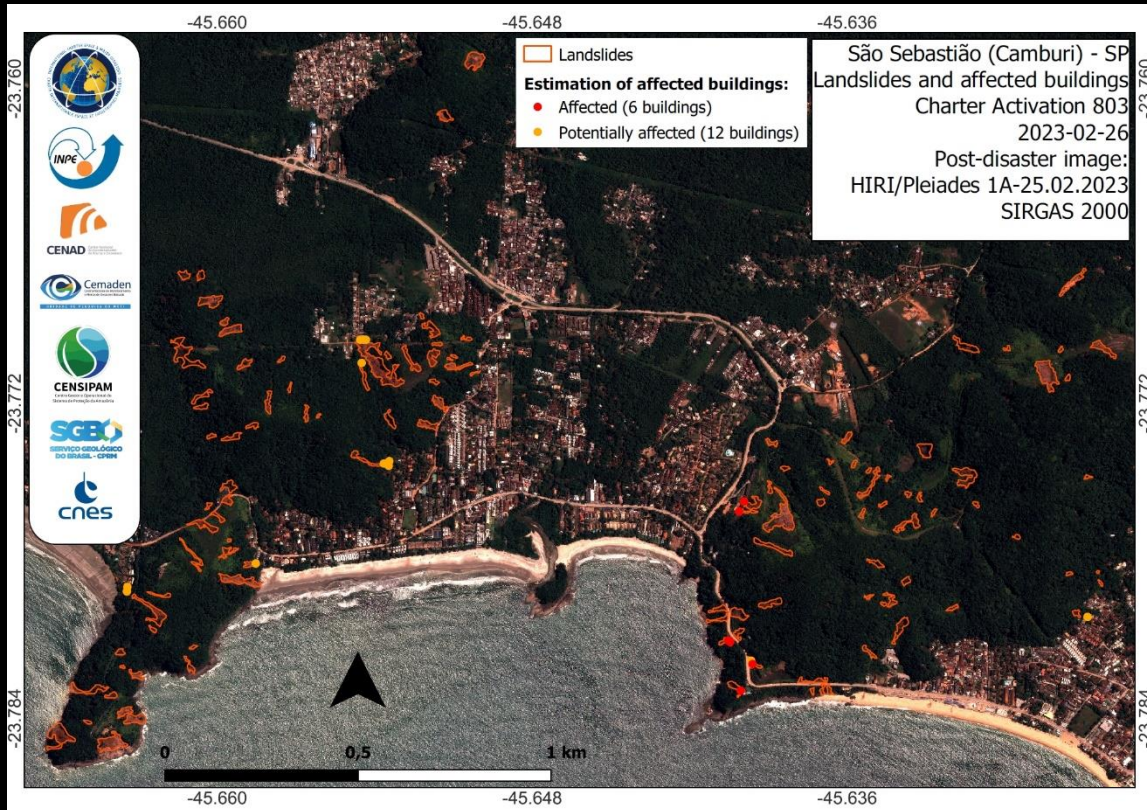
O International **Charter Space and Major Disasters** é uma colaboração mundial através da qual dados e informações espaciais são fornecidos para apoiar as organizações em caso de grandes desastres.



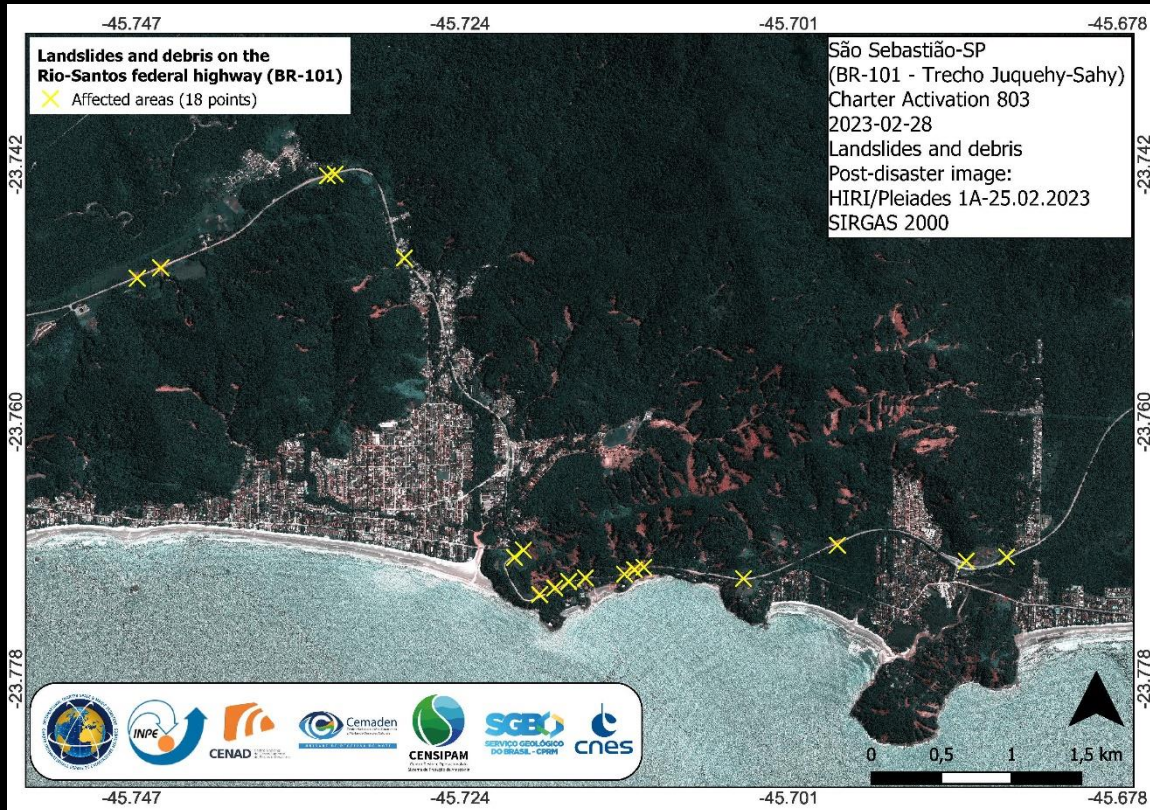
Pesquisadores de diversas instituições trabalham em conjunto de forma voluntária, recebendo imagens de alta e altíssima resolução, para realizar seu processamento e elaboração de produtos para as áreas atingidas.



Os produtos gerados vão desde mapeamentos das cicatrizes de deslizamentos (neste caso), identificando área fonte de processo e a áreas atingidas.

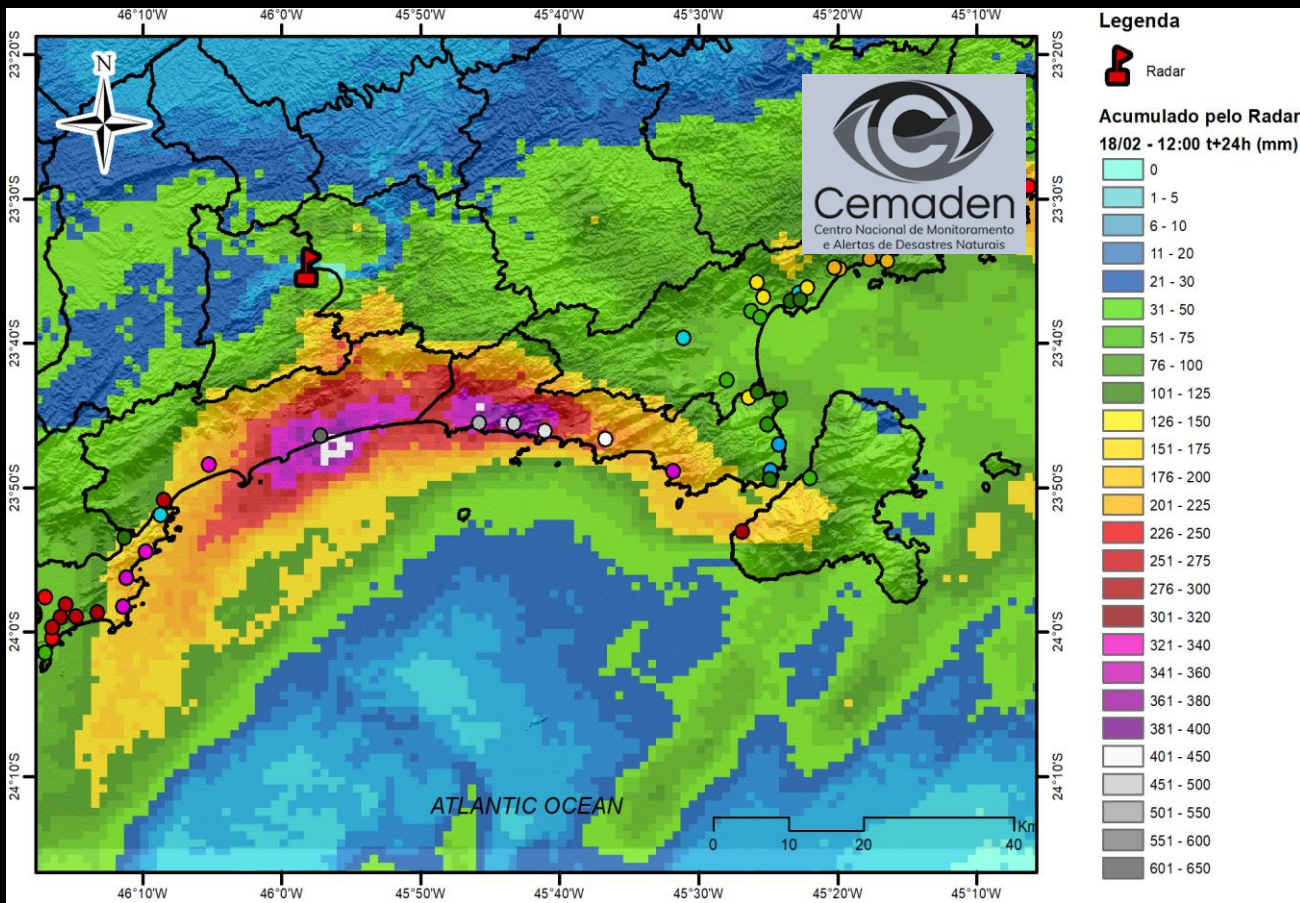


Alguns produtos podem ser específicos, como levantamento de locais de infraestrutura crítica que possam demandar ações especiais durante e após o desastre.

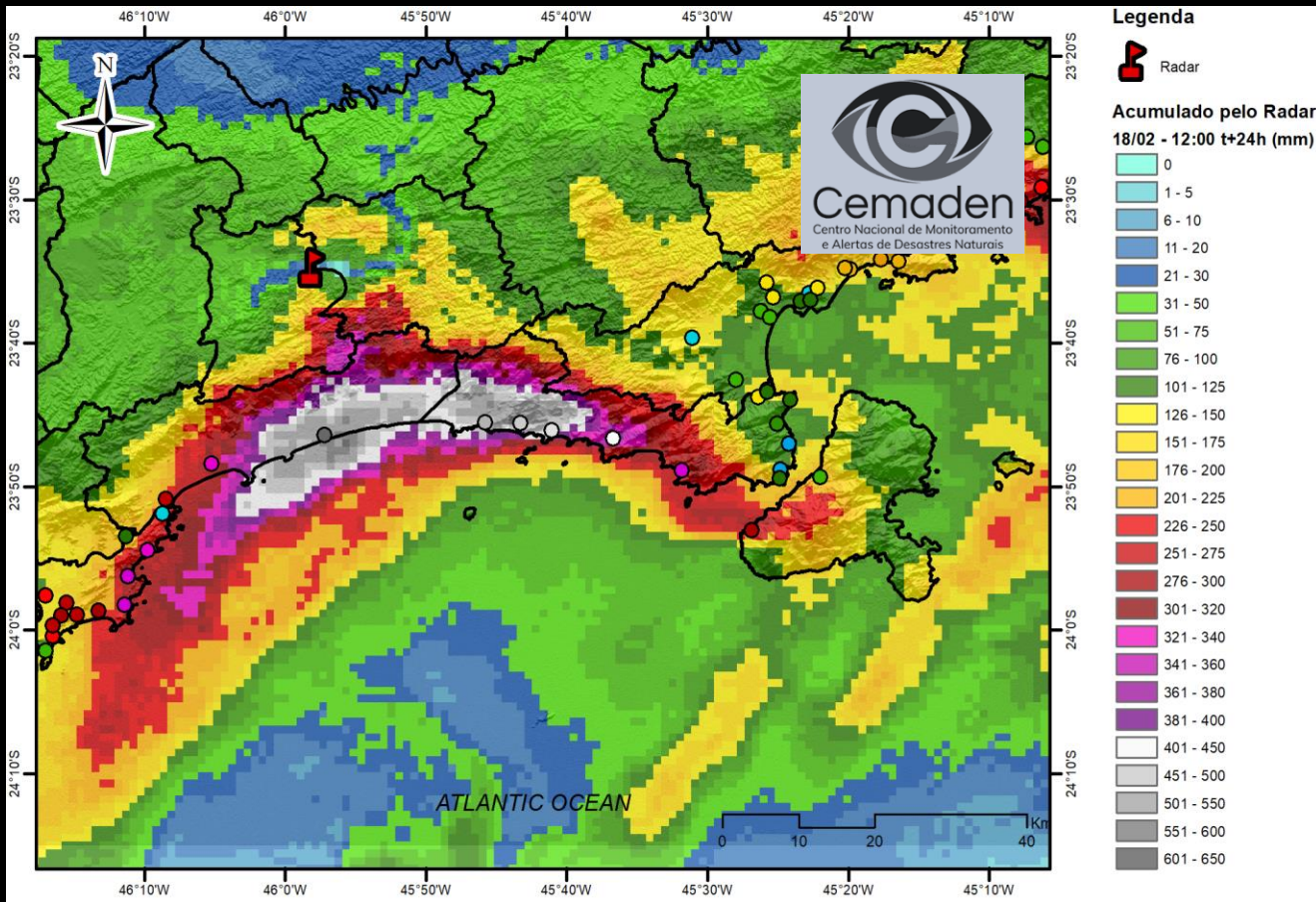


Após todo desenvolvimento, os resultados são disponibilizados em seu repositório, como forma de colaborar em estudos e planejamentos diversos.

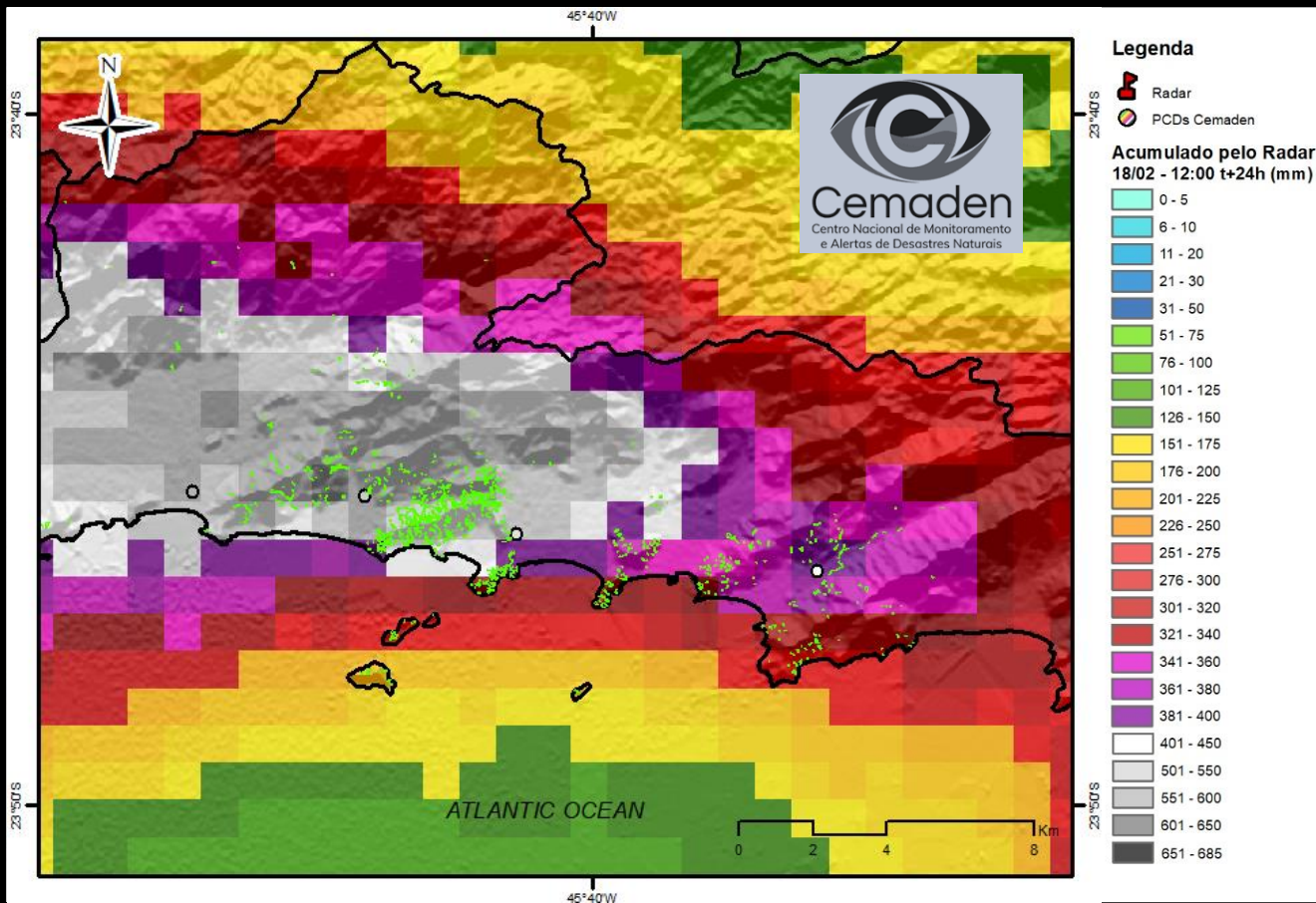




Distribuição espacial do acumulado em 24 horas estimado pelo radar localizado entre Biritiba-Mirim e Salesópolis operado pelo Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos (FCTH), e valores registrados pelos pluviômetros automáticos do Cemaden (círculos), entre 12:00 do dia 18 e 12:00 do dia 19 de fevereiro. Autor: Pedro Ivo Camarinha, Cemaden-MCTI (reprodução não autorizada).

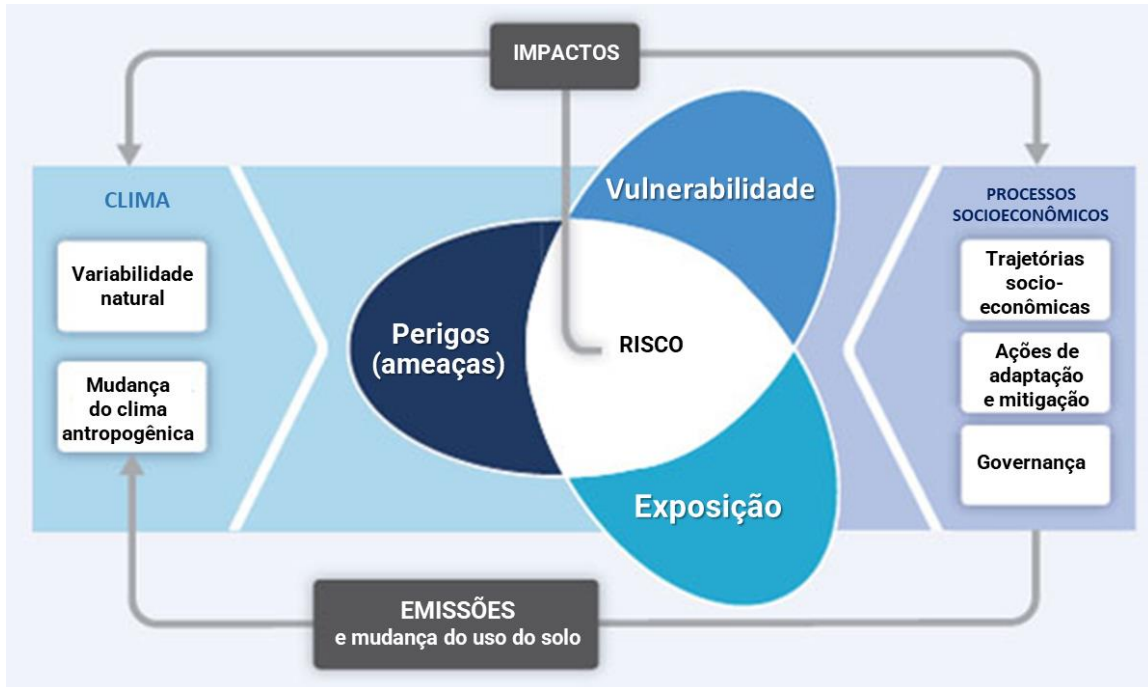


Distribuição espacial do acumulado em 24 horas ajustado, a partir do valor estimado pelo radar localizado entre Biritiba-Mirim e Salesópolis operado pelo Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos (FCTH), corrigido pelos valores registrados pelos pluviômetros automáticos do Cemaden (círculos), entre 12:00 do dia 18 e 12:00 do dia 19 de fevereiro. Autor: Pedro Ivo Camarinha, Cemaden-MCTI (reprodução não autorizada).



Distribuição espacial do acumulado em 24 horas estimado pelo radar localizado entre Biritiba-Mirim e Salesópolis operado pelo Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos (FCTH), e valores registrados pelos pluviômetros automáticos do Cemaden (círculos), entre 12:00 do dia 18 e 12:00 do dia 19 de fevereiro. Autor: Pedro Ivo Camarinha, Cemaden-MCTI (reprodução não autorizada).

Em um contexto mais amplo, outros fatores também interferem no risco de desastres!



“Diagnóstico e Prognóstico”

Condições normais do indivíduo, resultado das ações e interações do dia-a-dia ao longo do tempo. Há uma normalidade dos padrões de saúde, passível de ser descrita e determinada.



Patologias representam mudanças nas condições de saúde do indivíduo, sendo necessário uma série de investigações para entender o que se trata (anamnese, exames clínicos, exames laboratoriais, etc.)

Diagnóstico:

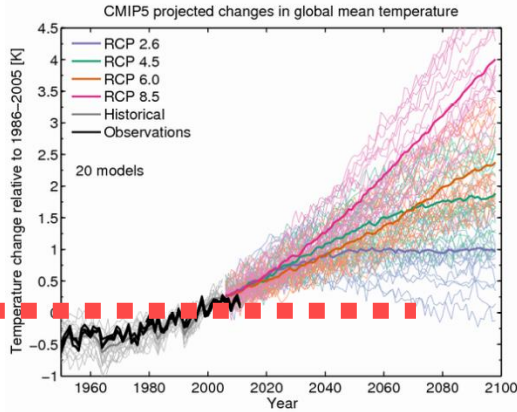
a) o processo ativo de pensamento e a arte de usar o método científico para elucidar os problemas da pessoa doente; b) a obtenção de todos os dados necessários; c) a avaliação crítica de todos os dados obtidos de diferentes fontes e com o emprego de diferentes métodos; d) a formulação de hipóteses possíveis; e) a conclusão do processo, chegando propriamente ao diagnóstico.



Prognóstico: refere-se à tentativa de traçar a provável evolução de uma doença. Dessa forma, fatores prognósticos são as características dos pacientes e/ou da doença, que têm impacto significativo nessa predição de evolução.

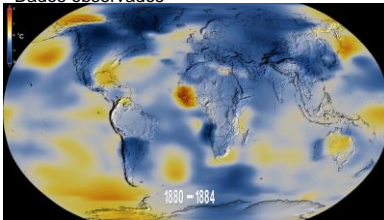


“Diagnóstico e Prognóstico”

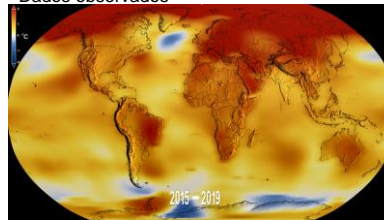


No caso do clima, o único jeito de fazer um prognóstico é através da modelagem e supondo alguns cenários de emissões dos gases de efeito estufa (chamados RCPs), pois não sabemos como será a trajetória futura das emissões antrópicas.

Dados observados

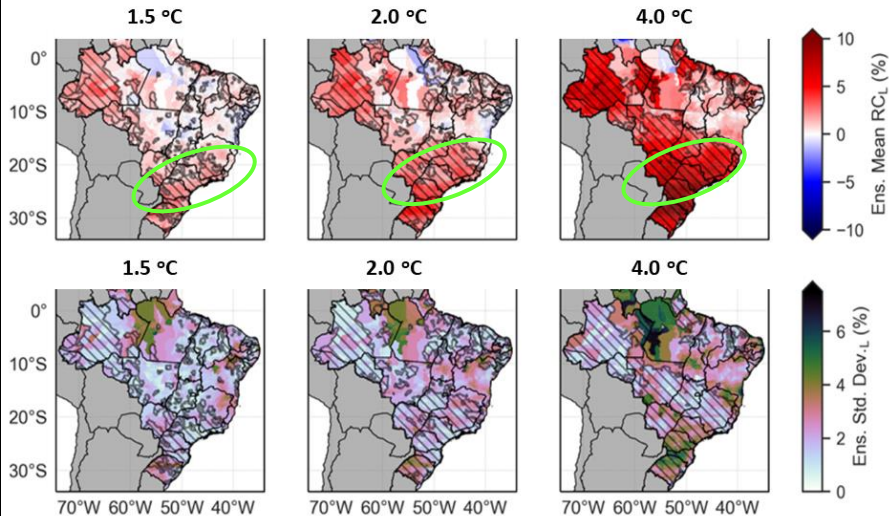


Dados observados



Exemplo de estudos avaliando a influência do aquecimento global no aumento ou diminuição de chuvas que tenham relação específica com a deflagração de deslizamentos de terra.

Risco deslizamento de terra - Vários níveis de aquecimento global (GWL)



Mudança relativa de deslizamentos de terra sob vários níveis de aquecimento global

Os mapas mostram os resultados do conjunto de projeções das variações relativas do Índice potencial de Deslizamentos de terra PI_L para os diversos GWLs. Os mapas representam o quanto os índices futuros aumentaram ou diminuiram em relação ao presente. A parte superior da Figura mostra os mapas de mudanças relativas para cada cenário de aquecimento para o GWL 1,5, 2,0 e 4,0. No painel inferior, mapas de desvio padrão são mostrados.

As áreas hachuradas mostram regiões onde existe um consenso entre os modelos maior que 66% (sinais positivos ou negativos) para a mudança projetada. Nota-se que em quase todo o território brasileiro há sinalização de aumento do PI_L , com pequenas exceções em parte das regiões centro e norte do país. Em geral, esse aumento é mais explícito nos cenários mais críticos (GWL 2.0 e 4.0).

Isso é detectado nas regiões Sul e Sudeste e na Amazônia Ocidental. Além disso, o cenário de risco observado para as regiões Sul e Sudeste é mais crítico. Isso ocorre porque essas são regiões densamente povoadas e muito suscetíveis a deslizamentos de terra. Essas regiões requerem atenção especial e requerem políticas de redução do risco de desastres e estratégias de adaptação.

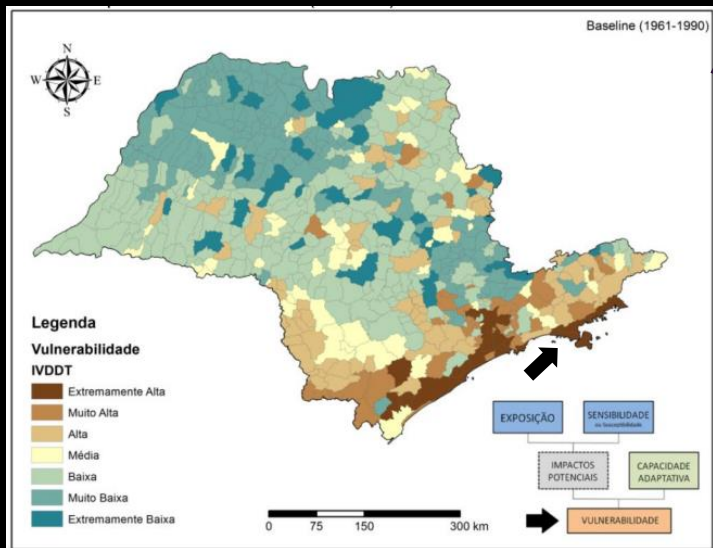
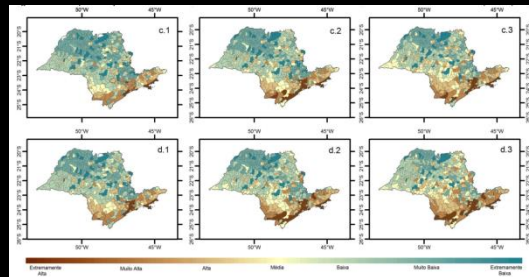
Extreme Rainfall and Hydro-Geo-Meteorological Disaster Risk in 1.5 °C, 2.0 °C and 4.0 °C global warming scenarios: An analysis for Brazil

J.A. Marengo (CEMADEN), P. I. Camarinha (CEMADEN), L.M. Alves (INPE), F Diniz (CEMADEN), Richard A. Betts (UKMO)

(Frontiers: Climate Change Risks, Impacts and Vulnerabilities under the Paris Agreement)


Exemplo de estudos avaliando a influência do aquecimento global no aumento ou diminuição de chuvas que tenham relação específica com a deflagração de deslizamentos de terra.


Estudo de 2016, diagnosticando os municípios do Estado de São Paulo quanto ao risco climático (incorporando variáveis não climáticas como suscetibilidade, demografia, dados socioeconômicos, capacidade de enfrentamento, e dados pluviométrico) associado aos deslizamentos de terra, tanto para o tempo presente mas também projeções do clima futuro. São Sebastião foi considerado o mais crítico do Estado em todas as situações (presente e futuro).



MUNICÍPIO	BASELINE		2011-2040			
	IVDDT	RANKING	RCP 4.5		RCP 8.5	
			IVDDT	RANKING	IVDDT	RANKING
São Sebastião	0,4334	1	0,4075	1	0,4059	1
Ilhabela	0,4213	2	0,3958	2	0,3911	3
Peruíbe	0,4127	3	0,3918	4	0,3759	7
Ubatuba	0,4072	4	0,3921	3	0,396	2
Guarujá	0,4039	5	0,364	10	0,3618	10
Cubatão	0,4029	6	0,3846	5	0,385	4
Praia Grande	0,4021	7	0,379	6	0,3791	5
Itariri	0,3888	8	0,3676	9	0,3584	13
Itanhaém	0,3878	9	0,3683	8	0,3566	15
Caraguatatuba	0,3852	10	0,3729	7	0,3775	6
Pariquera-Açu	0,3815	11	0,3426	21	0,3366	38
Iguape	0,3748	12	0,3377	30	0,3298	47
São Vicente	0,3737	13	0,3462	17	0,343	30
Santana do Parnaíba	0,3718	14	0,3632	11	0,3733	8
Jacupiranga	0,3678	15	0,3397	26	0,3417	33
Barueri	0,3610	16	0,3561	12	0,3658	9
Sete Barras	0,3575	17	0,3403	24	0,3375	37
São Bern. do Campo	0,3571	18	0,351	14	0,3571	14
São Paulo	0,3539	19	0,3485	15	0,3563	16
Guarulhos	0,3522	20	0,3464	16	0,3591	12

Obrigado!

 pedro.camarinha@cemaden.gov.br

 /pedro-camarinha

www.gov.br/cemaden/

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

 **Cemaden**
Centro Nacional de Monitoramento
e Alertas de Desastres Naturais
UNIDADE DE PESQUISA DO MCTI