


## **Análise comparativa dos principais desastres ocorridos nos anos de 1988 a 2022 relacionados a deslizamentos de massa no município de Petrópolis no Rio de Janeiro, considerando aspectos humanos, físicos e ambientais**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.018-055>

**Luiz Emílio Vianna**

Mestrando da Universidade Federal Fluminense (UFF).

**Alexandre Luís Belchior dos Santos**

Prof. Dr. Da Universidade Federal Fluminense (UFF);

**Angélica Pires Belchior dos Santos**

Mestre em Defesa e Segurança Civil pela Universidade Federal Fluminense, Assessora do Programa Assistência no Serviço Social do Comércio – SESC/GO.

### **RESUMO**

O presente artigo foi elaborado a partir da dissertação de mestrado em proteção e defesa civil da Universidade Federal Fluminense, envolvendo o contexto de desastres de deslizamentos de massa, no município de Petrópolis, Região Serrana do estado do Rio de Janeiro. O período em análise dos eventos, foi aquele constante dos anos de 1988 a 2022. Foi realizada uma análise comparativa, entre indicadores e pontos relevantes de aspectos humanos, físicos e ambientais entre os principais desastres do período. Então, foram identificados a recorrência e os pontos comuns dos desastres de deslizamentos, no município, para melhoria da eficiência de medidas mitigadoras e auxiliar gestores de defesa civil, em suas ações. Foram, também, reunidas informações que caracterizam a formação geológica, topografia, clima e condições meteorológicas, condicionantes naturais que torna o município vulnerável a desastres envolvendo os deslizamentos. O estudo permitiu chegar a resultados preliminares que apontam para um ciclo dos desastres, compreendido no período mais chuvoso do município, com altos índices pluviométricos. Identificaram-se os bairros Quitandinha e Morin com maior recorrência de deslizamentos de massa e à vulnerabilidade climática e geofísica enfrentada pelo município. No trabalho caracterizou-se, também, o termo megadesastre.

**Palavras-chave:** Desastres, Megadesastre, Deslizamentos, Vulnerabilidade climática.

## 1 INTRODUÇÃO

Este artigo está fundamentado no trabalho de conclusão de curso referente à pesquisa realizada junto ao município de Petrópolis no Rio de Janeiro, relativo aos desastres de deslizamentos de massa ocorridos no período compreendido nos anos de 1988 até 2022, segundo Vianna (2024).

O trabalho tem como ponto de partida parâmetros a serem observados nos desastres do período, que foram identificados e padronizados por relevância, os quais serviram para identificar os dados levantados de cada desastre. Os parâmetros foram: número de mortos e feridos, número de afetados, número de desalojados e desabrigados, bairros atingidos, índices pluviométricos, informações gerais sobre deslizamentos, gastos emergenciais pelo setor público e unidades habitacionais afetadas.

Esses parâmetros foram analisados e comparados por ano de ocorrências. E o resultado das comparações dos dados coletados, estão delineados e sistematizados segundo as ocorrências no município de Petrópolis no período de 1988 a 2022.

### 1.1 PROBLEMA

Quais as relações relevantes entre os desastres envolvendo deslizamento de massa no município de Petrópolis, no recorte temporal de 1988 a 2022? .

### 1.2 OBJETIVO

Promover uma análise comparativa dos desastres relacionados a deslizamento de solo no município de Petrópolis – RJ, destacando os aspectos humanos, físicos e ambientais que contribuem para a compreensão desses eventos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 O MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O município de Petrópolis está localizado no estado do Rio de Janeiro e a sudeste do Brasil. Pertence a Mesorregião Metropolitana, de acordo com a edição da Lei Complementar 184, de 27 de dezembro de 2018, do Governo do Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 2018).

O município é desmembrado, atualmente, de acordo com a Lei Estadual nº 1255, de 15 de dezembro de 1987, da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, em 5 distritos: 1º Distrito de Petrópolis, 2º Distrito de Cascatinha, 3º Distrito de Itaipava, 4º Distrito de Pedro do Rio e 5º Distrito de Posse, conforme figura 1.

Figura 1 - Distritos do Município de Petrópolis



Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

A população de Petrópolis é de 278.881 pessoas e sua área territorial é de 791,144 km<sup>2</sup>, segundo o censo demográfico de 2022 realizado pelo IBGE e densidade demográfica de 352,50 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2022). O município pertence a microrregião Serrana do estado do Rio de Janeiro.

O município está a 838 metros de altura em relação ao nível do mar (IBGE, 2022). Seu relevo pertence à Serra do Mar. Segundo o estudo de Guerra (2007) as rochas da região são predominantemente de complexo cristalino, com granitos, gnaisses e migmatitos e ainda apresenta relevo com grandes diferenças altimétricas e escarpas íngremes.

Ainda, de acordo com Guerra (2007) o município ocupa uma área serrana, estruturada sobre rochas bastante falhadas e fraturadas, encostas com elevadas inclinações e, em alguns pontos, solos com perfis bastante profundos, possuindo partes do município com totais pluviométricos anuais acima de 2.000 milímetros, com chuvas concentradas nos meses que vão de novembro a março.

Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBIO, 2007), aponta que o município possui uma grande Área de Proteção Ambiental (APA-Petrópolis). Além desta, também fazem parte da área o Parque Nacional da Serra dos Órgãos e a Reserva Biológica do Tinguá. O ICMBIO (2007) indica que os relevos superficiais são do tipo montanhoso e o escarpado e possui altos índices de pluviosidade e de Gleissolos localizados em planícies fluviais que servem como calhas para escoamento das bacias hidrográficas.

De acordo com o ICMBIO (2007), as principais bacias hidrográficas de Petrópolis são a Baía do Paraíba do Sul e a Baía de Guanabara. São formados vários canais de drenagem, devido a declividade, esses canais se transformam em rios temporários, devido às chuvas, com grande volume de água. Durante o verão chuvoso, o volume de água é formado rapidamente, produzindo o fenômeno chamado de “cabeça-d’água” ou “tromba-d’água”, que arrasta todo tipo de material pela frente. A

incidência de chuvas fortes na região, pode ser dada em função das nuvens baixas, carregadas de chuva, que não conseguem transpor os cumes das serras e se chocam e se precipitam. Em razão do acentuado desnível das encostas, a água desce em grande velocidade, atingindo o pé da serra com grande força.

Além das características geográficas e geológicas do município, observa-se que as mudanças climáticas, podem estar relacionadas ao aumento da frequência e das intensidades dos eventos que tem como desdobramento os desastres.

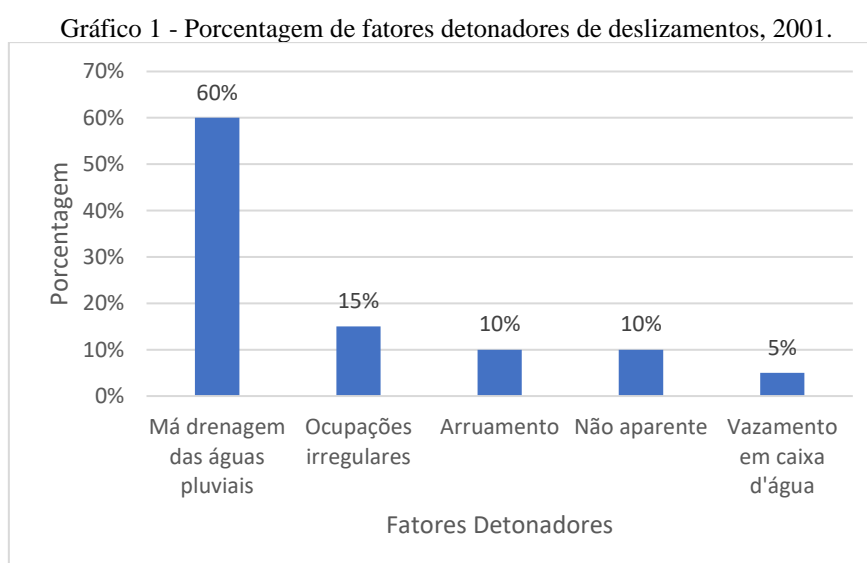
Segundo o painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima - IPCC (2021), traduzido pelo Governo do Brasil, as mudanças climáticas são transformações que ocorrem a longo prazo e alteram os padrões de temperatura e clima na Terra. Mas, desde 1800, as atividades humanas têm sido o principal impulsionador das mudanças climáticas, contribuindo para a aceleração das mudanças.

Com base neste conjunto de informações e, considerando a caracterização do relevo do município, a concentração de moradias irregulares subnormais, a infraestrutura urbana, o indevido uso e ocupação do solo e falta de planejamento público urbano, conjugados a chuvas intensas e tempestades que ocorrem com muita frequência em Petrópolis, ocorrem fatalidades em todo o território municipal, além de danos materiais que impactam, tanto o setor privado, quanto o público (Vianna, 2024).

## 2.2 DESLIZAMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS

Tominaga (2007) aponta, de forma genérica, que os deslizamentos podem ser entendidos como uma série de ocorrências relacionadas à movimentação dos solos, de rochas e material orgânico.

Oliveira (2001) em estudo sobre o desastre no município de Petrópolis, apontou os principais agentes que culminaram em deslizamentos de massas, segundo o gráfico 1. Com isso, 60% são em relação a inexistência de sistemas de drenagem, muitas vezes provocadas pelas ocupações irregulares, falta de calhas, sistemas pluviais e esgotos, fossas sem drenagem entre outros.



Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013), aponta que os fatores deflagradores dos movimentos de massa são associados diretamente aos agentes externos, contribuindo para aumentar as tensões solicitantes internas (inclinação e saturação natural) promovendo uma redução da resistência ao cisalhamento disponível e conseqüentemente o deslizamento.

### 3 METODOLOGIA

Segundo Vianna (2024), os dados natureza quantitativa, foram levantados e tiveram como fonte de informação os seguintes bancos de dados oficiais: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 1991 a 2012 do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres - CEPED, da Universidade Federal de Santa Catarina; o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; o Mapa Interativo da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais; o banco de dados de Mortes por Deslizamentos no Brasil, 1988 a 2022, fornecido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT; o portal do Banco Mundial, Carta Internacional Espaço e Grandes Desastres.

Também foram explorados como fonte de pesquisa o banco de dados do município de Petrópolis, o Plano Diretor da Cidade de Petrópolis, o Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR de Petrópolis do ano de 2017; o portal do Ministério da Agricultura e Pecuária, através do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia); e o portal do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

O trabalho também reuniu dados de artigos científicos, de revistas, leis municipais e federais, cujo os indicadores foram apreciados a partir do emprego de análise comparativa entre os desastres ocorridos no período de 1988 a 2022, como se segue.

#### 3.1 DESASTRES OCORRIDOS EM PETRÓPOLIS NO ANO DE 1988

Fortes chuvas atingiram o município, em fevereiro de 1988, 134 pessoas morreram no município de Petrópolis, segundo Fernandes (2021). As fortes chuvas provocaram desastres em todo o território, entre os desastres foram enxurradas, inundações, deslizamentos de terra, e desabamentos de casas.

Segundo reportagem do Jornal Nacional (2022), um deslizamento de terra soterrou cerca de nove residências na rua Casimiro de Abreu, centro da cidade, foram 40 óbitos somente naquela rua.

Segundo o jornal Diário de Petrópolis (Fernandes, 2021) a tragédia atingiu diferentes pontos da cidade, desde ocupações irregulares a moradias de luxo. O cenário era de destruição e luto: pessoas desaparecidas, centenas de desabrigados, corpos encontrados e não identificados.

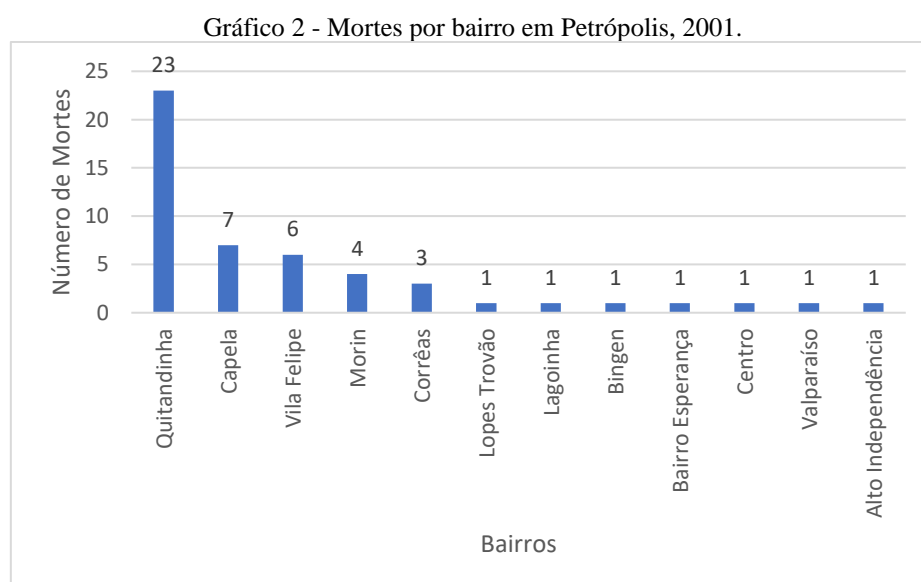
Wernke (2021, apud Revista Veja, 1988) aponta para 200 vítimas fatais, mais de 600 feridos, 1000 desalojados e 4000 desabrigados, o prefeito da cidade à época informou que a chuva prevista para um ano, caiu em apenas uma semana. Na época, o prefeito decretou estado de calamidade pública

em todo o município.

Para o desastre do ano de 1988 existem poucos registros, as principais fontes de dados foram reportagens e revistas, foi consultado o banco de dados do EM-DAT, que também apresentou registros divergentes.

### 3.2 DESASTRES OCORRIDOS EM PETRÓPOLIS NO ANO DE 2001

Fortes chuvas atingiram o município, entre os dias 23 e 24 de fevereiro. Foram registrados 190 milímetros de chuvas em 12 horas, enquanto em todo o mês de janeiro registrou 179,54 milímetros, do mesmo ano, segundo Oliveira (2001). Aponta ainda que as fortes chuvas foram causadoras de centenas de deslizamentos, principalmente no primeiro e segundo distrito da cidade. Conclui que os principais fatores que originaram os movimentos de massa daquele ano, foram o desmatamento, ocupações em áreas sem infraestrutura de saneamento, e com declividades superiores a 45 graus. O gráfico 2 aponta para os bairros com maior número de mortes em Petrópolis, no ano de 2001.



Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

O banco de dados do EM-DAT aponta para o número de 50 mortes. Oliveira (2001) que tiveram mortes em 12 bairros da cidade, somente no bairro Quitandinha, foram identificadas 23 mortes. Devido à tragédia, foi decretado estado de calamidade pública no município.

Segundo Soares (2001), o então presidente da república também apontou a falta de desassoreamento de rios e canais na região, atribuição do governo do Estado. A reportagem aponta que

vários pontos da cidade ocorreram deslizamentos, e os bairros mais afetados foram Valparaíso, Quitandinha, Bigen e Alto da Serra, onde deslizamentos provocaram mortes.

### 3.3 DESASTRES OCORRIDOS EM PETRÓPOLIS NO ANO DE 2011

Chuvas de grande intensidade atingiram o município de Petrópolis nos dias 11 e 12 de janeiro de 2011. Petrópolis decretou estado de calamidade pública.

De acordo com Amaral e Lima (2011), o evento ocorreu devido a massas de ar provenientes da Zona de Convergência do Atlântico Sul na Região Serrana do Rio de Janeiro, aliado às chuvas antecedentes e erosões fluviais e pluviais, que culminaram nos deslizamentos e inundações na região, e associado ao uso irregular de ocupação do solo resultaram, no considerado, o pior desastre já registrado na região.

Segundo Busch e Amorim (2011), diversas regiões do município de Petrópolis tiveram registros de lama e inundações, várias casas foram afetadas e pessoas ficaram soterradas. Pontes, estradas e ruas foram danificadas, também afetou a geografia da cidade, onde rios e canais mudaram de curso. Aponta ainda que os registros de afetados (até o dia 23 de março) era de 905 mortos, 345 desaparecidos, 34.600 pessoas desabrigadas ou desalojadas em toda a região serrana.

O Banco Mundial (2011) classificou o evento como o pior desastre registrado na história do Brasil. De acordo com o Formulário de Informação de Desastres (FIDE) do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) foram registradas 74 mortes, cerca de 25 feridos, 6.956 desalojados, 187 desabrigados e cerca de 7.269 afetados no município de Petrópolis.

Os afetados no município de Petrópolis se concentraram principalmente no Vale do Cuiabá e região. O Vale do Cuiabá é uma região de Itaipava, 3º distrito de Petrópolis, que faz fronteira com outro município, Teresópolis. O bairro se distancia do centro de Petrópolis cerca de 40 km de distância. As fortes chuvas iniciaram na noite do dia 11 de janeiro que adentrou a madrugada do dia 12.

De acordo com publicação do jornal Diário de Petrópolis, em 11 de janeiro de 2011, uma enxurrada de lama e água, provocada pela chuva forte e o deslizamento de encostas, atrelado ao transbordado ao rio Santo Antônio, foi destruindo casas, arrastando carros e causando inundações, sem distinguir áreas, classes sociais e pessoas por faixas etárias. A região não tinha vivido uma tragédia parecida desde o ano de 1988. Melo (*et al*, 2011) aponta que a área mais atingida de Petrópolis foi a região na Bacia do Rio Cuiabá, no Rio Santo Antônio, com corridas de blocos no alto e médio cursos e inundações generalizadas no baixo curso do rio, e ainda contabilizou na área, 80 desaparecidos, para os quais, em 2015, ainda não se tem uma solução

Em seu relatório anual sobre desastres, o Centro Nacional de Gerenciamentos de Riscos e Desastres - CENAD (2022) afirma que a tragédia só não foi pior porque os escorregamentos não afetaram as áreas de maior adensamento populacional em Petrópolis.



De acordo com informações do DRM-RJ (Departamento de Recursos Minerais do Rio de Janeiro), a entrada de massas de ar provenientes da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) na Região Serrana do Rio de Janeiro, associada ao uso irregular de ocupação do solo, bem como às chuvas antecedentes e erosões fluviais e pluviais, culminaram nos deslizamentos e inundações no município de Petrópolis.

O Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ) elaborou um relatório geológico após o desastre, com o título de “Megadesastre da Serra”. No relatório informou que as avalanches de terra atingiram 180 km/h, e deslocaram-se 1 km em 20 segundos. A região ficou sem luz, água potável e comunicações de qualquer tipo. Prédios públicos e hospitais foram danificados. As equipes de resgate operam sem uso de celulares, satélites ou rádios. Bataglin (2014) aponta que a instabilidade atmosférica resultou em fortes chuvas, e conseqüentemente em enchentes e deslizamentos que atingiram áreas rurais e urbanas, algumas ficando totalmente isoladas, destruindo prédios e habitações, infraestrutura pública, pontes foram destruídas e as principais vias de acesso foram totalmente ou parcialmente afetadas, estabelecimentos de saúde e escolas, comprometendo principalmente os serviços de abastecimento de água, energia elétrica e telefonia fixa. Foi afetado também as atividades econômicas da região, como indústrias, pecuária, agricultura e comércio (Freitas, 2012).

### 3.4 DESASTRES OCORRIDOS EM PETRÓPOLIS NO ANO DE 2013

Fortes precipitações pluviométricas assolaram o município de Petrópolis no dia 17 de março de 2013. Segundo estudo do Departamento de Recursos Minerais (DRM-RJ), a precipitação foi marcada pela atuação conjunta da Zona de Convergência do Atlântico Sul e de uma frente fria do Sudoeste, causando chuvas fortes, com elevados índices pluviométricos, e assim saturando a camada de solo levando a ocorrência de escorregamentos generalizados de massas, enxurradas, enchentes e diversos pontos de alagamentos no município.

Os 30 dias antecedentes dos desastres, mantiveram a precipitação acumulada abaixo da média, tendo o acumulado inferior a 270 milímetros.

Nos dias 17 e 18 de março a Estação Quitandinha registrou o maior acúmulo em 24 horas com 459,5 milímetros de chuva de acordo com o quadro 1 (Simão, 2013).



Quadro 1 - Índices pluviométricos registrados nos dias 17 e 18 de março de 2013

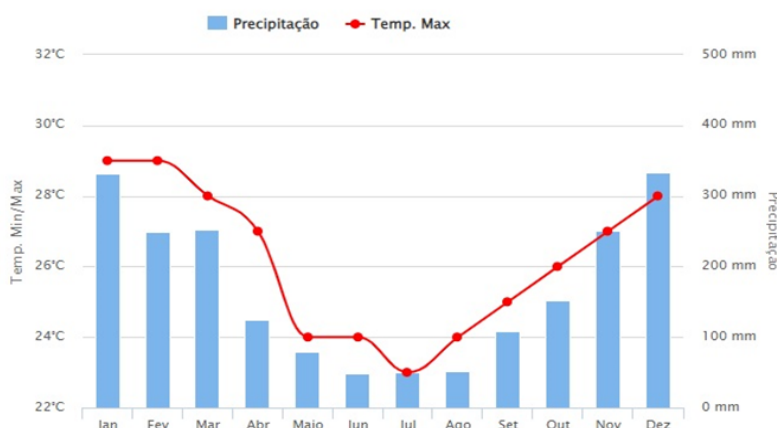
Estação	Acumulados 24h	Máximo Acumulado em 1h
Quitandinha	459,5	71,5
LNCC	405	64,25
Morin	409	42,25
Cel. Veiga	409,5	41
Bingen	337,5	35,25
Independência	355,75	66,25
Barão do Rio Branco	204,25	22
Alto da Serra	325	39,5

Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

O primeiro registro de chuva no município começou a partir das 15 horas, do dia 17/03 e foi até a madrugada do dia 19/03 de março. O registro de maior índice pluviométrico ocorreu entre 23h e 30min do dia 17/03, até 01 horas do dia 18/03.

O registro de chuva acumulado é equivalente das 15 horas do 17/03 até as 15 horas do dia 18/03. Em comparação com o acumulado esperado para o mês inteiro de março é de 253 milímetros, segundo o gráfico 3 Climatempo (2023), adaptado de Vianna (2024).

Gráfico 3 - Índices pluviométricos e temperaturas médias do município de Petrópolis.



Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

Após um período com chuvas abaixo da média, no dia 17/03, fortes chuvas atingiram o município de Petrópolis. As fortes chuvas se originaram com a influência das nuvens carregadas da Zona de Convergência de Umidade, que canalizou muita umidade entre o Centro-Oeste e o Sudeste do Brasil, e sua somatória à ação dos ventos úmidos vindos do oceano, teve início, à noite, uma chuva forte no município de Petrópolis e foi decretado alerta máximo para inundação do Rio Quitandinha, e em Silva Jardim (às 23h00, 26,4mm/h). Especificamente para Petrópolis e o pé da Serra, o Sistema de Meteorologia do estado do Rio de Janeiro – SIMERJ, emitiu diversos avisos de registro de acumulado significativo.

Estas chuvas extremas iniciaram a deflagração de escorregamentos generalizados no município (Departamento de Recursos Minerais – DRM-RJ).

A parte mais expressiva de escorregamentos atingiu taludes escavados a montante ou a jusante de casas e vias, sem drenagem. Na maior parte dos setores afetados, os processos se iniciaram como erosões violentas envolvendo apenas solo, e evoluíram, a partir da incisão profunda das cicatrizes, para deslizamentos dos taludes das ravinas. Alguns movimentos atingiram linhas de drenagem ou anfiteatros nas encostas, ocorrendo sob a forma de corridas de entulho, lixo e solo (por vezes blocos rochosos), geradas a partir da concentração das águas superficiais. Os taludes naturais foram pouco afetados (Departamento de Recursos Minerais – DRM-RJ).

De acordo com a apresentação do então Secretário de Defesa Civil do município, o Tenente Coronel do Corpo de Bombeiros Militar do Rio de Janeiro Rafael J. Simão (14/04/2013), foram mais de 2.200 ocorrências registradas pela Defesa Civil de Petrópolis, cerca de 70% dessas ocorrências foram de deslizamentos. A Defesa Civil realizou cerca de 2.100 vistorias e interditou 712 casas e ainda 662 casas foram parcialmente destruídas e 213 foram completamente destruídas. Além disso, alguns pontos de atendimento de saúde foram afetados, prejudicando o atendimento aos afetados e feridos. Até o dia 25 de março foram contabilizados 34 mortos, 49 feridos, 1085 desabrigados, 1.658 desalojados e 150.000 pessoas afetadas.

Os deslizamentos atingiram várias localidades do município, sendo o primeiro distrito o mais afetado, nos bairros: Quitandinha (337 ocorrências); Castrioto, Chácara Flora; Duchas; Duarte da Silveira, Independência (132 ocorrências); Siméria; São Sebastião (156 ocorrências); Castelanea Sargento Boening (93 ocorrências); Alto da Serra (215 ocorrências); Meio da Serra; Caxambu; Mosela; Taquara; Vila Felipe; Morin, Quarteirão Brasileiro, Centro (52 ocorrências), 24 de maio, 1º de Maio, Valparaíso (32 ocorrências), Coronel Veiga, Bingen (80 ocorrências), Quarteirão Ingelhein, Barão do Rio Branco, Floresta, Cremerie, Fazenda Inglesa, Bataillhard, Provisória, Retiro, Roseiral, Saldanha Marinho e Vila Militar. No segundo distrito estão os bairros Estrada da Saudade, Correias, Carangola, Quissamã, Itamarati, Araras, Cascatinha, Bonsucesso, Nogueiras, Samambaia e Sertão do Carangola. No terceiro distrito Itaipava. E no quarto distrito, o bairro Pedro do Rio (Banco de dados fornecidos pela Controladoria Geral da União, protocolo 59009.000888/2023).

Segundo o Departamento de Recursos Minerais do estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ, 2013) o mês de março de 2013, apresentou precipitação acumulada acima da média mensal, principalmente devido a junção das frentes frias do Sudoeste com as zonas de convergência de umidade de noroeste, resultando em um desastre de grandes proporções, resultando em 34 mortos e mais de 100 deslizamentos de massas. O relatório aponta que devido as fortes precipitações, o desastre poderia ter sido mais catastrófico, devido ao período de seca antes do evento, isso fez com que o mês iniciasse com valores de chuvas acumuladas abaixo da média, o que pode ser considerado o principal motivo pelo qual as chuvas extremas dos dias dezessete e dezoitos de março não tenham gerado um quadro destrutivo similar ao do desastre de 2011 na Serra Fluminense.

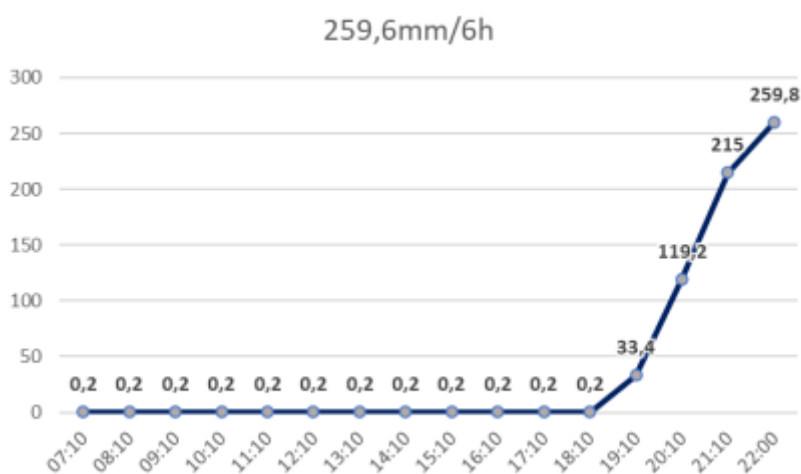
### 3.5 DESASTRES OCORRIDOS EM PETRÓPOLIS NO ANO DE 2022

Segundo relatório do Departamento de Recursos Minerais do estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ, 2022), foram registrados dois grandes desastres que atingiram o município de Petrópolis, com 35 dias de diferença. O primeiro, aconteceu no dia 15 de fevereiro, foram cerca de seis horas de chuva intensa, com cerca de 260 mm de chuvas nas duas primeiras horas e deixou 234 mortos, e o segundo evento, também de chuvas fortes foi registrado no dia 20 de março e deixou 7 mortos, totalizando 241 vítimas de desastres no ano.

Ainda segundo o DRM-RJ (2022), o Centro Estadual de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais do Estado do Rio de Janeiro (CEMADEN-RJ), divulgou a chegada de uma frente fria e o efeito termodinâmico pré-frontal que provocaram a ocorrência de chuvas fortes a ocasionalmente muito fortes sobre o município. O temporal começou por volta das 16h30, durante horário de pico de congestionamento na cidade, deixando a mobilização e deslocamento de viaturas de emergência e socorro prejudicadas e dificultadas, e aliado a isso foram registrados vários pontos de alagamentos. A cidade ficou sem luz e perdeu as comunicações, mesmo via celular, deixando um verdadeiro cenário de caos e destruição.

No dia 15 de fevereiro, a estação pluviométrica de São Sebastião, monitorada pelo CEMADEN, registrou 260 mm de chuvas acumuladas em seis horas, e 215mm referente às três primeiras horas conforme o gráfico 4 (DRM-RJ, 2022). A estação pluviométrica Alto da Serra, monitorada pelo Instituto Estadual de Ambiente (INEA), registrou 233 mm de precipitação acumulada em quatro horas (DRM-RJ, 2022).

Gráfico 4 - Precipitação acumulada por hora, em milímetros, registrada na estação São Sebastião no dia 15 de fevereiro de 2022.



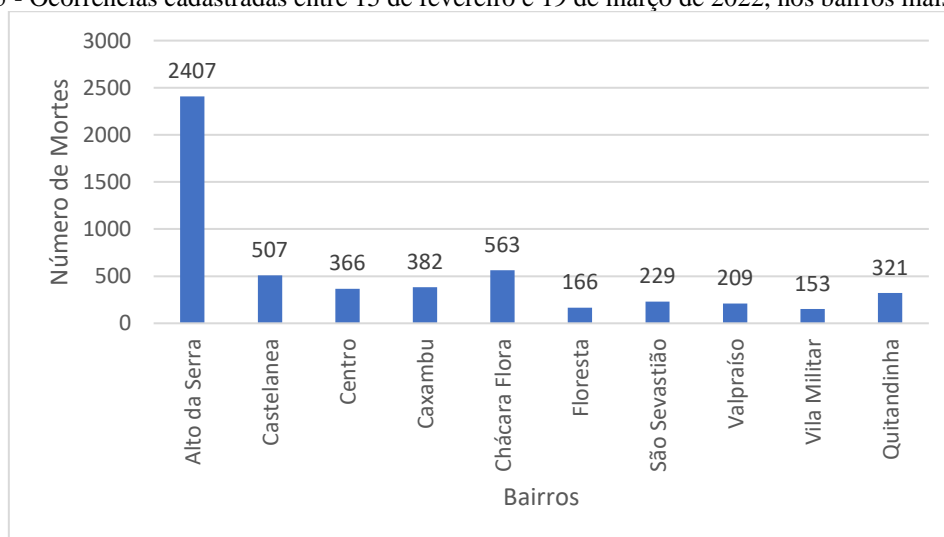
Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

Centenas de deslizamentos foram deflagrados nas encostas do 1º Distrito, majoritariamente entre 17h e 21h, enquanto as bacias hidrográficas da cidade sofreram processos de inundação. A região do 1º Distrito registrou os maiores índices pluviométricos da cidade.

Ainda segundo o DRM-RJ (2022), as ações de resgate e salvamento começaram durante a noite do dia 15 de fevereiro e foram conduzidas pelo batalhão do Corpo de Bombeiros de Petrópolis. Foram centenas de soterrados, feridos e hospitalizados, foram registradas 6014 ocorrências, o número de desabrigados e desalojados contabilizou cerca de 3500 pessoas, no primeiro momento, as vias principais e secundárias, em diferentes pontos da cidade, ficaram obstruídas com os materiais dos deslizamentos e das inundações, dificultando as ações do Corpo de Bombeiros. Os serviços básicos de atendimento à população como fornecimento de luz, água, telefonia e hospitais também foram afetados.

O elevado índice pluviométrico provocou uma rápida saturação da camada superficial de solo existente nas encostas, provocando movimentos de massa de grandes proporções que atingiram comunidades inteiras. As áreas mais afetadas da cidade foi a região do 1º Distrito, nos bairros Alto da Serra (2407 ocorrências), Castelanea (507 ocorrências), Centro (366 ocorrências), Caxambu (382 ocorrências), Chácara Flora (563 ocorrências), Floresta (166 ocorrências), São Sebastião (229 ocorrências), Valparaíso (209 ocorrências), Vila Militar (153 ocorrências) e Quitandinha (321 ocorrências), de acordo com os dados apresentados no gráfico 5, segundo Blaudt, Alvarenga e Garin (2023), adaptado de Vianna (2024).

Gráfico 5 - Ocorrências cadastradas entre 15 de fevereiro e 19 de março de 2022, nos bairros mais atingidos.



Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

Segundo os autores Blaudt *et al.* (2023) foram registradas 6.293 ocorrências pela Secretaria de Defesa Civil municipal de Petrópolis, entre os dias 15 de fevereiro e 19 de março. Do total, 5.394 ocorrências foram de imóveis atingidos por deslizamentos ou com risco de atingimento, tornando a

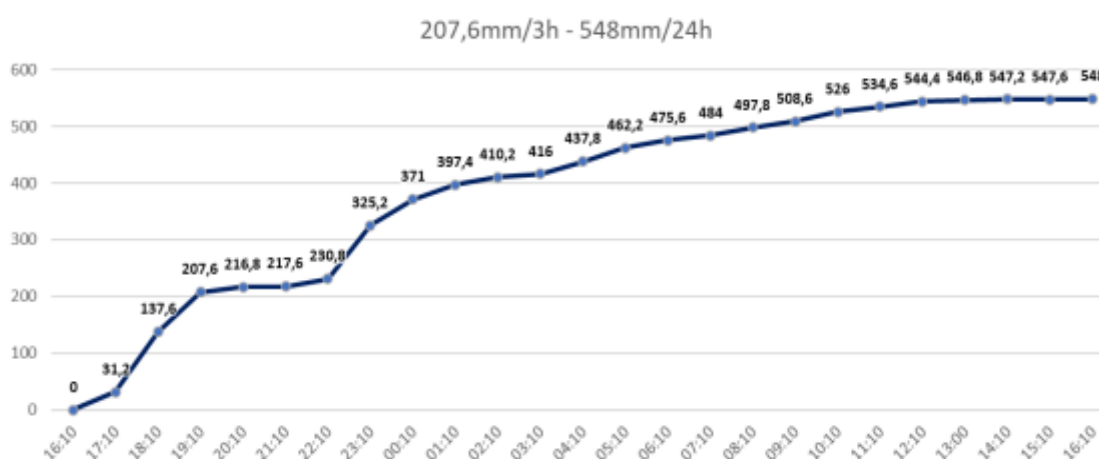
ocorrência mais frequente no período, totalizando em 86%. A Defesa Civil do município realizou 4.755 interdições, sendo 2.407 apenas do bairro Alto da Serra.

Blaudt *et al.* (2023) apontam que o bairro Alto da Serra foi o mais afetado pelo movimento de massa, mais especificamente na localidade conhecida popularmente como Morro da Oficina. O alto volume de chuva levou a uma rápida saturação da camada de solo, que deslizou e atingiu extensos depósitos de tálus existentes nos dois terços inferiores da encosta. A região do depósito de tálus é também a localização das construções, esse material heterogêneo foi agregado ao movimento de massa, causando o deslocamento de blocos rochosos de diversos tamanhos, a completa destruição de cerca de 90 imóveis e a perda de aproximadamente 80 vidas. Ainda segundo os autores, as operações de resgate e salvamento, das chuvas do dia 15 de fevereiro, foram encerradas com 234 óbitos dentre vítimas de deslizamentos e afogamentos, dos quais 93 foram registrados somente no Morro da Oficina.

Tendo em vista a magnitude e a necessidade de apoio técnico especializado e de infraestrutura de resposta, o Município declarou, ainda no dia 15 de fevereiro, estado de calamidade pública, através do Decreto nº 033/2022.

No dia 20 de março, após 35 dias das fortes chuvas do dia 15 de fevereiro, um domingo, o Município de Petrópolis foi novamente atingido por chuvas intensas, devido à passagem de uma frente fria sobre a cidade, culminando em novas movimentações de massas generalizadas na região do 1º Distrito. De acordo com o relatório do DRM-RJ (2022), gráfico 6 do DRM-RJ, (2022) a estação pluviométrica do São Sebastião, monitorada pelo CEMADEN, teve registros de 207,6 mm de chuvas acumulados em três horas e cerca de 548 milímetros em 24h.

Gráfico 6 - Precipitação acumulada por hora, em milímetros, registrada na estação São Sebastião entre os dias 20 e 21 de março de 2022.



Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

De acordo com o relatório do DRM-RJ (2022) a estação pluviométrica do São Sebastião, monitorada pelo CEMADEN, teve registros de 207,6 mm de chuvas acumulados em três horas e cerca de 548 milímetros em 24h.

Ainda segundo o DRM-RJ (2022) teve-se a reativação de processos de movimentos de massas, devido a novas precipitações no dia 20 de março. Os sistemas de infraestrutura da cidade e de atendimento à população ainda estavam em processo de retomada da normalidade, os rios Piabanha e Quitandinha novamente transbordaram, ocasionando processos de inundação em diversas áreas do 1º e do 2º Distrito. Com o término das ações de resgate e salvamento conduzidas pelo Corpo de Bombeiros, foi identificado que o novo cenário de desastre resultou em 7 óbitos, totalizando em 241 óbitos.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

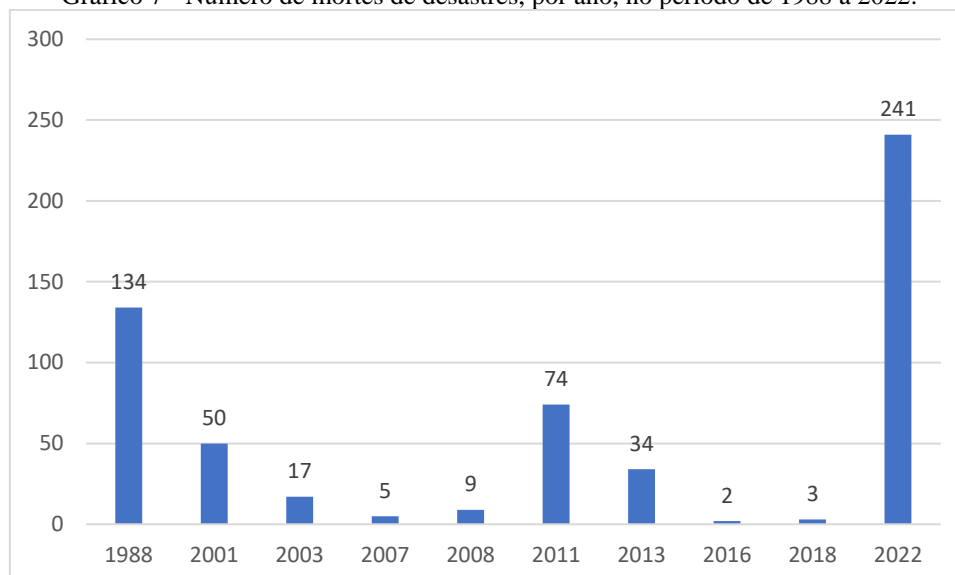
Os dados levantados na pesquisa tiveram a finalidade de explicar os desastres envolvendo deslizamentos de massa, por meio de uma comparação de dados para possivelmente relacionar fatores humanos e ambientais que agravaram e desencadearam os desastres, com o objetivo da prevenção e resiliência da sociedade atingida.

No município de Petrópolis foi possível perceber a frequência de deslizamentos e verificar a sazonalidade e recorrência desses desastres. Conforme aponta o PMRR (Prefeitura Municipal de Petrópolis, 2017), além da geologia de Petrópolis, o município localiza-se na região tropical úmida brasileira, onde a estação chuvosa acontece nos meses de outubro e março, com chuvas mais intensas na estação do verão, entre dezembro e março. A recorrência dos escorregamentos é associada à estação das chuvas e chuvas intensas.

O município de Petrópolis vem enfrentando problemas de ocupações irregulares. Segundo Wernke (2021) o termo de ocupações irregulares faz referência a construções em áreas de prevenção ambiental, como encostas e margens de rios, ocupações em locais em desacordo com as regulamentações locais. Aponta ainda que o crescimento populacional, falta de moradias acessíveis, pobreza e outros fatores socioeconômicos são diretamente responsáveis pelo aumento de ocupações irregulares. Em Petrópolis, as ocupações irregulares ocorrem, em sua maioria, em áreas de risco, como encostas de taludes ou margens de rios, aumentando a vulnerabilidade dessas comunidades a desastres naturais, como deslizamentos e inundações.

Com os dados levantados foi possível realizar a comparação dos números de vítimas fatais nos desastres que envolveram deslizamentos de massa, conforme o gráfico 7 (Vianna, 2024). O gráfico foi elaborado a partir de dados obtidos pelo banco de dados do IPT em conjunto com o banco de dados EM-DAT. Analisando-se, assim, que os desastres com maior número de vítimas foram os anos de 1988, 2001, 2011, 2013 e 2022.

Gráfico 7 - Número de mortes de desastres, por ano, no período de 1988 a 2022.



Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

Vale ressaltar que no ano de 2013 o evento climático não resultou em um maior número de vítimas, pois a região atingida foi em área rural, com baixa densidade demográfica, mas com intensidade igual ou superior ao ano de 2011. Ottero (2018) considera os eventos dos anos de 2011 e 2013 como eventos com índices pluviométricos acentuados ou extremos.

Ainda de acordo com o gráfico não é possível afirmar que os eventos danosos no município estão com aumento gradual, mas é possível observar a condicionante de eventos extremos na região, provocando grandes estragos e contribuindo para o aumento da média geral dos dados.

O Quadro 2, segundo Vianna (2024), contendo dados e informações sobre as características dos desastres analisados, foi construída através do banco de dados reunidos do *The International Disaster Database - EM-DAT*, o banco de dados do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, o Atlas Digital de Desastres no Brasil, dos Formulários de Informações de Desastres – Fide cedido pelo Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e do livro “Ocorrências de Desastres Naturais de 2000 a 2012: Dados Anuais de Inundações e Deslizamentos por Município e Região Hidrográfica, VOL II, publicado pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA.

Quadro 2 - Características dos principais desastres, no município de Petrópolis, no período de 1988 a 2022.

Ano	1988	2001	2011	2013	2022
<b>Data</b>	05/02/1988	23/12/2001	11/01/2011	17/03/2013	15/02/2022 e 20/03/2022
<b>Índice Pluviométricos</b>	Não apontado	190mm em 12 horas	130mm em 24 horas	459,5mm em 24 horas	548mm em 24 horas
<b>Tipificação (COBRADE<sup>1</sup>)</b>	-	-	12200	11321	13214
<b>Subtipo (COBRADE)</b>	Enxurradas/Deslizamentos	Enxurradas/Deslizamentos	Enxurradas	Deslizamentos	Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas
<b>Mortes</b>	134	50	74	34	241
<b>Feridos</b>	600	196	25	49	40
<b>Desalojados</b>	1000	5187*	6956	1120	9465
<b>Desabrigados</b>	4000	-	187	1074	3709
<b>Afetados</b>	-	5363	7269	152277	193458
<b>Danos ao Setor Público</b>	-	R\$ 22.736.889,5**	R\$ 66.974.505,7***	R\$ 41.060.500,00	R\$ 23.100.000,00
<b>Habitacionais Danificadas/Destruidas</b>	-	-	-	875	3258
<b>Bairros</b>	Centro, Morin, Alto da Serra, Quitandinha, Bingen, Araras e Córreas.	Quitandinha, Vila Felipe, Morin, Capela, Córreas.	Itaipava e Vale do Cuiabá.	O 1º, 2º, 3º e 4º distritos. Mais afetado Quitandinha.	Alto da Serra, Castelanea, Centro, Caxambu, Chácara Flora, Floresta, São Sebastião, Valparaíso, Vila Militar e Quitandinha.
<b>Causas</b>	Fortes Chuvas	Fortes Chuvas	Fortes Chuvas	Fortes Chuvas	Fortes Chuvas

Fonte: Adaptado de Vianna (2024).

\*. Valor referente para desabrigados e desalojados.

\*\*.. Valores equivalentes para todo o mês de dezembro.

\*\*\*. Valores equivalentes para todo o mês de janeiro.

- . Sem dados disponíveis.

Os meses em que ocorreram os desastres, foram: janeiro (01), fevereiro (02), março (02) e dezembro (01), para o desastre do ano de 2022 foi considerado um evento para o mês de fevereiro e um evento para o mês de março, tendo assim o total de seis ocorrência dos desastres. Os meses

<sup>1</sup> Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. Portaria MIN 260/2022.



correspondem a estação de verão, período que ocorrem os maiores índices de chuvas no município. Os dias dos desastres foram variáveis no início, meio e fim do mês. Com isso, é perceptível admitir a ciclicidade em que os grandes eventos ocorrem no município. Este é o ponto de partida para a discussão, por meio de uma análise comparativa dos desastres ocorridos, conforme detalhado a seguir.

As principais causas dos desastres selecionados foram as fortes chuvas, onde uma característica dos desastres foi a concentração de grande precipitação pluviométrica em um curto período de tempo, entre 12 e 24 horas.

As tipificações dos desastres pela COBRADE, em Brasil (2022) foram possíveis nos anos de 2011, 2013 e 2022, nos outros anos foram obtidos através do EM-DAT. O subtipo dos desastres foram: enxurradas / deslizamentos, enxurradas, deslizamentos e tempestade / chuvas intensas.

O ano de 2022 apresentou maior número de mortes (241) e o penúltimo em número de feridos (40). O mesmo ano apresentou ainda o maior número em desalojados e desabrigados, totalizando 13.174 pessoas e também com o maior número de afetados 193.458 pessoas seguido do ano de 2013 com 152.227 pessoas.

Com o ano de 2022 tendo a maior consequência em relação a perdas humanas, apresentou o penúltimo número com despesas emergenciais provocados no setor público com R\$23.100.000,00 e o ano de 2011 com a maior despesa, com R\$66.974.505,70.

Os bairros mais atingidos foram os da região do primeiro distrito, sendo afetados em quase todos, com exceção do desastre do ano de 2011, onde ocorreram fortes chuvas, porém atingiram uma área rural do município, que fica afastada do centro.

Em relação aos bairros mais afetados o mais atingido por deslizamentos, foram o Quitandinha e Morin, ambos pertencem ao primeiro distrito. Segundo Ambrósio (2008, p. 96) o bairro Quitandinha possui 12.703 residentes e ainda conta com grande atrativo turístico, como o palácio do Quitandinha, já o bairro Morin, conta com 5.095 residentes e tem como ponto forte a concentração de indústria do ramo têxtil.

O DRM classificou o desastre, do ano de 2011, como um “Megadesastre” da região serrana, entretanto com os dados levantados no presente trabalho, foi possível identificar, o ano de 1988, 2001, 2013 e 2022 com as mesmas condicionantes climáticas e meteorológicas, altos índices pluviométricos, escorregamentos generalizados e grandes inundações. Os desastres desses anos, apresentaram as mesmas condicionantes do “Megadesastre”, com deslizamentos generalizados e fortes precipitações pluviométricas.

## 5 CONCLUSÃO

O município de Petrópolis apresenta grande variedade altimétrica de montanhas e encostas íngremes, com camadas de solos rasas e rochas com fraturas, e ainda altos índices pluviométricas. O

município ainda sofreu com o processo de espraiamento urbano, direcionando a construção de residências em locais considerados áreas de risco, afastadas do centro, com pouca ou nenhuma infraestrutura pública, áreas de proteção ambiental, margens de rios e em encostas.

A conjuntura dos fatores de adensamento demográfico, espraiamento urbano, falta de infraestrutura pública, as condições meteorológicas (altos índices pluviométricos), formação geológica (rasa camada de solo), aliado com as constantes mudanças climáticas, torna o município de Petrópolis vulnerável a desastres. Tal contexto deixa a população mais exposta ao perigo. Em outras palavras, o município fica fisicamente exposto a uma ameaça de desastre.

Diante deste contexto, foi fundamental o registro dos dados que foram comparados nos anos elencados, relativos aos desastres, para que se torne viável uma análise, específica, das consequências dos desastres, da recorrência, dos aspectos sociais, ambientais e físicos. De maneira que possa subsidiar políticas públicas, intervenções estruturais e não estruturais, a preparação e planejamento, capazes de minimizar, ou eliminar as perdas materiais e especialmente de vidas humanas.

Outro ponto importante identificado, pela comparação realizada, foram os bairros Quitandinha e Morin, como os mais afetados por deslizamentos e mortes. Com isso é necessário a adoção rápida de medidas preparatórias para diminuir as perdas em eventos futuros.

Para o município de Petrópolis, em primeiro lugar é necessária a compreensão, por parte dos gestores de nível federal, estadual, regional e municipal, e ainda de toda a população, de que existe uma vulnerabilidade climática e geofísica aos deslizamentos de massa e formação de enchentes e inundações.

Com a observância dos dados verificou-se um aspecto urgente no município deve ter a a correta utilização do solo e sua ocupação, além de que precisam ser adotadas medidas preventivas visando melhorar os sistemas de cheias no município, como drenagem, desassoreamento de rios e córregos.

O termo Megadesastre, pela pesquisa, foi adotado em referência aos desastres ocorridos em Petrópolis, no ano de 2011, onde pela comparação elaborada, verificou-se, enfim, que os desastres ocorridos nos anos de 1988, 2001, 2013 e 2022, possuíam condicionantes climáticas e meteorológicas semelhantes.

Conclui-se que o presente trabalho abordou os principais aspectos e condições de desastres que já ocorreram no município, contribuindo para futuros trabalhos, a fim de disseminar a cultura de prevenção de desastres em todo o território nacional e que esses ocorridos não sejam esquecidos na história de Petrópolis e sejam paradigmas científicos para a grande área da defesa civil.



## REFERÊNCIAS

AIRES, Marina *et al.* Simulação numérica do desastre de origem natural ocorrido em janeiro de 2011 no Município de Nova Friburgo, RJ, utilizando o Modelo Brams. *Caminhos de Geografia*, [S.L.], v. 21, n. 74, p. 259-275, 2 maio 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg217449994>.

ALCÂNTARA, Thalys. Metrópoles. Deslizamentos mataram 4.219 pessoas no Brasil nos últimos 35 anos. Disponível em: <<https://www.metrolopes.com/brasil/deslizamentos-mataram-4-219-pessoas-no-brasil-nos-ultimos-35-anos>>. Acesso em: 07 jan. 2024.

AMARAL, Cláudio; LIMA, Ingrid. RISCO REMANESCENTE A ESCORREGAMENTOS ASSOCIADOS AO MEGADESASTRE 11 DA SERRA FLUMINESE: situação de nova friburgo. Rio de Janeiro: DRM-Rj, 2011.

AMBROZIO, J. C. G. O Presente e o Passado no Processo Urbano da Cidade de Petrópolis (Uma História Territorial). 2008, 376 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo SP, 2008.

Banco Mundial. Avaliação de Perdas e Danos: inundações e deslizamentos na região serrana do rio de janeiro - janeiro de 2011. Brasília: Editora Executiva, 2012.

BATAGLIN, Lauren Maria Corradini *et al.* O problema de localização-distribuição no megadesastre da região Serrana no Rio de Janeiro. *Gestão & Produção*, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 865-881, 18 nov. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x834-11>.

BLAUDT, Larissa Mozer *et al.* DESASTRE OCORRIDO EM PETRÓPOLIS NO VERÃO DE 2022: aspectos gerais e dados da defesa civil. *Geosciences = Geociências*, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 59-71, 7 jun. 2023. UNESP - Universidade Estadual Paulista. <http://dx.doi.org/10.5016/geociencias.v42i01.17210>.

BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012. . Brasília, DF, Disponível em: [https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014\\_Instrucao\\_normativa\\_de\\_01\\_de\\_agosto\\_de\\_2012.pdf](https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014_Instrucao_normativa_de_01_de_agosto_de_2012.pdf). Acesso em: 20 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 12608, de 10 de abril de 2012. Brasília, DF, 10 abr. 2012. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12608&ano=2012&ato=cf8ETRU1kMVpWT18a>>. Acesso em: 12 jan. 2024.

BUSCH, Amarílis; AMORIN, Sonia. A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011: procurando respostas. Casoteca de Gestão Pública, [s. l.], 2011.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Org.). Ministério das Cidades/Cities Alliance. Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: Guia para elaboração de políticas municipais. Brasília, DF: Ministério das Cidades/Cities Alliance, 2006. 111 p.

CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília: MPO/Departamento de Defesa Civil, 1998. 173 p.

CEPED. UFSC. Banco Mundial. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. [Organização Rafael Schadeck]. Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil (1995-2019). 2. ed. Florianópolis: Fapeu, 2020. 156 p.



CLIMATEMPO. Climatologia e histórico de previsão do tempo em Petrópolis, BR. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/317/petropolis-rj>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Relatório Anual 2013. [S. L.]: Ministério de Minas e Energia, 2013. Disponível em: [https://www.sgb.gov.br/publique/media/informacao\\_publica/rel\\_anual\\_2013.pdf](https://www.sgb.gov.br/publique/media/informacao_publica/rel_anual_2013.pdf). Acesso em: 8 nov. 2023.

DRM-RJ. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Correlação de chuvas x escorregamentos no estado do Rio de Janeiro no mês de março de 2013. 2013: Departamento de Recursos Minerais, 2013.

DRM - RJ. Governo do Estado do Rio de Janeiro. EMERGENCIAL PETRÓPOLIS: relatório técnico. Rio de Janeiro: Thalweg Tecnologia e Serviços de Geotecnia, 2022. Disponível em: <[https://www.drm.rj.gov.br/sites/default/files/arquivos\\_paginas/RL\\_09.2022.01-MTDLG-PETROPOLIS.pdf](https://www.drm.rj.gov.br/sites/default/files/arquivos_paginas/RL_09.2022.01-MTDLG-PETROPOLIS.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2023.

FREITAS, Carlos Machado de; CARVALHO, Mauren Lopes de; XIMENES, Elisa Francioli; ARRAES, Eduardo Fonseca; GOMES, José Orlando. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no haiti e das chuvas fortes na região serrana, brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 1577-1586, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232012000600021>.

G1. Quarta-feira, 16 de fevereiro. Disponível em: <<https://g1.globo.com/resumo-do-dia/noticia/2022/02/16/quarta-feira-16-de-fevereiro.ghtml>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

GUERRA, Antonio José Teixeira; GONÇALVES, Luiz Fernando Hansen; LOPES, Patrícia Batista Melo. Evolução Histórico-Geográfica Da Ocupação Desordenada E Movimentos De Massa No Município De Petrópolis, Nas Últimas Décadas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 35-43, 17 nov. 2007. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v8i1.84>. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/84>. Acesso em: 5 jan. 2024.

IBGE - Departamento de Geografia. Censo demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 24 set. 2023.

IBGE - Departamento de Geografia. Divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas. 1 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. Atlas. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=22269&view=detalhes>>. Acesso em: 24 set. 2023.

IBGE - Departamento de Geografia. Proposta metodológica para classificação dos espaços do rural, do urbano e da natureza no Brasil. Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2023. 174 p.

IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (comp.). Mudança do Clima 2021: a base científica. [S.I.]: IPCC, 2021. 35 p. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC\\_mudanca2.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf). Acesso em: 4 nov. 2023.

JORNAL NACIONAL. Volume de chuva registrado em Petrópolis (RJ) é o maior em quase um século de medições. 2022. G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/02/16/volume-de-chuva-registrado-em-petropolis-rj-e-o-maior-em-quase-um-seculo-de-medicoes.ghtml>. Acesso em: 20 nov. 2023.



KOBIYAMA, Masato *et al.* PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

LIMA, Andressa Castro de Souza. Mitigação, preparação, resposta e recuperação das empresas da Região Serrana do Rio de Janeiro no desastre de 2011. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

MELO, Anna Bárbara Coutinho de. AS CHUVAS PODEM CONTINUAR ESCASSAS NO EXTREMO SUL DO BRASIL. INFOCLIMA: BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS DO CPTEC/INPE. [S. L.], Ano 18, n.1, 2011. Disponível em: [http://infoclima.cptec.inpe.br/%7Erinfo/pdf\\_infoclima/201101.pdf](http://infoclima.cptec.inpe.br/%7Erinfo/pdf_infoclima/201101.pdf). Acesso em: 20 nov. 2023.

OLIVEIRA, Anderson Chagas de *et al.* Petrópolis: chuvas, deslizamentos e mortes em dezembro de 2001. Universidade de Brasília, 2001.

OTTERO, Clarisse R.; CHARGEL, Leonardo Tristão; HORA, Mônica de Aquino Galeano Massera da. Análise de Frequência dos Dados Pluviométricos Observados em 2011 e 2013 na Região Serrana, Estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Meteorologia, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 131-139, mar. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786331007>.

Prefeitura Municipal de Petrópolis (org.). PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA 2º DISTRITO, CASCATINHA, PETRÓPOLIS, RJ. Petrópolis: Prefeitura Municipal de Petrópolis, 2017. Disponível em: <https://sig.petropolis.rj.gov.br/cpge/PMRR%20-%202%C2%BADISTRITO-PETR%C3%93POLIS.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2023.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Complementar nº 184, de 27 de dezembro de 2018. Dispõe Sobre A Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 27 dez. 2018.

RIO DE JANEIRO. Parnaso. ICMBIO. Parque Nacional da Serra dos Órgãos: uma visão geral. In: PARNASO. Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 11-23. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/images/stories/Vis%C3%A3o\\_geral\\_PARNASO.pdf](https://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/images/stories/Vis%C3%A3o_geral_PARNASO.pdf). Acesso em: 21 de set. 2023.

SILVA, Fabiana Checchinato. Instrumentos de comunicação de riscos como ferramenta para a diminuição da vulnerabilidade de moradores de assentamentos precários urbanos sob risco de deslizamentos. 2010, 116p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

SIMÃO, Rafael J. Município de Petrópolis: incidentes dos dias 17 e 18 de março de 2013. Rio de Janeiro: Governo do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/externas/54a-legislatura/desastres-na-regiao-serrana-do-rio-de-janeiro/audiencias-publicas-1/apresentacao-do-ten-cel-rafael-simao-defesa-civil-petropolis>. Acesso em: 8 dez. 2023.

SOARES, Pedro. Chuva mata 43 no Rio, 28 só em Petrópolis. 2001. Folha de São Paulo. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff2612200101.htm>. Acesso em: 24 nov. 2023.

SOUZA, Luiz Alberto de. Planejamento e controle urbanístico na prevenção e mitigação de desastres naturais. Revista Brasileira de Direito Urbanístico | Rbdu, [S.L.], p. 51-85, 15 dez. 2015. Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico. <http://dx.doi.org/10.55663/rbdu.v1i1.401>.



TOMINAGA, Lídia Keiko. Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP. 2007. 240 p. Tese (Pós Graduação em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

TORRES, Giselle Petrunaro; CARMO, Luiz Felipe Rodrigues do; PALMEIRA, Ana Cristina Pinto de Almeida. Estudo da relação entre precipitação e deslizamentos no município de Petrópolis – RJ. *Sistemas & Gestão*, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 38-45, 13 abr. 2020. Laikos Servicos Ltda. <http://dx.doi.org/10.20985/1980-5160.2020.v15n1.1611>.

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 120 p.

Vianna, Luiz Emílio Silveira ANÁLISE DOS PRINCIPAIS DESASTRES ENVOLVENDO DESLIZAMENTO DE MASSA NO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS NOS ANOS COMPREENDIDOS DE 1988 A 2022. / Luiz Emílio Silveira Vianna. - 2024. 80 f.

WERNKE, Ana Vitória. Vazios urbanos e desenvolvimento sustentável: A política pública de habitação no município de Petrópolis e a proteção ao meio ambiente. 2021. 121 f. Dissertação (Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2021.