

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/387

Correlação entre Pluviosidade e Movimentos Gravitacionais de Massa para o Município de Contagem - MG

Thiago Bomjardim Porto
Professor Doutor, NUGEO UFOP, Belo Horizonte, Brasil, thiagoportoeng@gmail.com

Erika Santos Brito
Engenheira Civil, NUGEO UFOP, Leopoldina-MG, Brasil, erika.s.brito@hotmail.com

Isabela Veiga de Souza
Engenharia Urbana, Escola de Minas UFOP, Belo Horizonte, Brasil, isabelaveigaiv@gmail.com

Taiza de Pinho Barroso Lucas
Professora Doutora, CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil, taiza@cefetmg.br

Maria Giovana Parizzi
Professora Doutora, IGC UFMG, Belo Horizonte, Brasil, mgparizzi18@gmail.com

RESUMO: Os deslizamentos representam riscos para vidas e propriedades especialmente em áreas com infraestrutura precária. Avaliou-se a relação entre chuvas e deslizamentos em Contagem para oito ocorrências publicadas em notícias de jornais. As informações de precipitação foram obtidas por meio do banco de dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), formado por cinco estações pluviométricas. A análise dos dados de correlação entre deslizamentos e pluviosidade desse trabalho foi realizada considerando a precipitação acumulada de 1 dia, de dois dias e três dias, cujos valores médios correspondentes foram na ordem de: 73mm, 147mm e 185mm. Pesquisas sobre a relação entre deslizamentos e chuvas são importantes para auxiliar na prevenção e minimização de impactos relacionados a desastres naturais, podendo possibilitar a diminuição de seus danos associados, inclusive auxiliando na emissão de alertas de riscos geológico-geotécnicos à comunidade. Concomitantemente ao exposto, a compreensão dos processos atmosféricos extremos é útil para a gestão de riscos e ações de mitigação. Esta pesquisa forneceu uma contribuição relevante para melhorar os limiares de referência de Contagem quanto aos alertas de risco à deslizamentos, permitindo que autoridades e defesa civil tenham acesso a diretrizes atualizadas para tomadas de decisão e medidas preventivas.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnia Ambiental, Deslizamento de Taludes, Chuvas, Cartografia Geoambiental, Prevenção de Desastres Naturais.

ABSTRACT: Landslides pose risks to lives and properties especially in areas with poor infrastructure. The relationship between rain and landslides in Contagem was evaluated for eight occurrences published in newspaper reports. Precipitation data were obtained through the National Center for Natural Disaster Monitoring and Alerts (CEMADEN) database, formed by five rainfall stations. The analysis of correlation data between landslides and rainfall in this work was carried out considering the accumulated precipitation of 1 day, two days and three days, whose corresponding average values were in order of: 73mm, 147mm and 185mm. Research on the relationship between landslides and rain is important to help prevent and minimize impacts related to natural disasters, which can enable the reduction of associated damages, including helping to issue warnings of geological-geotechnical risks to the community. Concomitantly with the above, understanding extreme atmospheric processes is useful for risk management and mitigation actions. This research provided a relevant contribution to improving Contagem's reference thresholds for landslide risk alerts, allowing authorities and civil defense to have access to updated guidelines for decision-making and preventive measures.

KEYWORDS: Environmental Geotechnics, Landslides, Rainfall, Geo-environmental Cartography, Natural Disaster Prevention.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil os movimentos gravitacionais de massa estão entre os principais eventos geodinâmicos relacionados a desastres naturais em áreas urbanas, principalmente em áreas irregulares e com precária

infraestrutura. Esses movimentos são potencializados por chuvas intensas e prolongadas, ocorrendo de forma recorrente durante os períodos chuvosos (Sebastião, 2010).

A suscetibilidade à deslizamentos está associada diretamente e indiretamente com uma série de variáveis como as características geomorfológicas do terreno e seu processo contínuo de transformação, ao padrão de ocupação urbana, geologia e pedologia local, dentre outros fatores condicionantes. A combinação ponderada dessas variáveis possibilita avaliar o potencial de uma determinada área quanto a ocorrência ou não de movimentos gravitacionais de massa. Nessa perspectiva, a precipitação intensa desempenha um papel de gatilho para iniciar o processo de deslizamento (Porto *et al.*, 2024).

Segundo Salah *et al.* (2019) a precipitação intensa em um curto intervalo de tempo afeta diretamente a capacidade de absorção de água pelo terreno, principalmente em solos finos (argilosos e siltsos), função da sua condutividade hidráulica baixa, influenciando-se, assim, no aumento do escoamento superficial, resultando em picos de descarga de água nas encostas, favorecendo-se, deste modo, o carreamento de solos, o que propicia condição para erosão progressiva do terreno.

Concomitantemente ao exposto, Salah *et al.* (2019) também destaca a importância temporal e espacial do parâmetro/índice grau de saturação do solo (S) em função da infiltração contínua da água, levando a um preenchimento dos vazios do solo e, como resultado, uma redução gradual da poropressão negativa (sucção) à medida que a umidade (w) do solo aumenta, conseqüentemente, diminuição do intercepto coesivo e diminuição da resistência do maciço geotécnico quanto a eventos de deslizamentos induzidos.

Perante o exposto é importante realizar a análise espacial e temporal dos dados de precipitação para compreender a distribuição dos eventos de chuva associadas às ocorrências de movimentos gravitacionais de massa (Zêzere *et al.*, 2014; Vasu *et al.*, 2016). Trata-se de uma etapa técnica do Plano de Contingência ou Preventivo de Defesa Civil previsto no Decreto Federal (revogado) Nº 5.376 (Brasil, 2005) e detalhado no Guia para Elaboração de Políticas Municipais do Ministério das Cidades (Brasil, 2006).

O Plano de Contingência (PLANCON), também conhecido como Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) é uma ferramenta importante para a gestão das áreas de risco a escorregamentos, visando a prevenção de acidentes e a proteção de vidas humanas em diversos municípios. Uma das principais medidas do PPDC é a evacuação preventiva da população que ocupam áreas de risco, antes que os deslizamentos ameacem suas residências (Brasil, 2006).

As diretrizes públicas associadas as ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e recuperação em áreas atingidas por desastres tem sido objeto de muitas pesquisas e atos regulatórios nos últimos anos, destacando-se, mas não se limitando a: Lei Nº 12.608 (Brasil, 2012), Decreto Nº 11.219 (Brasil, 2022) e Lei Nº 14.750 (Brasil, 2023). Esta última aprimora as exigências quanto as ações de monitoramento de riscos de desastres/acidentes no que diz respeito a produção de alertas de riscos geológico-geotécnicos antecipados, além de regras/exigências quanto aos instrumentos legais de prevenção de desastres/acidentes e de recuperação de áreas por eles atingidas.

A Lei Nº 14.750 (Brasil, 2023) ajusta as competências das esferas públicas (municipais, estaduais e federais) quanto à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Aos municípios caberá o monitoramento em tempo real de áreas de risco alto e muito alto, além da produção de alertas antecipados sobre a probabilidade de ocorrência de deslizamentos. A assistência à saúde das pessoas atingidas por desastres é competência da União, dos estados e municípios. A Lei Nº 14.750 (Brasil, 2023) proíbe a permanência de escolas e hospitais em áreas de risco e traz regras sobre a destinação de recursos financeiros para desastres.

À luz do exposto, esse trabalho tem como objetivo correlacionar os movimentos gravitacionais de massa ocorridos em diversas áreas de risco geológico-geotécnico situadas no município de Contagem, Minas Gerais, Brasil, ao longo de 10 (dez) anos (2013 a 2023). Para tanto, foram utilizados dados de precipitação diárias e acumuladas visando estabelecer limiares críticos de precipitação para o município. Tais informações são de extrema relevância para a gestão de desastres urbanos e poderão servir de subsídio técnico pela Defesa Civil de Contagem na emissão de alertas durante a operação do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON). Importantes trabalhos nacionais foram desenvolvidos sobre a temática “correlação de chuvas versus deslizamentos”, destacando-se: Tatizana *et al.* (1987), Castro e Evangelista (2004), Castro (2006), Urbe (2007), Dolif Neto (2008), Bandeira (2010), Parizzi *et al.* (2010), Ferreira (2015), dentre outros.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O município de Contagem está localizado na região Central de Minas Gerais e integra a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Sua extensão territorial é de cerca de 194,746 km², com uma população de 621.863

habitantes, sendo o terceiro município mais populoso do estado, com uma densidade demográfica de 3.193,20 hab./km² (IBGE, 2022). Contagem faz divisa com os municípios de Ribeirão das Neves, Esmeraldas, Betim, Ibitiré e a capital Belo Horizonte. O município se divide em oito regionais: Centro/Sede, Eldorado, Nordeste/Ressaca, Norte/Nacional, Sudoeste/Petrolândia, Sul/Cidade Industrial, Riacho e Vargem das Flores (BIDU, 2014).

Apesar da ocorrência de algumas modificações climáticas decorrentes da significativa urbanização da RMBH, o clima de Contagem é predominantemente tropical de altitude com verões quentes e chuvosos (Maleu, 2017). Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima do município é designado como Cwa (subtropical úmido), com períodos de inverno seco e verões chuvosos, apresentando uma pluviosidade média anual de 1205 mm (Climate Data, 2024; Alvares 2013). A Figura 1 apresenta as temperaturas e precipitações médias anuais em Contagem para a normal climatológica de 1994 a 2024. O mapa de localização do município de Contagem é apresentado na Figura 2.

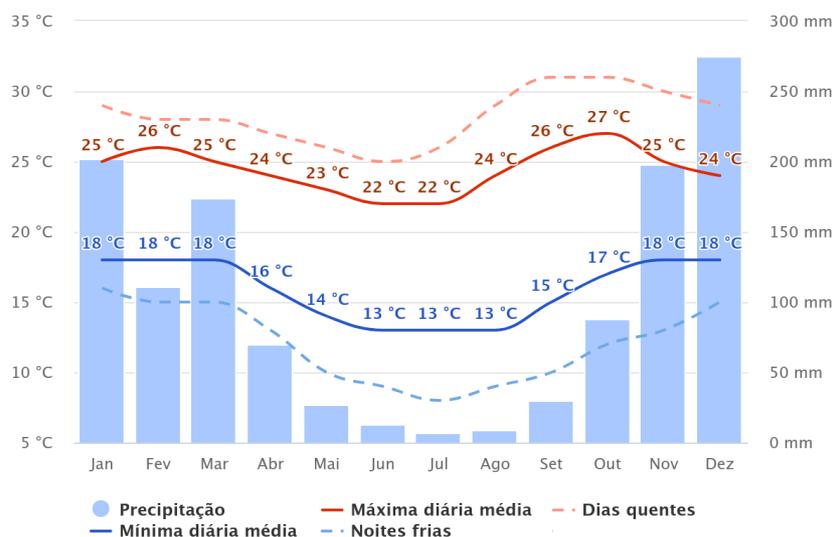


Figura 1. Temperaturas e precipitações médias dos últimos 30 anos (1994-2024)
Fonte: Meteoblue (2024).

A vegetação do município é predominante caracterizada por cerrado que se encontra bastante destruído pelo processo de urbanização. O sistema aquífero do município é composto por quatro bacias hidrográficas: a Bacia da Vargem das Flores que abrange mais de 50% do território, a Bacia da Pampulha (26,9%), a Bacia do Arrudas (14,3%) e a Bacia do Imbiruçu (3,4%) integrando a bacia do Rio São Francisco.

O relevo do município é caracterizado por colinas com topo plano a arqueado, acompanhado por encostas com declividade suaves, às vezes apresentando forma de anfiteatros com declives moderados (PMRR, 2007). O município está inserido no compartilhamento geomorfológico Depressão de Belo Horizonte (Barbosa e Rodrigues, 1965) caracterizada pelo substrato resultante da intensa alteração e fragmentação de rochas de granito-gnaiss em ambientes de clima tropical, pertencentes à unidade geológica denominada Complexo Belo Horizonte (Noce *et al.*, 1994).

Os assentamentos precários encontram-se distribuídos por todo o município de Contagem. As regiões povoadas apresentam padrões de ocupação bastante diversificados, e, conseqüentemente, gradações de risco geológico-geotécnicos à deslizamentos diversos, relacionados a múltiplos agentes desencadeadores destes processos.

2.2 Obtenção de Dados de Precipitação

Para a realização deste estudo, foi realizado um levantamento de dados públicos provenientes de estações pluviométricas automáticas de frequência subdiária localizadas no município de Contagem, em Minas Gerais. Essas informações foram obtidas por meio do banco de dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN).

O levantamento conduzido resultou na seleção de um total de 5 estações para análise. O período de monitoramento estudado compreende dezembro de 2013 a dezembro de 2023 com exceção da estação Eldorado

(1944107) que iniciou a disponibilização de dados em outubro de 2014. A Tabela 1 apresenta as estações examinadas juntamente com suas coordenadas.

Tabela 1. Estações pluviométricas selecionadas para análise.

Código	Latitude	Longitude	Operador	Estação	Período de Dados
1944103	-19.917	-44.08	CEMADEN	Centro	2013 a 2023
1944104	-19.837	-44.148	CEMADEN	Retiro	2013 a 2023
1944105	-19.894	-44.095	CEMADEN	Bairro Praia	2013 a 2023
1944106	-19.92	-44.08	CEMADEN	Fonte Grande	2013 a 2023
1944107	-19.936	-44.059	CEMADEN	Eldorado	2014 a 2023

Fonte: ANA Data Acquisiton e CEMADEN (2024).

2.3 Áreas de Suscetibilidade a Deslizamentos

As áreas de riscos geológico-geotécnicos do Município de Contagem são zoneadas por intermédio de vistorias realizadas pelas equipes de Defesa Civil, técnicos da SGB/CPRM ou terceirizadas. A carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa mais recente publicada pela CPRM é de 2015. Porto (2024) desenvolveu o mapa de suscetibilidade a deslizamentos de Contagem, Figura 2, considerando os mesmos atributos adotados pelo IBGE (2019), a saber: declividade, geomorfologia, geologia, pedologia, uso/ocupação do solo e precipitação. De acordo com o Art. 112 do Plano Diretor do município (Contagem, 2017), as intervenções em áreas de riscos geológicos-geotécnicos serão priorizadas em consonância com o Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR), devendo este ser atualizado e revisado a cada 2 (dois) anos. Atualmente, o PMRR de Contagem está em processo de revisão sob supervisão da Dra. Maria Giovana Parizzi do Instituto de Geociências da Univ. Federal de Minas Gerais (IGC UFMG). De acordo com o IBGE, Contagem se enquadra como cidade sob Risco Geológico.

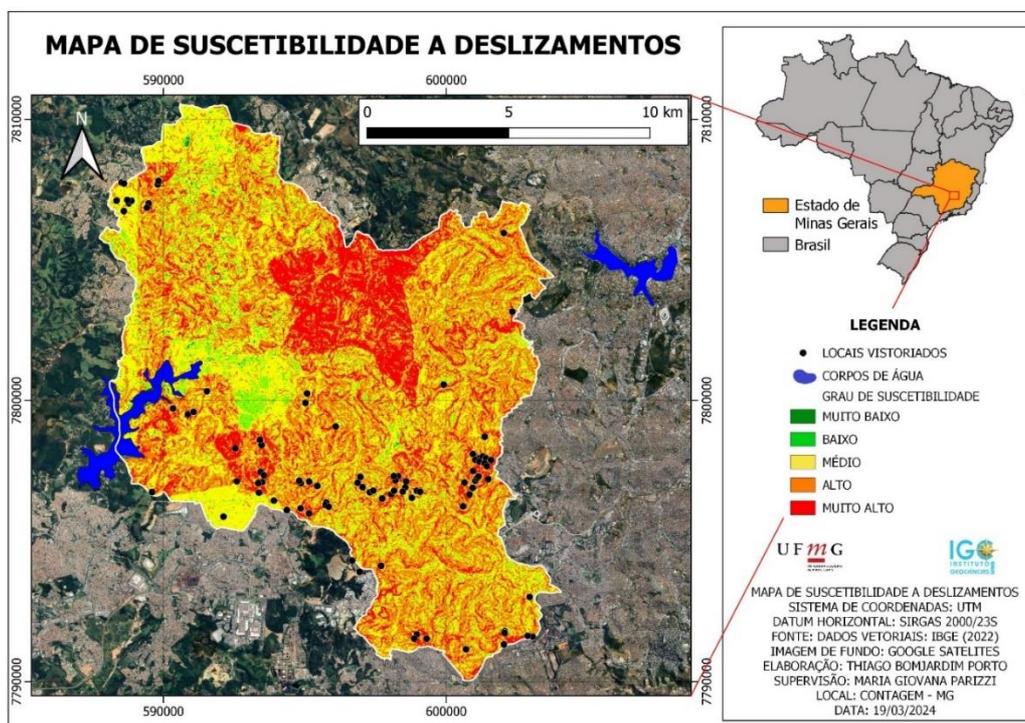


Figura 2. Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos de Contagem. Fonte: Porto (2024).

2.4 Obtenção de Dados de Movimentos Gravitacionais de Massa

Para realização das análises de correlação, foi conduzida uma pesquisa nos veículos de comunicação sobre eventos de deslizamento no município de Contagem a partir de 2013. Foram utilizados como fonte de dados os jornais: O Tempo, G1, Estado de Minas, Hoje em Dia, Bom Dia Minas, BHAZ, Agência Brasil e Brasil de Fato. Para a análise, foi adotado como critério a seleção de notícias que apresentavam informações sobre a data e o bairro de ocorrência dos eventos. Ao final, foram identificadas um total 8 notícias relevantes, abrangendo o período de 2017 a 2022. A Tabela 2 fornece detalhes sobre os eventos de movimentos de massa.

Tabela 2. Eventos de deslizamento selecionados para a pesquisa.

Evento	Fonte	Notícia	Bairro / Rua	Data
1	G1	Chuva causa deslizamento de terra em Contagem, na Grande BH	Vila São Paulo	03/12/2017
2	EM	Deslizamento de terra atinge linha férrea e casas em Contagem	Vila São Paulo	04/12/2017
3	G1	Cerca de 20 famílias são retiradas de casa por causa de deslizamento de aterro de linha de trem, em Contagem	Vila São Paulo	04/12/2017
4	Hoje em Dia	Salão de beleza é destruído após deslizamento de terra em Contagem	Rua Senador Vicente Búfalo (Vila São Paulo)	08/12/2017
5	Agência Brasil	Defesa Civil confirma 30 mortes na Grande BH por causa das chuvas	Contagem (Sede)	24/01/2020
6	O tempo	Vinte pessoas ficam desalojadas após chuvas fortes que atingiram Contagem	Vila Renascer (Nova Contagem)	08/02/2021
7	BHAZ	Via Expressa é interditada em Contagem após deslizamento de terra; um carro foi atingido	Santa Helena	08/01/2022
8	Brasil de Fato	Em Contagem, um homem morreu soterrado após a queda de um muro	Chácaras Reunidas Santa Terezinha	11/01/2022

Fonte: Os autores (2024).

2.5 Limitações e Critérios Adotados

Embora as notícias selecionadas forneçam informações sobre os bairros e/ou ruas onde ocorreram os deslizamentos no município, elas apresentam limitações ao não incluir as coordenadas geográficas e o horário de ocorrência dos eventos. Portanto, a metodologia adotada para este estudo utilizou coordenadas estimadas para os eventos, levando em consideração o mapa de suscetibilidade do município elaborado por Porto (2024) e o total de precipitação acumulado de 00:10 às 23:50 no dia do evento e nos dias anteriores.

Com a definição da localização aproximada dos eventos, determinou-se a distância aproximada entre as ocorrências e as estações do CEMADEN. A Tabela 3 apresenta a distância aproximada entre cada evento e as estações analisadas, foram calculada com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, no software QGIS. Assim, pode-se realizar a seleção da estação mais adequada para análise de cada evento de deslizamento.

É importante ressaltar que, durante o período de análise, o banco de dados apresentou falhas, com a falta de leituras para determinadas horas, dias e meses em algumas estações. Diante disso, optou-se por analisar os dados de múltiplas estações para cada evento.

Tabela 3. Distância entre estações pluviométricas e eventos selecionados

Evento	Bairro Praia	Centro	Eldorado	Fonte Grande	Retiro
1	11km	8km	5km	7km	20 km
2	11km	8km	5km	7km	20 km
3	11km	8km	5km	7km	20 km
4	11km	8km	5km	7km	20 km
5	1,7km	1,3km	4,23km	1,7km	10,2km
6	8,5km	11,3km	14,5km	11,6km	1km
7	3,2km	1,6 km	4,5km	1,5km	11km
8	6,3km	7km	8,1km	7,3km	11,4km

Fonte: Os autores (2024).

2.6 Limiares Críticos de Precipitação Aplicados na Operação do Plano Preventivo da Defesa Civil

Os planos Preventivos da Defesa Civil (PPDC) e os sistemas de alerta são ferramentas essenciais para a prevenção de desastres nos municípios. Sua concepção prevê o planejamento de ações que deverão ser tomadas antes, durante e depois de situações de risco, a fim de que se possam reduzir os prejuízos socioeconômicos e o número de vítimas fatais nessas ocasiões.

Estes planos podem e devem ser elaborados a partir do risco eminente de cada cidade. As medidas a serem tomadas se baseiam na previsão das condições favoráveis à ocorrência das situações de risco. No caso de escorregamentos, os parâmetros que deverão ser acompanhados são os índices pluviométricos do local, as previsões meteorológicas e observações feitas regularmente a partir de vistorias de campo.

Diante disso, com as informações de correlação entre precipitação e movimentos de massa obtidos na pesquisa, realizou-se a comparação com os limiares críticos de precipitação adotados na literatura.

2.7 Análise e Tratamento dos Dados de Precipitação para Correlação

Após a seleção dos eventos e o cálculo da distância entre eles e as estações, os eventos foram separados pelas regiões do município de Contagem. Destaca-se que, apesar da análise de múltiplas estações, para este estudo foram selecionadas apenas as estações pluviométricas que se encontravam a uma distância inferior a 10 km do local estimado para a ocorrência do evento.

Desse modo, utilizando a data de ocorrência de cada evento, realizou-se o somatório da precipitação diária (mm/24h) e da acumulada de dois dias (mm/48h) e de três dias (mm/72h). A Tabela 4 apresenta somente as estações que apresentavam disponibilidade de dados para o dia do evento juntamente com as precipitações acumuladas. Ressalta-se que para os eventos 2 e 3, foi realizada a mesma análise, uma vez que apresentam informações similares.

Com a definição dos valores acumulados de precipitação, adotou-se o valor médio das estações pluviométricas que apresentavam uma distância aproximada inferior a 10km do local de ocorrência do evento. Posteriormente, realizou-se a eliminação de *outliers* das chuvas acumuladas de 1 dia (mm/24h), dois dias (mm/48h) e três dias (mm/72h) com auxílio do Teste de Outlier do *Software* Minitab®.

A análise dos dados de correlação entre deslizamentos e pluviosidade desse estudo foi realizada considerando a precipitação acumulada de 1 dia (mm/24h), de dois dias (mm/48h) e três dias (mm/72h) com *Software* Excel®. Ademais, uma análise estatística básica foi realizada com a definição das médias e desvios padrões para cada um dos dados de precipitação acumulados.

Tabela 4. Somatório de precipitação e acumulados.

Região	Bairro	Evento	Estação	24h	48h	72h	Acumulado (mm)		
				03/12/2017	02/12/2017	01/12/2017	24h	48h	72h
Industrial	Vila São Paulo	1	Fonte Grande	87	57.28	30.39	87	144.28	174.67
			Centro	88.58	56.64	28.65	88.58	145.22	173.87
		2 e 3	Fonte Grande	48.93	87.00	57.28	48.93	135.93	193.21
			Centro	43.89	88.58	54.64	43.89	132.47	187.11
		4	Fonte Grande	29.6	1.58	14.37	29.6	31.18	45.55
			Centro	28.79	1.58	6.32	28.79	30.37	36.69
Sede		5		24/01/2020	23/01/2020	22/01/2020	24h	48h	72h
			Eldorado	131.28	63.94	0.8	131.28	195.22	196.02
Vargem das Flores	Nova Contagem	6		08/02/2021	07/02/2021	06/02/2021	24h	48h	72h
			Retiro	12.18	129.17	10.82	12.18	141.35	152.17
Sede	Santa Helena	7		08/01/2022	07/01/2022	06/02/2022	24h	48h	72h
			Fonte Grande	153.49	37.06	11.25	153.49	190.55	201.8
			Centro	141.97	35.04	10.86	141.97	177.01	187.87
			Bairro Praia	100.36	37.62	12.54	100.36	137.98	150.52
			Eldorado	143.68	37.85	18.36	143.68	181.53	199.89
Nacional	Chácara Reunidas Santa Terezinha	8		11/01/2022	10/01/2022	09/01/2022	24h	48h	72h
			Bairro Praia	50.01	68.06	101.63	50.01	118.07	219.7
			Centro	60.27	45.86	97.18	60.27	106.13	203.31
			Fonte Grande	58.11	50.54	95.59	58.11	108.65	204.24
			Eldorado	46.66	55.14	89.86	46.66	101.8	191.66

Fonte: Os autores (2024).

3 RESULTADOS E ANÁLISES

A análise dos dados de correlação entre deslizamentos e pluviosidade desse trabalho foi realizada considerando a precipitação acumulada de 1 dia (mm/24h), de dois dias (mm/48h) e três dias (mm/72h), cujos valores médios correspondentes foram, respectivamente, na ordem de 73,24mm ($\pm 46,41$), 147,16mm ($\pm 28,20$) e 184,65mm ($\pm 17,10$). Um resumo gráfico dos resultados obtidos é apresentado na Figura 3.

As ordens de grandeza dos valores obtidos corroboram com os limiares de intensidade de chuva da literatura. Para a defesa civil de São João de Meriti, Plancon (2023), tem-se: 100 mm/24h, 120mm/48h e 140mm/72h. Para o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) específico para Escorregamentos nas Encostas da Serra do Mar, São

Paulo (1997) tem-se: 40 mm/24h, 80mm/48h e 120mm/72h. Segundo Brasil (2007) a região da Baixada Santista adota 100 mm de chuvas acumuladas em 3 dias/72h. Para Sebastião (2010) o índice crítico de chuvas para 3 dias/72h é 122,8mm. As variabilidades dos limiares de precipitação estão relacionadas as características locais geológico-geotécnicas de cada área pesquisada, justificando-se a assim, a ausência de padronização dos índices críticos de chuva na literatura, inclusive os valores apresentados por Castro e Evangelista (2004) e Castro (2006).

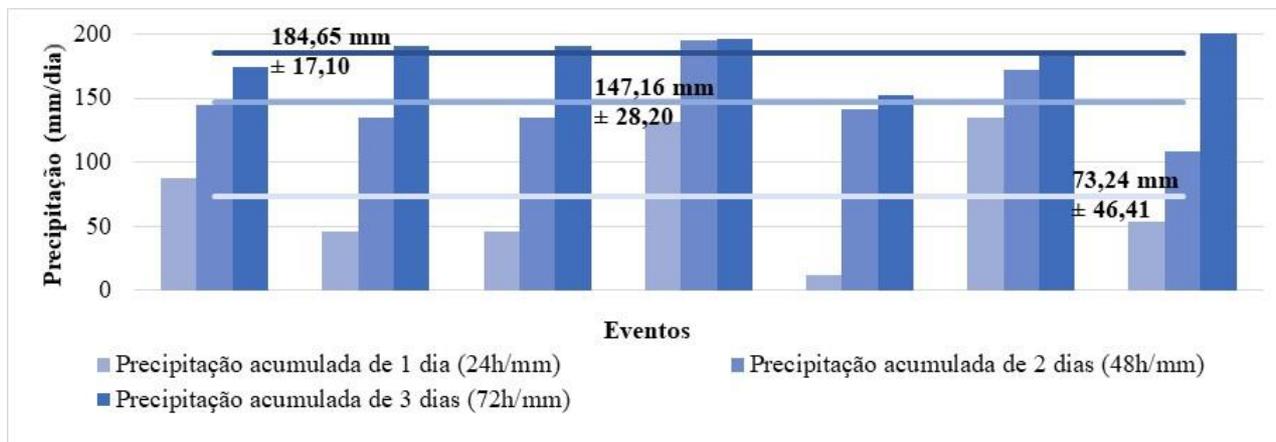


Figura 3. Precipitações acumuladas em 24h, 48h e 72h. Fonte: Autores (2024)

4 CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que muitos deslizamentos ocorridos no período analisado estão condicionados a limiares de chuvas acumuladas de 3 dias/72h entre 167,46mm a 201,75mm. Valores estes na mesma ordem de grandeza da literatura. Para fins operacionais, esses índices críticos podem ser utilizados pela Defesa Civil do município de Contagem para subsidiar emissão de alertas de riscos geológico-geotécnicos, inclusive servir como dado técnico do Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC).

Diante das limitações apresentadas, destaca-se que a pesquisa poderá ser aprimorada com a incorporação do banco de dados de desastres associados a deslizamentos da Defesa Civil de Contagem. Visto que esses dados, além de apresentarem um maior número de amostras poderão oferecer informações precisas sobre a localização, data e horário de ocorrência dos eventos, trazendo uma compreensão mais realista na correlação. Destaca-se que os índices obtidos corroboram com os valores apresentados por Castro e Evangelista (2004) e Castro (2006).

Finalmente, entende-se que o parâmetro técnico de precipitação crítica acumulada em 3 dias/72horas é um importante índice para o estado de atenção da defesa civil, além de uma variável fundamental para emissão do estado de alerta para o município de contagem. A continua atualização da magnitude desse fator condicionante para deflagração de chuvas é necessária para revisão e adequação do plano preventivo de defesa civil do município de Contagem, atualmente, em revisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. de M., Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Bandeira, A. P. N. (2010) Parâmetros técnicos para gerenciamento de áreas de riscos de escorregamentos de encostas na região metropolitana do Recife. Recife, Pernambuco.
- Barbosa, G. V.; rodrigues, D. M. S (1967) Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: UFMG, IGC, 130p.
- BIDU (2014) Boletim de informações e dados urbanos – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de Contagem, Minas Gerais.
- Brasil (2005) Decreto Nº 5.376 de 17 de fevereiro de 2005. Dispõe sobre o SINDEC e o CNDC.
- Brasil (2006) Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Carvalho, C. S.; Galvão, T. (Organizadores). Brasília: Ministério das Cidades.
- Brasil (2007) Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Carvalho, C. S.; Macedo, E. S.; Ogura, A. T. (Organizadores). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

- Brasil (2012) Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a PNPDEC. Dispõe sobre o SINPDEC e o CONPDEC.
- Brasil (2022) Decreto Nº 11.219, de 5 de outubro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.340, de dezembro de 2010.
- Brasil (2023) Lei Nº 14.750, de 12 de dezembro de 2023. Aprimora os instrumentos de prevenção de acidentes.
- Castro, B.E.L.; Evangelista, J.A. (2004) Análise da Correlação entre histórico de ocupação, pluviometria e processos geodinâmicos nas vilas conjunto Taquaril e aglomerado da Serra. Monografia. (CEGEAMB). UFMG.
- Castro, J.M.G. (2006) Pluviosidade e Movimentos de Massa nas Encostas de Ouro Preto. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da UFOP. Ouro Preto.
- Contagem (2017) Plano Diretor do Município de Contagem. PROJETO DE LEI COMPLEMENTAR Nº 26 DE 21 DE NOVEMBRO DE 2017.
- Dolif Neto, G. (2008) Uso da Inteligência Artificial na Emissão de alertas de Movimentos de Massa Causados por Chuva na Serra do Mar. Projeto de Pesquisa. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos.
- Ferreira, C. J.; Rossini-penteado, D.; Souza, C. R. G.; (2015) Integração de mapeamento de risco e índices pluviométricos no monitoramento e alerta de risco de escorregamentos planares no Litoral Norte do Estado de São Paulo. RBGEA.
- IBGE (2019) *Susceptibilidade a deslizamentos do Brasil: primeira aproximação*. Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro.
- Maleu, D (2017) Caracterização Geológica e geotécnica das argilas orgânicas moles do quaternário – Estudo de Caso Vila Barraginha, Contagem / Minas Gerais. Monografia (Graduação) Universidade Federal de Ouro Preto.
- Meteoblue (2024) Dados históricos simulados de clima e tempo para Contagem.
- Noce, C.M.; Machado, N.; Teixeira, W. (1994) O Complexo Belo Horizonte e a evolução arqueana do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Cong. Brás. Geologia, 38º, Camboriú.
- Parizzi, M. G.; Sebastião, C. S.; Viana, C. de S.; Pflueger, M. de C.; Campos, L. de C.; Cajazeiro, J. M. D.; Tomich, R. S.; Guimarães (2010) Correlações entre chuvas e movimentos de massa no município de Belo Horizonte.
- Plancon (2023) Plano de Contingências para os riscos relacionados as fortes chuvas em São João de Meriti – RJ 2023/2024.
- Porto, D. S. G. F., Azevedo, R. C., Villar, L. F., Santos, H. A., Porto, T. B. (2024) *Metodologias para mapeamento do deslizamento de taludes: uma revisão bibliográfica*. Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales.
- Porto, T. B. (2024) *Mapeamento de Susceptibilidade à Deslizamentos nos Municípios de Belo Horizonte, Contagem, Nova Lima e Sabará*. Relatório Técnico de Atividades da Residência Pós-Doutoral. IGC UFMG. Belo Horizonte.
- Salah C. I.; Oenning L.M.; Neves, B. M; Acevedo, G. M. A.; Sestrem, P. L.; Kormann, M. C. A.; Faro, P.V (2019) Classificação da Precipitação Diária numa Região Litorânea de Santa Catarina e Relação com Ocorrências de Deslizamentos.
- São Paulo (1997) Decreto Nº 42.565, de 1º de dezembro de 1997 - Redefine o Plano Preventivo de Defesa Civil - PPDC específico para Escorregamentos nas Encostas da Serra do Mar, e dá outras providências.
- Sebastião, C. S. (2010) Correlação entre pluviosidade e movimentos de massa para o município de Belo Horizonte/MG. Dissertação (Mestrado em Geotecnia). Núcleo de Geotecnia da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto.
- Tatizana, C., Ogura, A.T., Cerri, L.E.S., Rocha, M.C.M. (1987). Análise de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos – Serra do Mar, Município de Cubatão. 1987. v. 2, p. 225-236.
- URBE, Consultoria e Projetos LTDA (2007) Plano Municipal de Redução de Riscos de Contagem.
- Vasu, N. N.; Lee, S. R.; Pradhan, A. M. S.; Kim, Y. T.; Kang, S. H.; Lee, D. H. (2016). A new approach to temporal modelling for landslide hazard assessment using an extreme rainfall induced-landslide index. *Engineering Geology*.
- Zêzere, J. L.; Vaz, S.; Pereira, S.; Oliveira, S. C.; Marques, R.; Garcia, R. A. C. (2014). Rainfall thresholds for landslide activity in Portugal.