

## CORRELAÇÃO ESPACIAL ENTRE OS SETORES DE RISCO GEOLÓGICO E AS CLASSES DE TENDÊNCIAS PLUVIOMÉTRICAS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Larissa Heloiza da Silva<sup>1</sup>; Malena D'Elia Otero<sup>2</sup>; Thaís Feitosa Trevisani<sup>3</sup>; Natália Leite de Moraes<sup>4</sup>

**Resumo** – A cidade de São Paulo possui um histórico de ocupação caracterizado pelo rápido crescimento, no qual a ocupação de territórios ambientalmente frágeis frequentemente antecede a intervenção do poder público, criando um cenário de vulnerabilidade para a população residente. Esse cenário é agravado por eventos extremos decorrentes das mudanças climáticas em curso. Portanto, é essencial que o município disponha de ferramentas que orientem a gestão pública, com ênfase na gestão de riscos. Nesse sentido, este trabalho apresenta uma análise da correlação espacial entre os setores de risco geológico e as classes de tendências pluviométricas na cidade de São Paulo, a partir da qual constatou-se que os setores com maiores riscos estão predominantemente inseridos em áreas com classes de tendências pluviométricas que representam maiores ameaças, especialmente no que diz respeito à deflagração de movimentos de massa. Além disso, é apresentada uma proposta de hierarquização da criticidade dos setores de risco, visando direcionar a implementação de políticas públicas nesses territórios mais vulneráveis, principalmente aquelas voltadas para programas de educação ambiental e soluções baseadas na natureza.

**Abstract** - The city of São Paulo has a history of rapid growth, characterized by the occupation of environmentally fragile areas often preceding public intervention, creating a scenario of vulnerability for the resident population. This situation is exacerbated by extreme events resulting from ongoing climate change. Therefore, it is essential for the municipality to have tools that guide public management, with an emphasis on risk management. In this context, this study presents an analysis of the spatial correlation between geological risk sectors and rainfall trend classes in São Paulo. It was found that sectors with higher risks are predominantly located in areas with rainfall trend classes that represent greater threats, particularly concerning the triggering of mass movements. Additionally, a proposal for the hierarchy of risk sector criticality is presented, aiming to direct the implementation of public policies in these more vulnerable territories, especially those focused on environmental education programs and nature-based solutions.

**Palavras-Chave** – Mudanças Climáticas; Eventos Extremos; Risco Geológico; Tendências Pluviométricas; Gestão de Risco.

---

<sup>1</sup> Geól., Prefeitura de São Paulo, (11) 3311-8784, larissaheloiza@prefeitura.sp.gov.br

<sup>2</sup> Geól., MSc, Prefeitura de São Paulo, (11) 3311-8784, malenadotero@prefeitura.sp.gov.br

<sup>3</sup> Geól., DSc, Prefeitura de São Paulo, (11) 3311-8784, thaistrevisani@prefeitura.sp.gov.br

<sup>4</sup> Geoc., MSc, Prefeitura de São Paulo, (11) 3311-8784, nlmorais@prefeitura.sp.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo destaca-se historicamente pelo ritmo acelerado de crescimento, associado ao mercado de especulação imobiliária, o que leva a população mais pobre a ocupar terrenos ambientalmente frágeis, como encostas e margens de cursos d'água. Muitos desses terrenos são ocupados por favelas e loteamentos irregulares, que carecem de serviços de infraestrutura básica, como redes oficiais de coleta de esgoto e de águas pluviais (MARICATO, 2003; RIBEIRO, 2008; CARLOS, 2009). Essa carência aumenta a vulnerabilidade da população que habita esses territórios.

As mudanças climáticas trazem um novo cenário que reflete a necessidade de mudanças de paradigmas, bem como desafios de adaptação e até regeneração do ambiente. Nesse contexto, é emergente a necessidade de estudos que viabilizem políticas públicas voltadas para o tema, com a finalidade de fomentar discussões que resultem em soluções concretas e imediatas.

Segundo projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e do Plano de Ação Climática de São Paulo (PlanClima SP), as mudanças climáticas impactarão a todos (IPCC, 2014; SÃO PAULO, 2021). No entanto, a população mais vulnerável, que não possui acesso a seus direitos mais básicos, será mais intensamente afetada. Além disso, de acordo com o PlanClima SP, as projeções climáticas indicam que eventos extremos se tornarão mais frequentes, representando uma grande ameaça às áreas de risco (SÃO PAULO, 2021).

Nesse sentido, é fundamental que o Município de São Paulo utilize as ferramentas disponíveis para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. Entre elas, destacam-se os mapeamentos de áreas de risco, elaborados pela Divisão de Prevenção (DPREV) da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), e o Mapa de Tendência Pluviométrica, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). A utilização eficaz desses recursos é essencial para a implementação de políticas públicas que visem a proteção da população, especialmente das comunidades mais vulneráveis.

O mapeamento de áreas de riscos geológicos, tipologia de risco alvo do presente trabalho, é realizado segundo método de setorização proposto pelo Ministério das Cidades (Brasil, 2007). Nesse método, os setores são classificados em quatro categorias de riscos: R1 (Risco Baixo), R2 (Risco Médio), R3 (Risco Alto) e R4 (Risco Muito Alto), conforme diretrizes e critérios estabelecidos. Para a elaboração dos produtos gerados no mapeamento de áreas de riscos geológicos, a DPREV realiza estudos de relatórios prévios, vistorias de campo em todas as áreas e sobrevoo com RPA (*Remotely Piloted Aircraft*). A confecção dos mapas é realizada em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG). A Figura 1a apresenta de forma simplificada o Mapa da Áreas de Risco Geológico do município.

O Mapa de Tendências de Pluviometria (ou Tendência Pluviométrica) corresponde a um dos mapas temáticos intermediários gerados na elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de São Paulo (CGAU), na escala 1:10.000 (IPT, 2024). Segundo o guia de utilização da CGAU, o mapa ilustra tendências pluviométricas esperadas em relação ao território municipal, baseando-se na análise de dados históricos de precipitação obtidos em postos pluviométricos operados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica, situados na cidade e em suas proximidades (IPT, 2024). Para a análise, foram priorizados os dados de postos que operam atualmente e/ou que possuem série histórica igual ou superior a 20 anos de dados diários de chuva, sem interrupções. A análise de tendência pluviométrica foi realizada de forma matricial, combinando o número de dias de chuva com o total precipitado, ambos na escala de tempo anual. A combinação desses fatores resultou em quatro classes: redução da pluviometria (mm/ano), aumento da intensidade pluviométrica (mm/h), redução da intensidade pluviométrica (mm/h) e aumento da pluviometria (mm/ano). A Figura 1b apresenta o Mapa de Tendências Pluviométricas.

Partindo do princípio de que a chuva representa o principal agente deflagrador de movimentos de massa e considerando que as projeções climáticas apontam para o aumento de eventos extremos, este trabalho tem como objetivo apresentar um panorama da distribuição dos setores de riscos geológicos nas classes de tendências de pluviometria. Sobretudo, nas classes de tendências consideravelmente mais relevantes para a deflagração de movimentos de massa: aumento da intensidade pluviométrica e aumento da pluviometria.

Além disso, busca-se analisar como os setores que apresentam maiores graus de risco (R3 e R4) se inserem nas respectivas classes representativas. Por fim, propõe-se uma hierarquia de criticidades desses setores, visando constituir uma ferramenta para nortear a aplicação de políticas públicas direcionadas a esses territórios, como programas de educação ambiental e soluções baseadas na natureza.

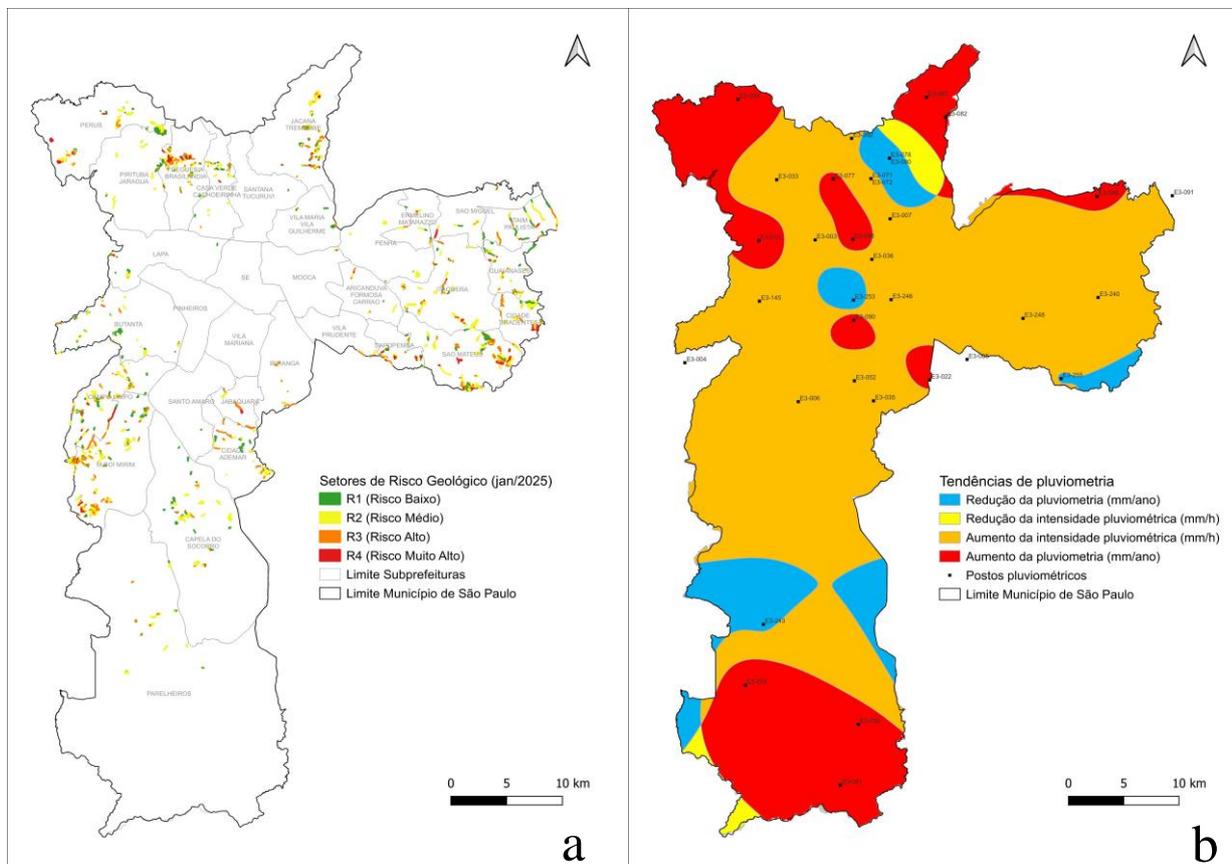


Figura 1. a- Mapa de Áreas de Risco Geológico. b- Mapa de Tendências Pluviométricas.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Geoprocessamento

O processamento dos dados foi realizado no software de código aberto QGIS, versão 3.34.8 'Prizren', correspondente à versão *Long-term release* (LTR) quando da elaboração deste trabalho. A aquisição dos dados geoespaciais foi realizada a partir do Mapa Digital da Cidade de São Paulo (Geosampa), que constitui a base oficial de dados georreferenciados abertos do Município de São Paulo. As camadas utilizadas apresentam formato *GeoPackage*, no caso do Mapa de Tendências de Pluviometria, e *Shapefile*, no caso do Mapa de Áreas de Risco Geológico.

Para a correlação espacial entre os setores de riscos geológicos e as classes de tendências de pluviometria na cidade de São Paulo, foi utilizado o método de sobreposição de interseção. Esse método consiste em uma técnica de análise espacial que combina diferentes camadas de informações geoespaciais para identificar áreas comuns entre elas, permitindo identificar padrões e relações que não seriam facilmente identificados de outra forma. Considerando o dinamismo dos setores de riscos geológicos mapeados, utilizou-se o recorte temporal referente a janeiro de 2025.

A fase de geoprocessamento foi desenvolvida em três etapas: Pré-Processamento; Processamento da Interseção; e Pós-Processamento.

A etapa de Pré-Processamento incluiu a aquisição da base de dados (*Shapefile* e *Geopackage*), representada pelo Mapa de Risco Geológico (PMSF, 2025) e pelo Mapa de

Tendências de Pluviometria (IPT, 2024), seguida de inserção no QGIS e conferência/organização dos dados. Nesta etapa foi realizada a transcrição dos atributos numéricos contidos no campo denominado *gridcode* da tabela de atributos do Mapa de Tendências de Pluviometria para a correspondente classe, conforme legenda do mapa.

Após a organização da base de dados, foi realizada a etapa do Processamento da Interseção, que incluiu a seleção das camadas, configuração dos parâmetros de interseção e, por fim, o processamento do algoritmo.

A etapa de Pós-Processamento incluiu a verificação dos dados de saída do processamento, conferência e ajustes dos atributos, eliminação de feições duplicatas - como os polígonos de riscos não apresentam correspondência de limites com os polígonos das classes de tendências, ocorre que um mesmo setor de risco está contido em mais de uma classe de tendências de pluviometria. Nestes casos, foi utilizado o critério de considerar a feição com maior área de sobreposição, ou seja, o setor de risco foi contabilizado apenas naquela classe que continha a maior área desse setor, a fim de evitar duplicidade no valor computado.

## **2.2. Análise e representação dos dados**

Após as etapas de geoprocessamento, foi realizada a exportação da tabela de atributos da camada de saída do processamento, em formato XLSX, para a manipulação e análise dos dados no Microsoft Excel. A representação gráfica dos dados foi obtida a partir do Microsoft Excel e do Power BI Desktop.

## **2.3. Limitações do método**

A distribuição espacial dos pontos de amostragem, representados no mapa de Tendência Pluviométrica pela localização dos postos pluviométricos, não representa uma malha regular, havendo concentração ou dispersão dos pontos ao longo do território do município e adjacências. Tal fator pode resultar em estimativas menos precisas, quanto maior a distância relativa aos postos pluviométricos. Portanto, quanto mais próximos os setores de risco estiverem dos postos pluviométricos, menores serão as chances de erro relacionadas às posições dos pontos amostrados.

# **3. RESULTADOS**

## **3.1. Mapa de Risco Geológico (Ref. Jan/2025)**

O mapeamento de áreas de riscos geológicos apresenta um total de 1.351 setores de risco, relacionados aos processos de escorregamentos de encostas e solapamentos de margens de cursos d'água. Desses 1.351 setores, 32 correspondem a setores encerrados (inativos) devido à mitigação ou eliminação do risco através de soluções diversas, tais como medidas estruturais, remoções ou realocação, novo uso para o espaço físico, entre outros. Portanto, de acordo com o recorte temporal de janeiro de 2025, o município de São Paulo possui 1.319 setores de riscos de movimentos de massa ativos em seu território.

De acordo com a análise do mapa, há uma tendência de concentração de setores de riscos nas extremidades da cidade, que constituem zonas periféricas. Observa-se, ainda, uma grande densidade de setores de riscos nas porções leste, norte e sudoeste do território municipal. As subprefeituras de São Mateus, Freguesia-Brasilândia, Jaçanã-Tremembé, Campo Limpo e M'Boi Mirim apresentam maiores concentrações de setores com graus de risco alto (R3) e muito alto (R4).

A análise da distribuição dos setores de risco revela uma variação significativa na frequência dos diferentes graus de risco. Entre os 1.319 setores ativos, predominam os setores de risco médio (R2), totalizando 496 setores, o que corresponde a 37,58% do total. Em seguida, os setores com risco alto (R3) somam 437, representando 33,13% do total. Os setores de risco baixo (R1) compreendem 259 setores, constituindo 19,64% do total. Por fim, os setores de risco muito alto (R4) são os menos numerosos, com 127 setores, correspondendo a 9,62% do total. A figura 2 mostra a distribuição da quantidade de setores por graus de risco.

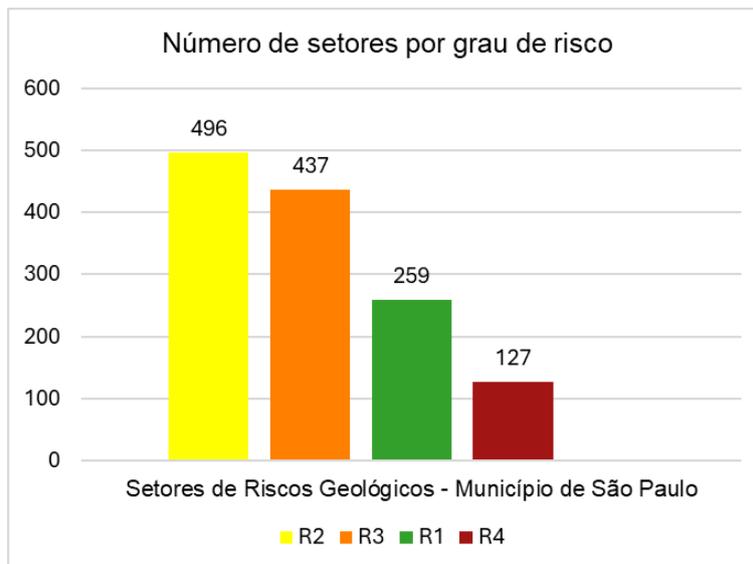


Figura 2. Distribuição dos setores de riscos geológicos por grau de risco.

### 3.2. Mapa de Tendências de Pluviometria

A partir da análise espacial do mapa de tendências de pluviometria, identifica-se a seguinte distribuição: há um predomínio discrepante da classe de tendência de aumento da intensidade pluviométrica (mm/h), abrangendo uma área de 984,49 km<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 64,5% da área total do município. Em seguida, está a classe de tendência de aumento da pluviometria (mm/ano), que ocupa uma área de 379,80 km<sup>2</sup>, cobrindo 24,9% do território municipal. Com menor expressão em área, seguem as classes que indicam redução da pluviometria (mm/ano) e redução da intensidade pluviométrica (mm/h), ocupando 135,38 km<sup>2</sup> (8,9%) e 26,82 km<sup>2</sup> (1,7%), respectivamente, de área do município. A Figura 3 apresenta a abrangência territorial das classes de tendências pluviométricas em km<sup>2</sup>.

A classe de aumento da intensidade da pluviometria distribui-se ao longo do território, estendendo-se por todas as zonas (norte, sul, leste, oeste e central). Já a classe de aumento da pluviometria compreende as porções extremas da cidade, sobretudo extremo norte, noroeste e extremo sul, com pequenas manchas na região centro-norte e centro-sul. As classes de redução da pluviometria e de redução da intensidade pluviométrica aparecem como pequenas manchas na região sul, central, norte e extremo leste-sudeste.

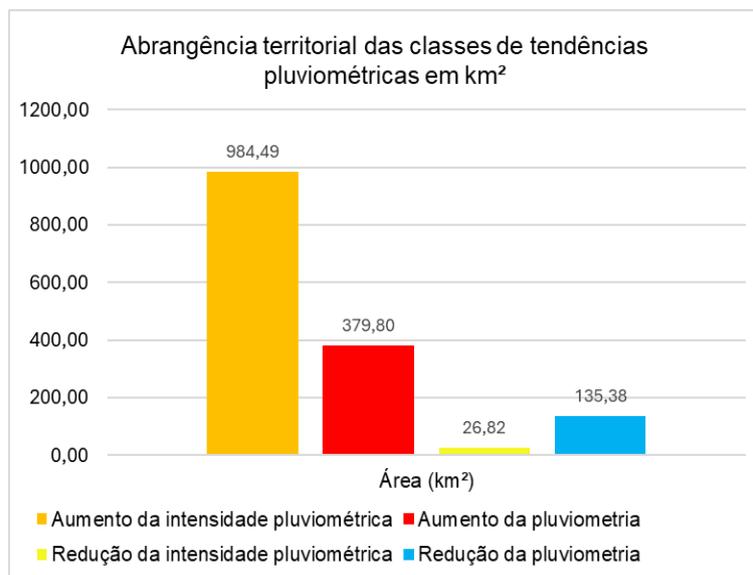


Figura 3. Área de abrangência das classes de tendências pluviométricas.

### 3.3. A Sobreposição dos Mapas

A sobreposição dos mapas revela uma distribuição desigual dos setores de risco entre as distintas classes de tendências pluviométricas. Notavelmente, a maioria dos setores está inserida na classe de tendência de aumento da intensidade pluviométrica, totalizando 1.089 setores, o que representa 82,56% do total. Enquanto isso, os demais 230 setores de riscos geológicos estão distribuídos entre as outras classes da seguinte forma: 135 na classe de aumento da pluviometria, 60 na classe de redução da pluviometria e 35 na classe de redução da intensidade pluviométrica. A Figura 4 ilustra a distribuição dos setores de risco nas respectivas classes de tendências pluviométricas.

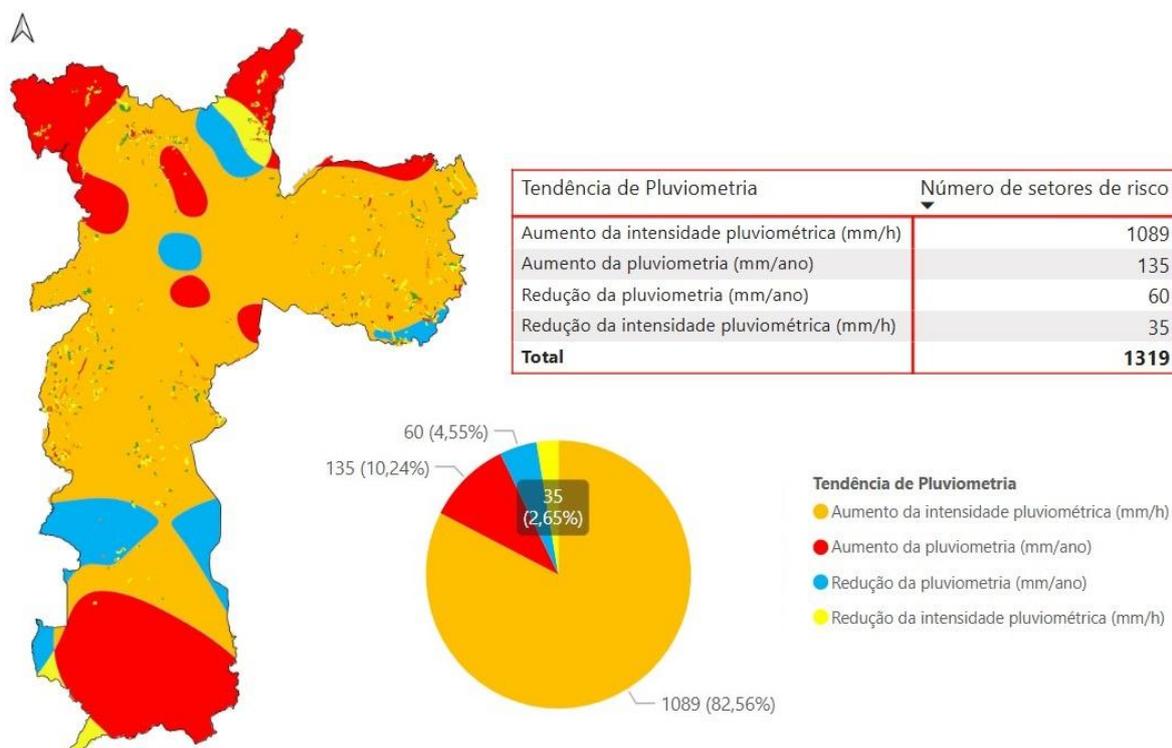


Figura 4. Distribuição dos setores de riscos geológicos por classe de tendência pluviométrica. A tabela, bem como o gráfico, ilustra o número de setores inseridos em cada classe.

Com o objetivo de representar os cenários de maior criticidade, foi realizada uma análise da distribuição dos graus de risco especificamente nas classes de tendência de aumento da intensidade pluviométrica e de tendência de aumento da pluviosidade, dado que tais tendências representam maiores ameaças na deflagração de movimentos de massa.

A partir da análise da distribuição dos graus de risco na classe de aumento da intensidade pluviométrica, constatou-se que, entre os 1.089 setores, 402 apresentam risco médio (R2), seguidos por 359 setores de risco alto (R3), 223 setores de risco baixo (R1) e 105 setores de risco muito alto (R4). A Figura 5a apresenta a distribuição dos graus de riscos dos setores inseridos nessa classe.

Observa-se que, ao considerar como cenários mais críticos os setores de risco alto (R3) e muito alto (R4), obtém-se um total de 464 setores dentro da tendência de aumento da intensidade pluviométrica, o que representa um valor bastante significativo.

Por outro lado, a distribuição dos graus de risco na classe de tendência de aumento da pluviosidade apresenta-se menos discrepante em relação à anteriormente descrita, dividindo-se em: 58 setores de risco médio (R2), 45 setores de risco alto (R3), 23 setores de risco baixo (R1) e 9 setores de risco muito alto (R4). Ao somar os setores que apresentam risco alto (R3) e muito alto (R4) nesta classe, obtém-se um total de 54 setores com cenários mais críticos. A Figura 5b apresenta a distribuição dos graus de riscos dos setores inseridos nessa classe.

Além disso, é possível considerar os cenários mais críticos de forma integrada, totalizando 518 setores de risco alto e muito alto inseridos nas classes de tendências pluviométricas mais relevantes para a deflagração de movimentos de massa. Isso implica que 91,84% dos setores de risco alto (R3) e muito alto (R4) estão concentrados nessas duas tendências pluviométricas.

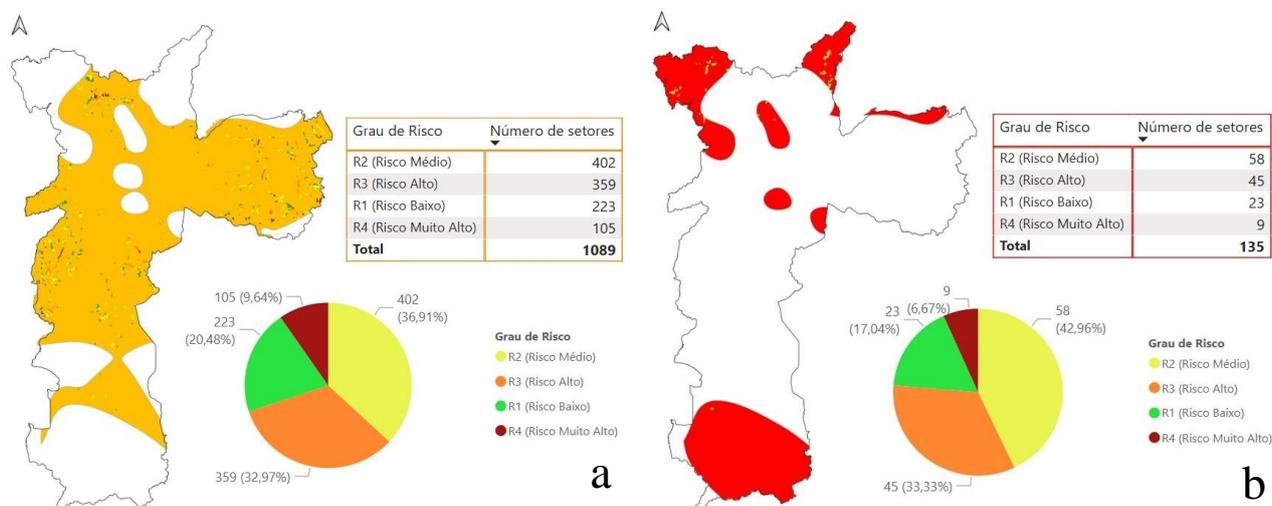


Figura 5.a- Distribuição dos graus de riscos dos setores inseridos na tendência de aumento da intensidade pluviométrica. b- Distribuição dos graus de riscos dos setores inseridos na tendência de aumento da pluviometria.

### 3.4. Proposta de hierarquização de criticidade

O cruzamento dos dados permitiu elaborar uma proposta de hierarquização da criticidade dos setores de risco, segundo a combinação entre as classes mais relevantes na deflagração de movimentos de massa e os setores com maior grau de risco mapeado. Ou seja, foi possível listar os setores que apresentam riscos muito altos (R4) e que estão inseridos nas classes de tendência de aumento da intensidade pluviométrica e de aumento da pluviometria.

Como critério de desempate, foi utilizada a área (em metros quadrados) de cada setor, considerando mais críticos aqueles com maiores áreas. Esse critério foi escolhido devido à sua maior precisão em relação a outros atributos dos setores de risco, como o número de moradias, por exemplo.

A partir desses critérios, propõe-se dois tipos de hierarquização da criticidade dos setores: a primeira considera a análise distinguindo as duas classes de tendências; e a segunda considera as duas classes de forma conjunta.

Sendo assim, a Tabela 1 apresenta os dois setores de maior criticidade inseridos na classe de tendência de aumento da intensidade pluviométrica. A Tabela 2, por sua vez, apresenta os dois setores de maior criticidade pertencentes à classe de tendência de aumento da pluviometria. Já a Tabela 3 reúne os quatro setores de maior criticidade, considerando as duas classes de forma integrada, atribuindo pesos semelhantes à influência de ambas as classes de tendência na deflagração de movimentos de massa.

Tabela 1. Setores de maior criticidade com tendência de aumento da intensidade pluviométrica.

Nome da área	Nome do setor de risco	Grau de risco	Processo associado	Área (m <sup>2</sup> )	Subprefeitura	Tendência de Pluviometria
Jardim Vitória	CT-02-01 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento/ Solapamento	202.024,75	Cidade Tiradentes	Aumento da intensidade pluviométrica
Parque Brasilândia B	FO-26-03 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento/ Solapamento	88.508,31	Freguesia-Brasilândia	Aumento da intensidade pluviométrica

Tabela 2. Setores de maior criticidade com tendência de aumento da pluviometria.

Nome da área	Nome do setor de risco	Grau de risco	Processo associado	Área (m²)	Subprefeitura	Tendência de Pluviometria
Formiga	PR-16-01 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento	58.754,50	Perus	Aumento da pluviometria
Itaberaba II	PR-10-05 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento	50.213,42	Perus	Aumento da pluviometria

Tabela 3. Setores com maior criticidade considerando as duas classes de tendência.

Nome da área	Nome do setor de risco	Grau de risco	Processo associado	Área (m²)	Subprefeitura	Tendência de Pluviometria
Jardim Vitória	CT-02-01 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento/ Solapamento	202.024,75	Cidade Tiradentes	Aumento da intensidade pluviométrica
Parque Brasilândia B	FO-26-03 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento/ Solapamento	88.508,31	Freguesia-Brasilândia	Aumento da intensidade pluviométrica
Três Marias II	MB-48-02 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento	68.307,60	M'Boi Mirim	Aumento da intensidade pluviométrica
Formiga	PR-16-01 (R4)	R4 (Risco muito alto)	Escorregamento	58.754,50	Perus	Aumento da pluviometria

Nota-se que os setores de risco CT-02-01 (R4) e FO-26-03 (R4) aparecem no topo de duas análises. Esses setores são destacados tanto na análise individual da classe de tendência de aumento da intensidade pluviométrica, quanto na análise integrada das duas classes de tendência - aumento da intensidade pluviométrica e aumento da pluviometria - nas quais se atribui o mesmo peso a ambas.

O setor CT-02-01 (R4) está localizado na subprefeitura de Cidade Tiradentes, extremo leste da cidade, e possui uma área de 202.024,75 m². A ocupação é notavelmente precária, caracterizada por moradias de alvenaria ou madeira/madeirite/sucata, situadas em vale encaixado, sobre camadas de aterro mal compactadas e sem atendimento por infraestrutura básica.

O setor FO-26-03 (R4) está inserido na subprefeitura da Freguesia-Brasilândia, extremo norte do município de São Paulo. Possui uma área de 88.508,31 m² com ocupação consideravelmente precária, caracterizada por predomínio de moradias de madeira/madeirite/sucata situadas em encosta íngreme contornada por cursos d'água, sobre aterro mal compactado.

Observa-se, ainda, que o setor PR-16-01 (R4) também se repete em duas análises. Situa-se no topo da lista hierárquica referente à análise da classe de tendência de aumento da pluviometria de modo individual, e em 4º lugar na análise que engloba as duas classes de tendências.

#### 4. DISCUSSÕES

Os setores de riscos geológicos concentram-se nas extremidades do território municipal, onde os terrenos apresentam maiores declividades e alta densidade de drenagens, incluindo cursos d'água de diversas classes. Além dessa suscetibilidade do terreno, a infraestrutura urbana é ausente nessas áreas. Conseqüentemente, os setores de risco são caracterizados pela frequente presença de vazamentos, lançamentos de águas servidas sobre terrenos desprotegidos, escoamento desordenado das águas superficiais, entre outros fatores agravantes de riscos.

Os solos saturados tendem a romper com maior facilidade quando submetidos a chuvas intensas e prolongadas. Desse modo, trazer o foco nas classes de tendências de aumento da intensidade pluviométrica e de aumento da pluviometria corrobora com a identificação de cenários mais críticos quando se trata de ruptura de taludes e encostas.

No entanto, é importante ressaltar que, embora as demais classes apontadas no mapa de tendências pluviométricas – redução da pluviometria e redução da intensidade pluviométrica – não representem grande influência na deflagração de movimentos de massa, tais classes representam ameaças a demais tipologias de riscos, tais como seca e escassez hídrica, afetando a disponibilidade de água para consumo humano, agricultura e indústria. A escassez hídrica pode aumentar a competição por recursos, gerando conflitos e aumentando a vulnerabilidade socioambiental, repercutindo numa cadeia de outros riscos.

## 5. CONCLUSÕES

Segundo o recorte temporal de janeiro de 2025, os setores de riscos geológicos ativos totalizam 1.319 e apresentam a seguinte distribuição decrescente em relação aos graus de risco: 496 setores com risco médio (R2), 437 setores com risco alto (R3), 259 setores com risco baixo (R1) e 127 setores com risco muito alto (R4).

A distribuição dos graus de risco dentro de cada classe de tendência pluviométrica analisada segue a mesma disposição geral: tanto na classe de aumento da intensidade pluviométrica quanto na classe de tendência de aumento da pluviometria, predomina o grau de risco médio (R2), seguido pelo grau de risco alto (R3). Em menores frequências, encontram-se os graus de risco baixo (R1) e muito alto (R4).

No entanto, a classe de tendência de aumento da intensidade pluviométrica abrange a maior área territorial do município e a maior quantidade de setores de forma bastante discrepante em relação às demais. Nesta classe, embora predominem os setores de risco médio (R2), com 402 setores, quando somados os piores cenários representados pelos graus de risco alto e muito alto, há um predomínio deste grupo, totalizando 464 setores.

Em seguida, com uma abrangência territorial significativamente inferior, a classe de tendência de aumento da pluviometria apresenta predomínio de setores de risco médio (R2), com 58 setores, enquanto a soma de setores de risco alto e muito alto totalizam 54.

Portanto, 92,55% do total de setores de riscos geológicos com graus de risco alto (R3) e muito alto (R4) na cidade de São Paulo apresentam tendência de aumento da intensidade pluviométrica ou aumento da pluviometria, refletindo um cenário que demanda atenção para a gestão de riscos.

Por outro lado, as classes de tendências de redução da pluviometria e da intensidade pluviométrica podem atenuar os cenários de risco dos demais 7,45% dos setores que apresentam riscos alto (R3) e muito alto (R4). No entanto, é notável a pequena representatividade dessas classes.

Além disso, é fundamental destacar que as classes de tendências pluviométricas não constituem um componente direto na avaliação de risco dos setores. Em vez disso, atuam como fatores que potencializam a deflagração de processos de movimentos de massa, podendo influenciar um possível aumento no número de ocorrências, o que, por sua vez, pode elevar os graus de risco dos setores já mapeados ou aumentar o número total de setores de risco.

Os resultados obtidos seguem uma tendência esperada, refletindo a realidade socioambiental da cidade de São Paulo, dado que a área de abrangência das classes de tendências que representam elementos potenciais de deflagração de movimentos de massa se estende ao longo do município até zonas extremas da cidade, onde se concentram os setores de risco.

Os setores CT-02-01 (R4), FO-26-03 (R4) e PR-16-01 (R4) destacam-se nas propostas de hierarquização de criticidade apresentadas. Eles aparecem no topo das duas análises distintas realizadas: tanto nas análises individuais de cada classe de tendência explorada, quanto na análise integrada das duas classes de tendência — aumento da intensidade pluviométrica e aumento da pluviometria — onde se atribui o mesmo peso à ambas.

A hierarquização da criticidade dos setores, baseada no cruzamento de graus de risco mais elevados com classes de tendências mais relevantes na deflagração de movimentos de massa, é

apresentada como proposta, utilizando a abrangência do setor em área (em metros quadrados) como critério de desempate. Esta proposta visa contribuir com a gestão de riscos, constituindo uma ferramenta norteadora para a implantação de políticas públicas, sobretudo focadas em programas de educação ambiental e em soluções baseadas na natureza, direcionadas aos territórios mais críticos no âmbito de riscos geológicos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua profunda gratidão às equipes técnicas da Divisão de Prevenção e das Divisões de Defesa Civil da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil da Cidade de São Paulo. Essas equipes realizam um trabalho contínuo nos mapeamentos de áreas de risco no município, reafirmando seu compromisso com a promoção da resiliência.

Agradecem também à equipe do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e ao grupo de trabalho responsável pela elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização, juntamente com seus mapas temáticos. Esses documentos desempenham um papel fundamental na gestão pública, especialmente na prevenção e gestão de riscos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Carvalho, C.S.; Macedo, E.S.; Ogura, A.T. (org). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. Disponível em: [https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/185/1/MCid-Mapeamento\\_de\\_riscos\\_em\\_areas\\_urbanas.pdf](https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/185/1/MCid-Mapeamento_de_riscos_em_areas_urbanas.pdf). Acesso em: 2 fev. 2025.

CARLOS, A. F. A. A metrópole de São Paulo no contexto da urbanização contemporânea. *Estudos Avançados*, 23 (66), 2009.

IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability - Summary for Policymakers. Field, C.B.; Barros, V.R.; Dokken, D.J.; Mach, K.J.; Mastrandrea, M.D.; Bilir, T.E.; Chatterjee, M.; Ebi, K.L.; Estrada, Y.O.; Genova, R.C.; Girma, B.; Kissel, E.S.; Levy, A.N.; MacCracken, S.; Mastrandrea, P.R.; White, L.L. (eds.). Genebra: Organização Meteorológica Mundial (WMO), 2014. 34 p. Disponível em: <https://bibliotecasemiarios.ufv.br/bitstream/123456789/335/1/Texto%20completo.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do Município de São Paulo. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2024. Escala 1:10.000. Disponível em: <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MARICATO, E. Metrópole, legislação e desigualdade. *Estudos Avançados*, 17 (48), 2003.

RIBEIRO, W. C. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, v.27, p.297-321, 2008.

SÃO PAULO (Município). Mapa de Risco Geológico do Município de São Paulo. São Paulo: Coordenadoria de Defesa Civil Municipal de São Paulo, 2025. Escala 1:10.000. Disponível em: <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SÃO PAULO (Município). Mapa Digital da Cidade de São Paulo (GeoSampa). São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2025. Disponível em: <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SÃO PAULO (Município). Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (PlanClima SP). São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2021. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/governo/secretaria\\_executiva\\_de\\_mudancas\\_climaticas/arquivos/planclimasp/REL3%20-%20PlanClima\\_compressed.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/governo/secretaria_executiva_de_mudancas_climaticas/arquivos/planclimasp/REL3%20-%20PlanClima_compressed.pdf). Acesso em: 10 jan. 2025.