

## ANÁLISE DO HISTÓRICO DOS MAPEAMENTOS DE RISCO E SUSCETIBILIDADE A DESASTRES NO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL ENTRE 2011 E 2024

Rafael Silva Ribeiro <sup>1</sup>

**Resumo** – Desde 2011, o Serviço Geológico do Brasil tem se dedicado ao mapeamento de desastres geológicos e hidrológicos em todo o país. Entre os projetos desenvolvidos, estão as Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações e a Cartografia de Risco Geológico, cujas publicações são analisadas nesta pesquisa e abrange o período de 2011 a 2024. Até 2024, áreas de riscos alto e muito alto foram delimitadas e qualificadas em quase um terço dos municípios brasileiros, com destaque para o Distrito Federal e os estados do Acre, Rondônia, Santa Catarina, Espírito Santo e Amazonas. O mapeamento identificou 15.277 setores de risco, dos quais 69% possuem risco alto e aproximadamente a metade destes são originados por deslizamentos. Cartas de suscetibilidade foram concluídas em 694 municípios, o que representa cerca de 12,5% das cidades brasileiras. No âmbito estadual, foram completamente mapeados Distrito Federal, Rio de Janeiro e Espírito Santo. O Serviço Geológico do Brasil tem sido essencial na identificação de desastres no território nacional. Os dados revelam que houve avanço neste período e que um longo caminho se impõe nas próximas décadas.

**Abstract** – Since 2011, the Geological Survey of Brazil has been dedicated to mapping geological and hydrological disasters throughout the country. Among the developed projects are the Susceptibility Maps for Mass Gravitational Movements and Floods and the Geological Risk Cartography, whose publications are analyzed in this research covering the period from 2011 to 2024. By 2024, areas of high and very high risk were delineated and classified in nearly one-third of Brazilian municipalities, with notable emphasis on the Federal District and the states of Acre, Rondônia, Santa Catarina, Espírito Santo and Amazonas. The mapping identified 15,277 risk sectors, of which 69% are classified as high-risk, with approximately half originating from landslides. Susceptibility maps have been completed in 694 municipalities, representing about 12.5% of Brazil's cities. At the state level, the Federal District, Rio de Janeiro, and Espírito Santo have been fully mapped. The Geological Survey of Brazil has proven indispensable in identifying disasters across the national territory. The data reveals progress during this period, while underscoring the considerable journey ahead in the coming decades.

**Palavras-Chave** – Risco; suscetibilidade; desastre; mapeamento; Brasil.

<sup>1</sup>

Geólogo, PhD, Serviço Geológico do Brasil – SGB, (31) 3878-0312, rafael.silva@sgb.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

A lei número 12.608, publicada em 2012, instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC); dispôs sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) e autorizou a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres (Brasil, 2012). O seu artigo 6º afirma que é incumbência da União:

“III - promover estudos referentes às causas e possibilidades de ocorrência de desastres de qualquer origem, sua incidência, extensão e consequência;

IV - apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco, nos estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre e nas demais ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.”

Tendo em vista essa atribuição do Governo Federal, desde 2011 o Serviço Geológico do Brasil vem atuando no mapeamento do risco e da suscetibilidade a desastres naturais no território nacional. Entre os projetos e programas desenvolvidos pela instituição, estão as Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações e a Cartografia de Risco Geológico, que são os temas dessa pesquisa.

O objetivo deste estudo é apresentar, de forma sucinta e organizada, os dados dos mapeamentos realizados nas 27 unidades da República Federativa do Brasil entre os anos de 2011 e 2024. As informações dos municípios utilizadas neste estudo são de domínio público e estão disponíveis na página eletrônica de Prevenção de Desastres do Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2025).

## 2. METODOLOGIAS E RESULTADOS

### 2.1. Cartografia de Risco Geológico

A Cartografia de Risco Geológico tem como área de estudo os perímetros urbanos do município. A escala de mapeamento do risco geológico varia de 1:2.000 a 1:1.000 (Macedo e Mirandola, 2018) e a sua metodologia é, de forma sucinta, mostrada na figura 1.

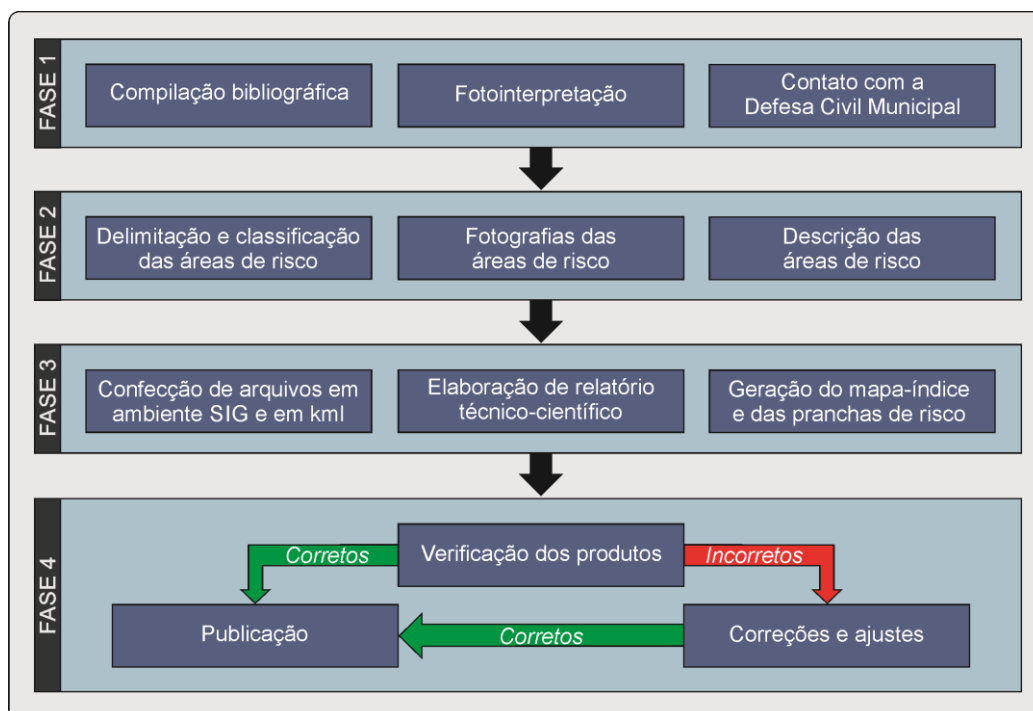


Figura 1. Procedimentos adotados no mapeamento de áreas de riscos geológico e hidrológico realizado pelo Serviço Geológico do Brasil.

Lana et al. (2021) apontam que, de maneira geral, na etapa de campo, ou seja, na fase 2, são identificadas as condições potenciais para a ocorrência dos processos analisados, assim como evidências que sinalizam processos em andamento ou ocorrências pretéritas. A vulnerabilidade é avaliada e seu grau é determinado com base nas características das edificações e da urbanização da área de estudo.

As construções em risco são agrupadas em setores, os quais são classificados em quatro graus: baixo, médio, alto e muito alto. O mapeamento considera exclusivamente os setores de riscos alto (R3) e muito alto (R4), conforme as descrições apresentadas nas tabelas 1 e 2. Em cada setor, é realizada a contagem de domicílios e estimada a população em situação de risco. Os processos mapeados incluem movimentos gravitacionais de massa, processos erosivos, eventos hidrológicos e outros fenômenos causadores de desastres, conforme exposto por Ribeiro (2022).

Tabela 1. Graus de risco para deslizamento e erosão de margem fluvial (Modificada de Brasil e IPT, 2007).

| Grau de risco    | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R3<br>Alto       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamento e erosão de margem fluvial;</li> <li>Observa-se a presença de significativo(s) sinal(is), feição(ões) ou evidência(s) de instabilidade. Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo;</li> <li>Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</li> </ul>                                                                                               |
| R4<br>Muito Alto | <ul style="list-style-type: none"> <li>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de muita alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamento e erosão de margem fluvial;</li> <li>Os sinais, feições ou evidências de instabilidade são expressivos e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo possível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento;</li> <li>Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</li> </ul> |

Tabela 2. Graus de risco para enchente e inundação (Modificada de Brasil e IPT, 2004).

| Grau de risco    | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R3<br>Alto       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos;</li> <li>Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência nos últimos cinco anos) e envolvendo construção(ões) de alta vulnerabilidade.</li> </ul> |
| R4<br>Muito Alto | <ul style="list-style-type: none"> <li>Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos;</li> <li>Alta frequência de ocorrência (pelo menos três eventos em cinco anos) e envolvendo construção(ões) de alta vulnerabilidade.</li> </ul>              |

Entre 2011 e 2024 foram concluídos os mapeamentos em 1.721 municípios brasileiros. Distrito Federal, Acre e Rondônia foram totalmente mapeados. No entanto, os estados de Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo são as Unidades da Federação com o maior número de cidades com mapeamentos concluídos (Tabela 3).

Tabela 3. Número de municípios com mapeamentos de risco concluídos pelo Serviço Geológico do Brasil nas Unidades da Federação entre 2011 e 2024.

| Posição | UF | Municípios |       |  | Posição       | UF | Municípios   |              |
|---------|----|------------|-------|--|---------------|----|--------------|--------------|
|         |    | Mapeados   | Total |  |               |    | Mapeados     | Total        |
| 1º      | SC | 294        | 295   |  | 15º           | PB | 40           | 223          |
| 2º      | MG | 212        | 853   |  | 16º           | AL | 36           | 102          |
| 3º      | SP | 126        | 645   |  | 17º           | RN | 32           | 167          |
| 4º      | PE | 114        | 185   |  | 18º           | SE | 30           | 75           |
| 5º      | PA | 96         | 144   |  | 19º           | GO | 28           | 246          |
| 6º      | BA | 93         | 417   |  | 20º           | MS | 24           | 79           |
| 7º      | MA | 92         | 217   |  | 21º           | AC | 22           | 22           |
| 8º      | ES | 77         | 78    |  | 21º           | MT | 22           | 141          |
| 9º      | CE | 72         | 184   |  | 23º           | TO | 15           | 139          |
| 10º     | RS | 70         | 497   |  | 24º           | AP | 8            | 16           |
| 11º     | AM | 61         | 62    |  | 25º           | RR | 5            | 15           |
| 12º     | RO | 52         | 52    |  | 25º           | RJ | 5            | 92           |
| 13º     | PI | 48         | 224   |  | 27º           | DF | 1            | 1            |
| 14º     | PR | 46         | 399   |  | <b>BRASIL</b> |    | <b>1.721</b> | <b>5.570</b> |

Nos estados de Santa Catarina, Espírito Santo e Amazonas, resta somente um município a ser mapeado pelo Serviço Geológico do Brasil: Manaus, Vitória e Blumenau, respectivamente. Portanto, sob o ponto de vista do percentual municipal, esses estados ocupam, respectivamente, a quarta, quinta e sexta posições na configuração nacional (Figura 2).

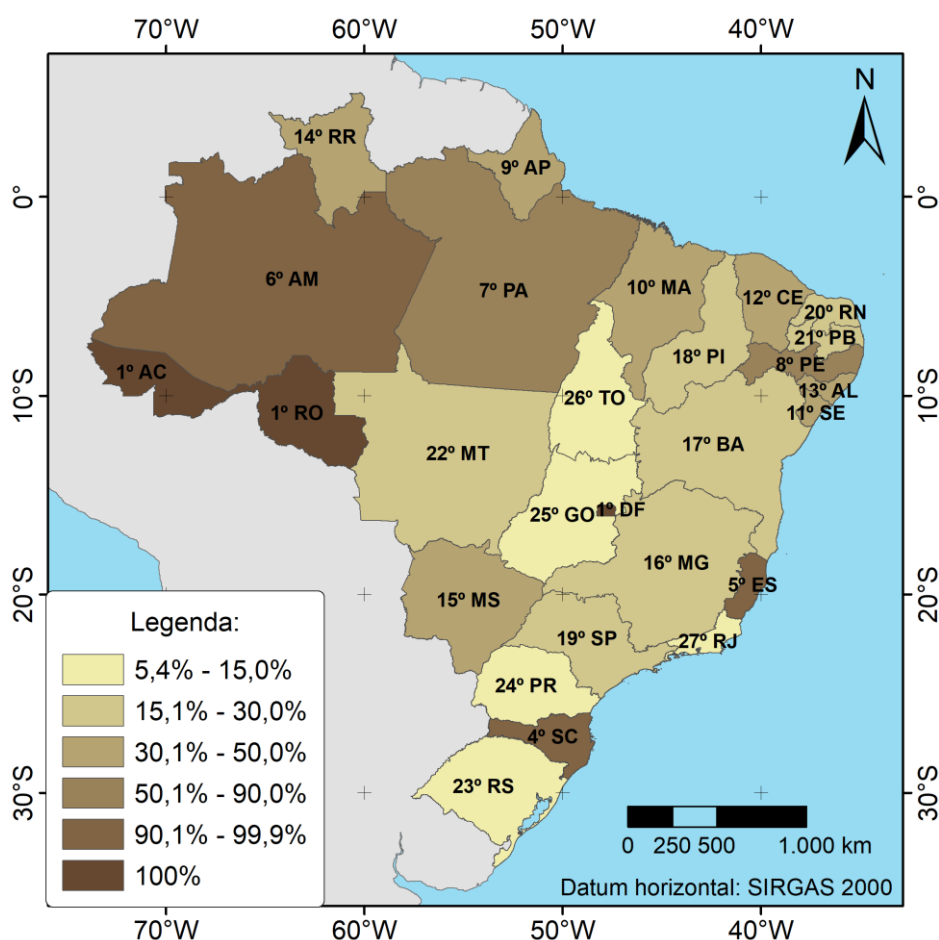


Figura 2. Percentuais de municípios com mapeamentos de riscos concluídos pelo Serviço Geológico do Brasil nas unidades da República Federativa do Brasil.

Até o ano de 2024, foram demarcados e descritos 15.277 setores de risco em todo o território nacional. Desses, aproximadamente 69% foram classificados com grau alto, enquanto o remanescente foi designado como de risco muito alto (Figura 3). São 1.592.975 edificações nessa situação, com destaque para os estados de Minas Gerais (15,2%), Santa Catarina (10,8%), São Paulo (10,6%), Rio Grande do Sul (9,2%) e Espírito Santo (8,7%) (Figura 4).

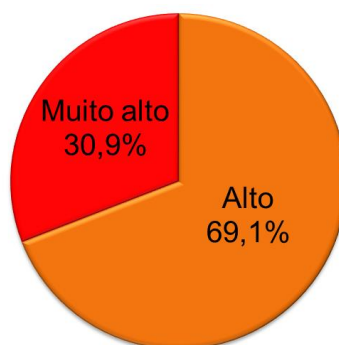


Figura 3. Percentuais de graus de riscos dos setores mapeados pelo Serviço Geológico do Brasil no território nacional.

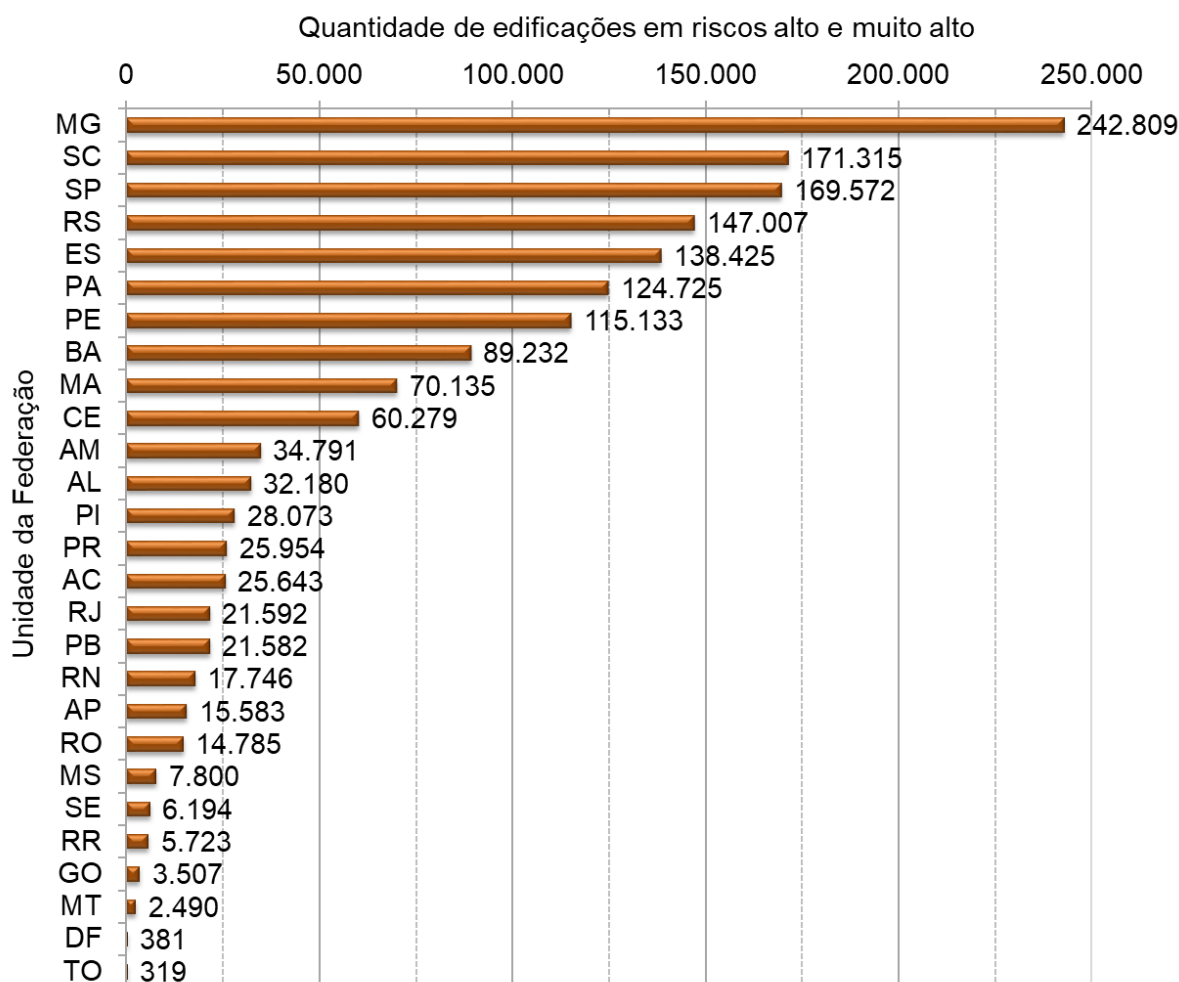


Figura 4. Quantidade de edificações em setores com riscos alto e muito alto mapeados pelo Serviço Geológico do Brasil nas unidades da República Federativa do Brasil.

Conforme ilustrado na figura 5, o deslizamento é o processo predominante na geração de áreas de risco, estando presente em cerca de metade dos setores mapeados. Na sequência, as inundações figuram em aproximadamente 1/3 dos setores com riscos alto e muito alto. Por fim, as erosões, enxurradas e quedas de blocos são os processos observados em 12,6% dos polígonos de risco.

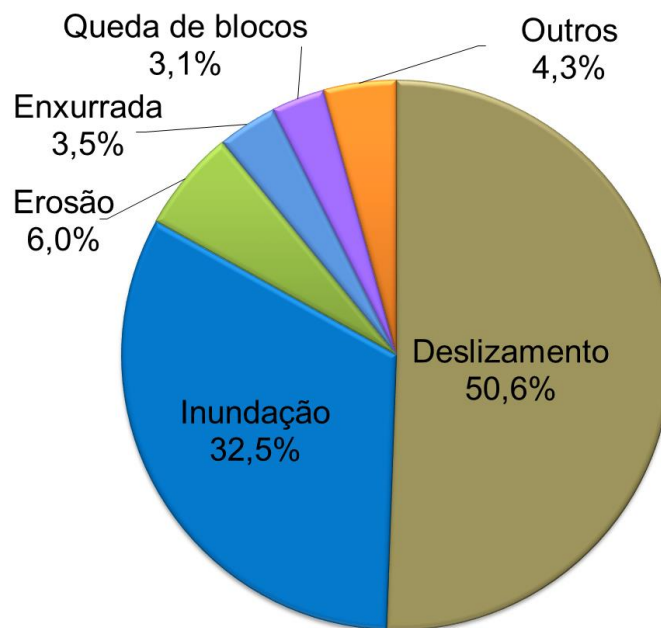


Figura 5. Percentuais dos processos presentes nas áreas de risco dos mapeamentos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil.

## 2.2. Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações

A metodologia empregada na elaboração das Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações foi inicialmente desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (Bitar, 2014). Desde então, tem sido continuamente aperfeiçoada pelo Serviço Geológico do Brasil. A atual metodologia está sintetizada nas etapas mostradas na figura 6.

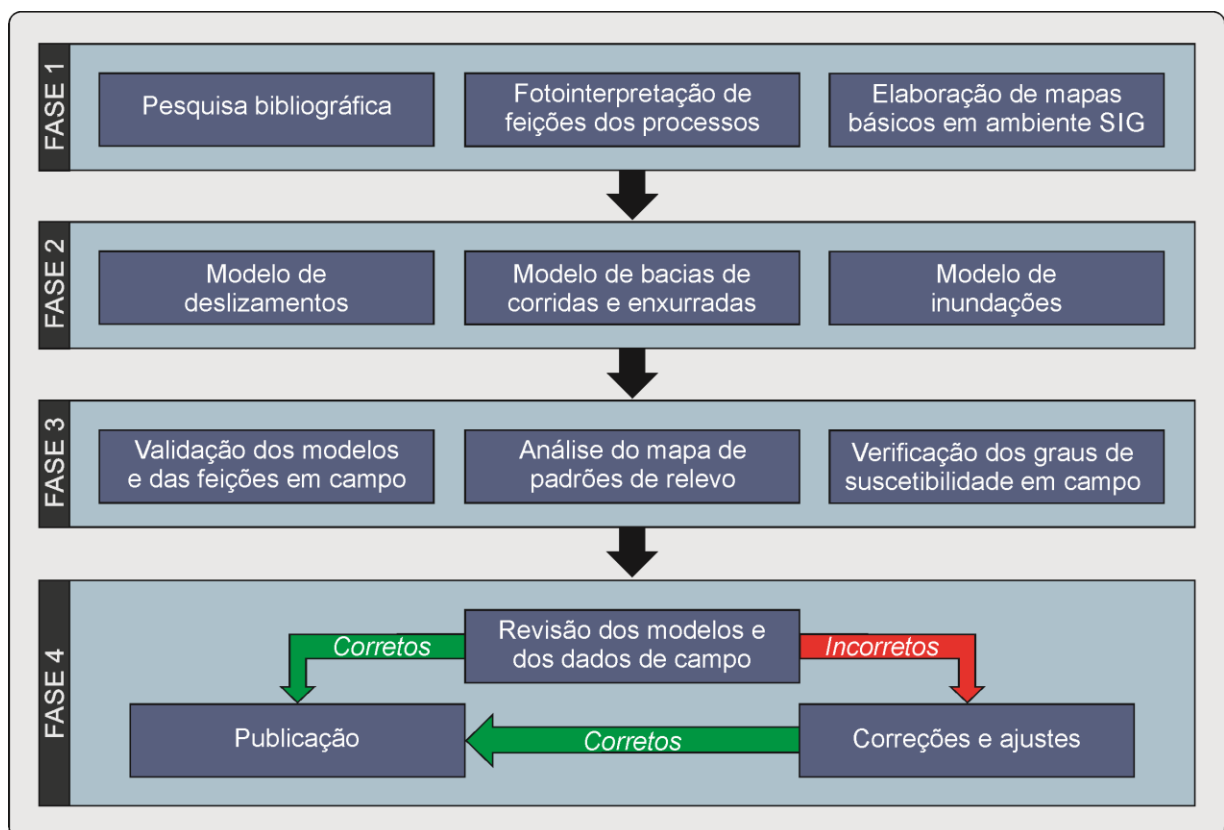


Figura 6. Metodologia adotada na elaboração das Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações realizada pelo Serviço Geológico do Brasil.

Entre os mapas básicos da primeira fase, está o Mapa de Padrões de Relevo, cujas planícies e rampas de alúvio-colúvio são imprescindíveis na modelagem de inundação.

As feições são identificadas por fotointerpretação na fase 1 e podem ser acrescentadas e modificadas durante a atividade de campo. As feições assinaladas incluem: campos de blocos, cicatrizes de deslizamentos, feições erosivas e paredões rochosos.

A área de estudo das Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações engloba a totalidade do território municipal e são publicadas na escala de 1:25.000. As primeiras cartas foram publicadas em 2012 e, até o ano de 2024, o Serviço Geológico do Brasil concluiu o mapeamento em 694 municípios, cuja distribuição anual, em números absoluto e acumulado, encontra-se disposta na figura 7.

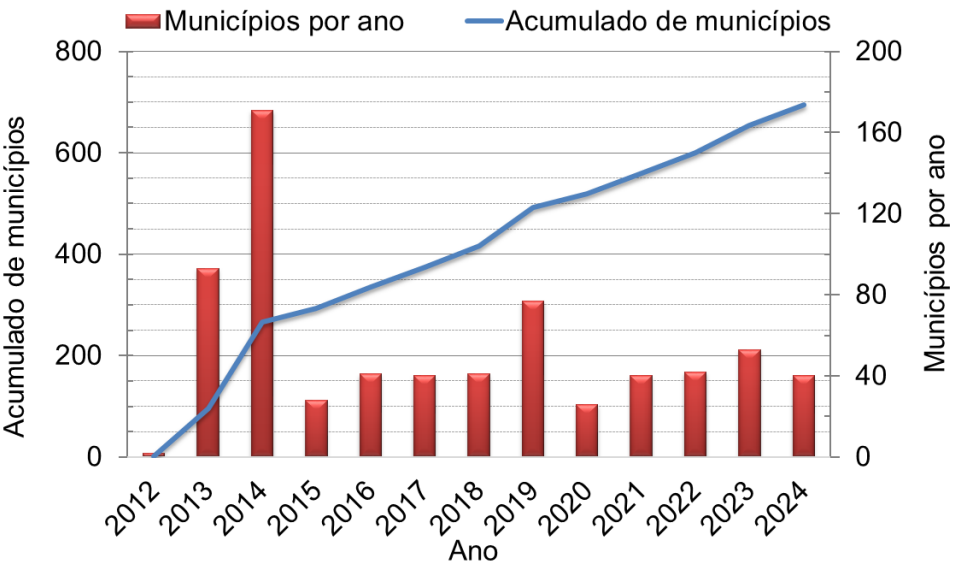


Figura 7. Municípios com cartas de suscetibilidade, por ano e número acumulado, publicadas pelo Serviço Geológico do Brasil entre 2012 e 2024.

Em números absolutos, São Paulo, Santa Catarina e Rio de Janeiro são as Unidades da Federação que possuem o maior número de municípios com Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações publicadas pelo Serviço Geológico do Brasil (Tabela 4).

Tabela 4. Número de municípios com cartas de suscetibilidade concluídas nas Unidades da Federação entre 2012 e 2024.

| Posição | UF | Municípios |       | Posição | UF | Municípios |       |
|---------|----|------------|-------|---------|----|------------|-------|
|         |    | Mapeados   | Total |         |    | Mapeados   | Total |
| 1º      | SP | 138        | 645   | 14º     | AL | 8          | 102   |
| 2º      | SC | 106        | 295   | 16º     | AP | 7          | 16    |
| 3º      | RJ | 92         | 92    | 17º     | MT | 5          | 141   |
| 4º      | ES | 78         | 78    | 17º     | PI | 5          | 224   |
| 5º      | MG | 74         | 853   | 19º     | SE | 4          | 75    |
| 6º      | PE | 35         | 185   | 19º     | MS | 4          | 79    |
| 7º      | PA | 26         | 144   | 19º     | GO | 4          | 246   |
| 7º      | RS | 26         | 497   | 22º     | AC | 3          | 22    |
| 9º      | PR | 15         | 399   | 22º     | AM | 3          | 62    |
| 10º     | TO | 13         | 139   | 24º     | RN | 2          | 167   |
| 10º     | BA | 13         | 417   | 25º     | DF | 1          | 1     |
| 12º     | CE | 12         | 184   | 25º     | RR | 1          | 15    |
| 13º     | MA | 10         | 217   | 25º     | PB | 1          | 223   |
| 14º     | RO | 8          | 52    | BRASIL  |    | 694        | 5.570 |

Em termos percentuais de municípios, por terem sido completamente mapeados, o Distrito Federal e os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo ocupam a primeira posição (Figura 8). Em seguida, Amapá, Santa Catarina e São Paulo são as Unidades da Federação que percentualmente possuem o maior número de municípios mapeados pelo Serviço Geológico do Brasil até o ano de 2024.

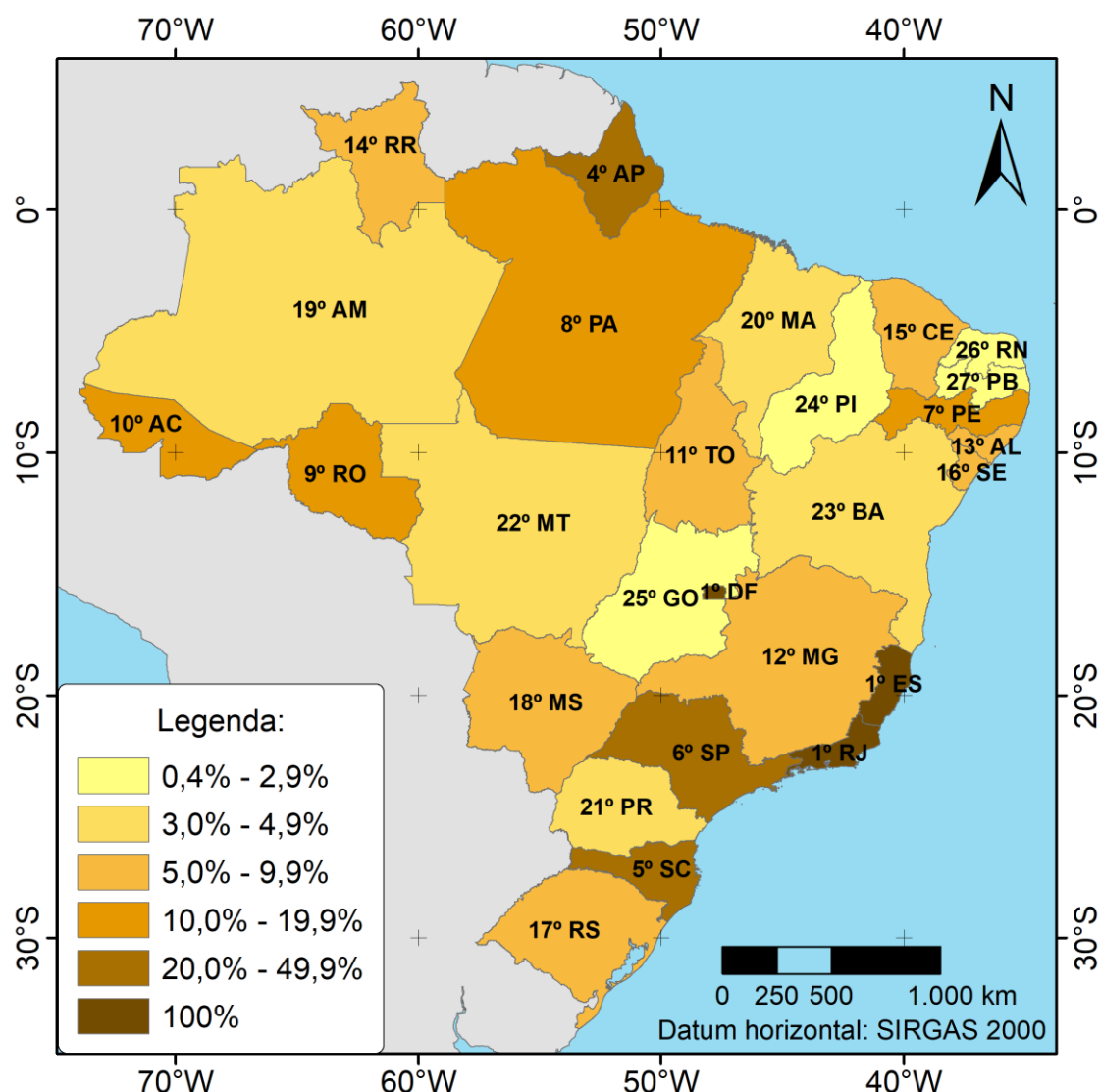


Figura 8. Percentuais de municípios com Cartas de Suscetibilidade concluídas pelo Serviço Geológico do Brasil nas unidades da República Federativa do Brasil.

### 3. CONCLUSÕES

O Serviço Geológico do Brasil tem desempenhado um papel crucial desde 2011 na identificação e mapeamento de áreas de risco e regiões suscetíveis a desastres geológicos e hidrológicos no país. Este mapeamento é um processo contínuo e abrange todo o território nacional, o que proporciona uma visão do panorama nas 27 Unidades da Federação.

No que tange à cartografia do risco, até 2024, o Serviço Geológico do Brasil mapeou 30,9% dos municípios brasileiros, com destaque para estados como Distrito Federal, Acre e Rondônia, que foram totalmente mapeados. Ademais, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo se sobressaem como as Unidades da Federação com o maior número de municípios mapeados. Contudo, a análise percentual revela que ainda há considerável avanço a ser realizado em Minas Gerais e São Paulo, pois ocupam, respectivamente, a 16ª e 19ª posições entre as Unidades da Federação.

A análise dos dados revela que os deslizamentos são os fenômenos geológicos predominantes nos setores de risco, seguidos por inundações e processos erosivos. Isso reforça a necessidade de políticas públicas e ações de prevenção focadas na mitigação desses riscos nas áreas afetadas.

O Serviço Geológico do Brasil concluiu as Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações de 1:25.000 das cidades do Brasil. Alguns estados, como o Distrito Federal, Rio de Janeiro e Espírito Santo, têm 100% de seus municípios mapeados, e outros, como Amapá, Santa Catarina e São Paulo apresentam uma porcentagem elevada de municípios cobertos.

Cabe ressaltar que os dados são exclusivamente oriundos das pesquisas realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil e demonstram que há um longo caminho a ser percorrido nas próximas décadas no mapeamento de desastres geológicos e hidrológicos no território nacional.

## REFERÊNCIAS

BITAR, O. Y. (Coord.) (2014). ISBN 978-85-09-00177-3. “*Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações -1:25.000: Nota Técnica Explicativa.*” São Paulo: IPT; Brasília, DF: CPRM, 2014 (Publicação IPT 3016).

BRASIL. (2012). “*Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC [...].*” Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm)>. Diário Oficial da União, Brasília. Acesso em: 11 jan. 2025.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. (2004). “*Treinamento de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações.*” Apostila de treinamento. Brasília: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES, IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. (2007). “*Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios.*” Brasília: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

LANA, J. C., JESUS, D., ANTONELLI, T. (Orgs.) (2021). “*Guia de Procedimentos Técnicos do Departamento de Gestão Territorial: Setorização de Áreas de Risco Geológico.*” Brasília: CPRM. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22262>>. Acesso em: 06 jan. 2025.

MACEDO, E. S., MIRANDOLA, F. A. (2018). Gestão de Riscos Geológicos. In: A. M. S. Oliveira, J. J. Monticeli (Eds.). “*Geologia de Engenharia e Ambiental*”, Vol. 3, p. 279-300. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental.

RIBEIRO, R. S. (2022) “*Atlas de riscos geológico e hidrológico do estado do Espírito Santo no período 2011-2020: resultados gerais*” in *Revista Geologia USP, Série Científica*, nº 4, Vol. 22, p. 3-22. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v22-192746. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/206995>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SGB – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2025). “*Prevenção de Desastres.*” Brasília: Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/prevencao-de-desastres>>. Acesso em: 03 fev. 2025.