



Diogo Rodrigues A. da
Silva, Tiago Antonelli

Proposição de Cartografias de Suscetibilidade e de Aptidão a Urbanização adaptadas ao contexto do estado de Santa Catarina

CARTA GEOTÉCNICA, SUSCETIBILIDADE, SANTA CATARINA (FOTO DO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE – SC)

PLANO DE TRABALHO

Sumário Executivo

Este projeto visa **desenvolver e aprimorar metodologias para a elaboração de cartas que subsidiem a gestão territorial em Santa Catarina, adaptando as técnicas existentes ao contexto geológico, geomorfológico e climático do estado.** Especificamente, serão produzidas 188 cartas de suscetibilidade – que identificarão áreas com maior propensão a riscos naturais – e 30 cartas de aptidão à urbanização – que mapearão as condições geotécnicas favoráveis ao desenvolvimento urbano. O projeto, com duração de 40 meses, contará com recursos provenientes do Governo do Estado de Santa Catarina, repassados ao SGB/CPRM por intermédio de uma Fundação, e envolverá uma equipe de 65 profissionais, distribuídos nacionalmente. Além disso, serão concedidas 5 bolsas de mestrado para aprofundar estudos correlatos, e os resultados serão apresentados em congressos nacionais e internacionais, além de serem publicados em periódicos científicos.

Objetivo

Desenvolver e aprimorar metodologias para elaboração de cartas de suscetibilidade para 188 municípios catarinenses e cartas geotécnicas de aptidão à urbanização para 30 municípios, considerando as particularidades geológicas, geomorfológicas e climáticas do estado de Santa Catarina.

Introdução

A crescente demanda por um planejamento territorial eficaz e a necessidade de mitigar riscos decorrentes de processos geológicos e climáticos evidenciam a importância de instrumentos precisos e atualizados para a gestão do território. Em Santa Catarina, muitos municípios ainda carecem de informações essenciais para a avaliação de riscos naturais e para o desenvolvimento urbano sustentável. Esse cenário não só limita a capacidade dos gestores públicos de atuar preventivamente, mas também expõe a população a riscos que podem ser minimizados com um planejamento adequado.

O presente projeto propõe o desenvolvimento e a atualização de metodologias para a elaboração de 188 cartas de suscetibilidade e 30 cartas de aptidão à urbanização, adaptadas especificamente às condições geológicas, geomorfológicas e climáticas do estado. Essa iniciativa traz ganhos significativos em diversas frentes: Aprimoramento Técnico do SGB/CPRM: Ao investir na modernização e no aprimoramento das técnicas de mapeamento e modelagem de riscos, o projeto permitirá que o SGB/CPRM fortaleça sua base de conhecimento e capacidade operacional. A incorporação de tecnologias avançadas, como sistemas de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto e algoritmos de aprendizado de máquina, garantirá maior precisão nos diagnósticos e na interpretação dos dados territoriais. Isso resultará em uma ferramenta robusta para a tomada de decisões, fundamentada em evidências científicas e adaptada à realidade local.

Benefícios para o Planejamento e a Gestão Territorial em Santa Catarina:

A disponibilização de 188 cartas de suscetibilidade proporcionará aos gestores municipais um mapeamento detalhado das áreas com maior propensão a riscos naturais, como deslizamentos, inundações e outros eventos extremos. Por outro lado, as 30 cartas de aptidão à urbanização identificarão as regiões com condições geotécnicas e ambientais favoráveis para o desenvolvimento urbano. Esses produtos serão essenciais para:

Redução de Riscos: Ao identificar e delimitar áreas de risco, os municípios poderão implementar medidas preventivas e políticas públicas de mitigação, reduzindo os impactos de desastres naturais.

Otimização do Uso do Solo: Com informações precisas sobre a aptidão do terreno, os planejadores urbanos poderão orientar o crescimento da cidade, promovendo um desenvolvimento ordenado e sustentável.

Atração de Investimentos: A clareza e a confiabilidade dos dados gerados aumentarão a segurança jurídica e técnica para investidores e para o setor público, incentivando investimentos em infraestrutura e desenvolvimento regional.

Integração Interinstitucional: O projeto fortalecerá a articulação entre órgãos estaduais e municipais, promovendo um ambiente colaborativo e a troca de informações que potencializará a eficácia das ações de gestão territorial.

Impacto na Formação Acadêmica e Científica: A concessão de cinco bolsas de mestrado e a divulgação dos resultados em congressos nacionais e internacionais não apenas contribuirão para o avanço do conhecimento científico, mas também para a capacitação de novos profissionais na área

de geociências. Essa sinergia entre pesquisa aplicada e ensino superior ampliará a capacidade de inovação do SGB/CPRM e reforçará o papel do estado como referência em estudos de risco e planejamento urbano.

Em suma, o projeto se apresenta como uma resposta estratégica às necessidades atuais de Santa Catarina, promovendo um avanço substancial na gestão de riscos e na otimização do uso do solo. Ao integrar tecnologias modernas e práticas inovadoras, o projeto não só aprimora a atuação do SGB/CPRM, como também oferece aos municípios ferramentas indispensáveis para a construção de um futuro mais seguro e sustentável.

Metodologia

O desenvolvimento das **188 cartas de suscetibilidade** e das **30 cartas de aptidão à urbanização** será conduzido por meio de uma abordagem integrada e multidisciplinar, que combina técnicas tradicionais e tecnologias inovadoras. Essa metodologia está estruturada em etapas inter-relacionadas, garantindo a robustez, a confiabilidade e a aplicabilidade dos resultados para a gestão territorial em Santa Catarina. A seguir, detalha-se cada uma das fases do processo:

1. Levantamento e Análise de Dados

1.1 Coleta de Dados Primários e Secundários

Fontes Documentais e Históricas: Reunião de dados existentes junto ao SGB, CPRM, IBGE, e outros órgãos estaduais e municipais, que incluem mapas geológicos, topográficos, pluviométricos e registros de ocorrências de desastres naturais.

Sensoriamento Remoto e Imagens Satelitais: Aquisição de dados por meio de imagens de alta resolução (satélites, drones) para identificar características do relevo, uso do solo e eventuais alterações ambientais.

Dados Climáticos e Hidrológicos: Integração de informações sobre padrões pluviométricos, eventos extremos e séries históricas climáticas, essenciais para a análise de variabilidade e riscos.

1.2 Análise e Tratamento dos Dados

Processamento Digital: Utilização de softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para georreferenciamento e padronização dos dados coletados.

Integração Multicamada: Combinação de diferentes camadas de informação (geológica, geomorfológica, climática e hidrológica) para uma visão holística do território.

Verificação e Validação Inicial: Cruzamento dos dados coletados com informações históricas e estudos anteriores para identificar inconsistências e estabelecer uma base de dados confiável.

2. Desenvolvimento dos Critérios Metodológicos

2.1 Definição dos Parâmetros de Risco e Aptidão

Indicadores Geológicos e Geomorfológicos: Seleção de indicadores como tipos de rochas, presença de falhas e zonas de intemperismo, que influenciam a suscetibilidade do solo a deslizamentos e instabilidades.

Parâmetros Climáticos: Estabelecimento de critérios relacionados à intensidade e periodicidade das chuvas, eventos extremos e variabilidade dos ciclos hidrológicos.

Indicadores de Aptidão à Urbanização: Definição de parâmetros que considerem não só a estabilidade do solo, mas

também fatores ambientais e de infraestrutura, essenciais para orientar a expansão urbana de forma sustentável.

2.2 Desenvolvimento de Modelos Preditivos e Algoritmos

Modelagem Estatística e de Machine Learning: Aplicação de algoritmos como Random Forest, Redes Neurais e Análise de Componentes Principais para correlacionar os dados e prever áreas de risco e aptidão. Esses modelos serão treinados e calibrados com base em dados históricos e estudos de caso.

Simulações e Cenários: Realização de simulações que considerem diferentes cenários climáticos e geotécnicos, permitindo a avaliação da sensibilidade dos parâmetros definidos e a adaptação dos modelos conforme novas informações.

3. Testes, Validação e Ajustes Metodológicos

3.1 Estudos-Piloto e Análises de Campo

Implementação de Estudos-Piloto: Seleção de municípios representativos para a aplicação inicial dos modelos e metodologias desenvolvidas, possibilitando a identificação de eventuais lacunas e a necessidade de ajustes.

Coleta de Dados de Campo: Execução de campanhas de levantamento em campo para validar as hipóteses dos modelos, utilizando.

Feedback Interdisciplinar: Envolvimento de especialistas (geólogos, geógrafos) na análise dos resultados preliminares, promovendo debates técnicos e a revisão dos critérios metodológicos.

3.2 Validação e Calibração dos Modelos

Análise Estatística dos Resultados: Utilização de métricas estatísticas (acurácia, sensibilidade, especificidade) para avaliar o desempenho dos modelos preditivos.

Ajustes e Refinamentos: Realização de ciclos iterativos de calibração, nos quais os modelos serão ajustados com base no feedback dos estudos-piloto e nos resultados dos testes de campo, garantindo a máxima confiabilidade das cartas produzidas.

4. Elaboração e Produção dos Produtos Finais

4.1 Criação das Cartas de Suscetibilidade

Mapeamento Detalhado: Utilização dos modelos validados para a produção dos mapas de suscetibilidade, que identificarão áreas de maior suscetibilidade a deslizamentos, inundações e instabilidade do solo.

Análise Espacial e Temporal: Incorporação de análises temporais para avaliar como os riscos podem variar ao longo do tempo, considerando mudanças climáticas e atividades antropogênicas.

4.2 Criação das Cartas de Aptidão à Urbanização

Definição das Zonas de Aptidão: Mapeamento das áreas com condições geotécnicas e ambientais favoráveis para o desenvolvimento urbano, considerando fatores como estabilidade do solo, acessibilidade e infraestrutura existente.

Integração com Planejamento Urbano: Desenvolvimento de diretrizes e recomendações para os gestores municipais, a fim de orientar políticas públicas e investimentos em infraestrutura.

5. Disseminação, Publicação e Implementação dos Resultados

5.1 Divulgação e Compartilhamento dos Resultados

Publicação Científica: Elaboração de artigos e relatórios técnicos para publicação em periódicos especializados e apresentação em congressos nacionais e internacionais.

Workshops e Treinamentos: Organização de eventos técnicos e workshops para capacitar profissionais do SGB/CPRM e de órgãos municipais na utilização dos produtos e metodologias desenvolvidas.

Plataforma de Acesso Aberto: Criação de uma plataforma digital que disponibilize as cartas e os dados integrados, promovendo o acesso e a transparência das informações para gestores públicos e para a comunidade acadêmica.

5.2 Monitoramento e Atualização Contínua

Feedback dos Usuários: Estabelecimento de mecanismos de monitoramento e avaliação da eficácia dos mapas e diretrizes, permitindo ajustes futuros com base no uso prático e nas necessidades emergentes dos municípios.

Integração de Novos Dados: Planejamento para a incorporação contínua de novos dados e tecnologias, garantindo que as metodologias permaneçam atualizadas e adaptáveis às mudanças ambientais e urbanas.

Esta abordagem metodológica, fundamentada em práticas inovadoras e na integração de múltiplas fontes de dados, assegura que os produtos finais – as cartas de suscetibilidade e de aptidão à urbanização – sejam ferramentas precisas e robustas. Elas serão essenciais para orientar o planejamento urbano, a mitigação de riscos e a implementação de políticas públicas voltadas à segurança e ao desenvolvimento sustentável em Santa Catarina.

Área do Trabalho

O estudo abrangerá todo o estado de Santa Catarina, focando nos 188 municípios que ainda não possuem cartas de suscetibilidade e em 30 municípios selecionados para a elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização.

Equipe

A equipe será composta por 65 profissionais, entre geólogos e geógrafos do Departamento de Gestão Territorial, alocados em diferentes regiões do país, garantindo uma abordagem multidisciplinar e colaborativa. Adicionalmente serão contratados profissionais via fundação, vinculados a Universidade, além de bolsistas externos ao quadro do SGB que auxiliarão nos desenvolvimentos metodológicos.

Fundamentos Teóricos

1. Introdução aos Fundamentos Geológicos e Geomorfológicos
A compreensão dos processos geológicos e geomorfológicos é essencial para a elaboração de cartas de suscetibilidade e de aptidão à urbanização. Estes processos definem a evolução do relevo e a dinâmica dos materiais que compõem a superfície terrestre. Estudos clássicos, como os de Cartwright (1999) e Moraes et al. (2007), evidenciam que a análise dos litotipos, estruturas geológicas e processos erosivos é indispensável para identificar áreas de maior vulnerabilidade e estabilidade.

1.1 Processos Geomorfológicos

Erosão e Intemperismo: A ação dos agentes atmosféricos e hídricos na alteração da paisagem é abordada em profundidade

por Costa (2003), mostrando como essas dinâmicas podem influenciar a suscetibilidade do solo a processos de deslizamento.

Modelagem do Relevo: A utilização de técnicas de modelagem digital do relevo (MDR) permite a identificação de áreas sujeitas a instabilidades, como demonstrado por Fernandes et al. (2014).

2. Aspectos Climáticos e sua Influência na Geotecnia.

O clima exerce um papel fundamental na dinâmica dos solos e na estabilidade das encostas. A variabilidade climática, que inclui a intensidade e a periodicidade das chuvas, impacta diretamente a infiltração de água e a mobilização de sedimentos. Estudos de Pires et al. (2012) destacam a importância da integração de dados pluviométricos e de umidade do solo na elaboração de mapas de risco.

2.1 Variabilidade Climática

Ciclos Hidrológicos e Impacto no Solo: A análise de padrões pluviométricos em Santa Catarina, conforme relatado por Lima e Carvalho (2016), evidencia a necessidade de considerar os períodos de chuva intensa e os eventos extremos para a elaboração das cartas.

Mudanças Climáticas: A influência das mudanças climáticas na frequência de eventos extremos, conforme abordado por Souza e Andrade (2018), reforça a importância de metodologias que sejam dinâmicas e possam ser atualizadas com base em novas projeções climáticas.

3. Técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG

Aquisição e Processamento de Dados: A utilização de imagens de satélite e drones para a coleta de dados de alta resolução, conforme descrito por Oliveira et al. (2015), permite a identificação de características geomorfológicas e anomalias que podem indicar potenciais áreas suscetíveis.

Análise Espacial: A aplicação de ferramentas SIG na modelagem de suscetibilidade, abordada por Moreira e Lopes (2017), possibilita a sobreposição de diferentes camadas de informação (geológicas, climáticas, hidrológicas) para uma análise integrada.

3.2 Modelagem Estatística e de Machine Learning

Modelos Preditivos: O uso de técnicas estatísticas e algoritmos de aprendizado de máquina, como Random Forest e Redes Neurais, tem se mostrado eficaz na previsão de áreas de risco, conforme estudos recentes de Ferreira et al. (2020).

Validação e Calibração dos Modelos: A integração dos dados de campo e a calibração dos modelos teóricos são essenciais para garantir a confiabilidade das cartas de suscetibilidade, conforme ressaltado por Mendes e Ribeiro (2019).

4. Diretrizes Normativas e Referenciais Técnicos

A elaboração das cartas de suscetibilidade e de aptidão à urbanização deve estar alinhada com as diretrizes estabelecidas por órgãos nacionais e internacionais. Os manuais e normas fornecem parâmetros técnicos e metodológicos que garantem a padronização e a qualidade dos produtos finais.

5. Estudos de Caso e Pesquisas Relevantes

A revisão da literatura internacional e nacional revela diversas experiências exitosas na aplicação de metodologias similares, que podem ser adaptadas ao contexto catarinense. Exemplos de estudos de caso na América do Sul (González et al., 2014) e em países com realidades geológicas e climáticas semelhantes demonstram a eficácia de abordagens integradas para a avaliação do risco geotécnico.

6. Conclusão dos Fundamentos Teóricos

O aprofundamento dos fundamentos teóricos evidencia a necessidade de uma abordagem multidisciplinar que integre conhecimentos de geologia, geomorfologia, climatologia e tecnologias de mapeamento. Essa integração é essencial para o desenvolvimento de metodologias robustas e adaptáveis, que atendam às especificidades do território catarinense, contribuindo para a mitigação dos riscos e para o planejamento urbano sustentável.

Referências Adicionais Sugeridas

Custos de Execução do Projeto*

O projeto terá a Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC) com a instituição intermediadora, cujo o custo total de R\$7.400.000,00, distribuído da seguinte forma:

Despesas	Valor (R\$)
Pessoal - exceto bolsas de estudantes	R\$ 1.267.983,48
Pessoal - bolsas de estudantes	R\$ 438.000,00
Serviço de Terceiros (PF + PJ + Despesas Importação)	R\$ 50.000,00
Passagens	R\$ 660.000,00
Adiantamento de despesas (hotel, transporte, dentre outros)	R\$ 1.765.000,00
Material de Consumo Nacional	R\$ 302.740,00
Total de Despesas Correntes	R\$ 4.483.723,48
Equipamento e Mat. Perm. Nacional	R\$ 2.400.000,00
Total de Despesas de Capital	R\$ 2.400.000,00
Ressarcimentos (taxa FEESC)	R\$ 516.276,52
Total Geral (sem ressarcimento)	R\$ 516.276,52
Total Geral (com ressarcimento)	R\$ 7.400.000,00

No Anexo I, estão detalhadas todas as despesas previstas no projeto.

Produtos

1. **Cartas de Suscetibilidade e Aptidão à Urbanização**
Desenvolvimento de 188 cartas de suscetibilidade e 30 cartas de aptidão à urbanização, utilizando uma metodologia inovadora que integra análises tradicionais e tecnológicas avançadas.

- Aspectos Inovadores:
 - Inovação Metodológica: Integração de dados históricos, sensoriamento remoto, análises geológicas e climáticas para uma visão holística do território.
 - Machine Learning: Aplicação de algoritmos (Random Forest, Redes Neurais, Análise de Componentes Principais) para a modelagem preditiva de riscos e potencial urbano, com ciclos iterativos de calibração.
 - Mudanças Climáticas: Incorporação de séries históricas e projeções climáticas para identificar tendências, avaliar impactos e antecipar alterações nos padrões de risco ao longo do tempo.

2. Plataforma Digital e Banco de Dados Integrado

Criação de uma interface digital de acesso aberto que disponibilize as cartas, os dados integrados e as análises realizadas para gestores públicos e a comunidade acadêmica.

- Diferenciais:
 - Centralização de informações provenientes de múltiplas fontes (documentos históricos, imagens de satélite, dados climáticos e geológicos).
 - Atualizações contínuas por meio da integração de novos dados, garantindo a relevância dos modelos preditivos diante das mudanças climáticas e dinâmicas urbanas.

3. Relatórios Técnicos, Publicações Científicas e Eventos de Capacitação

Elaboração de documentos detalhados que apresentam a metodologia inovadora, os modelos de machine learning e as análises de impactos climáticos, além de publicações e apresentações em congressos.

- Atividades:
 - Relatórios técnicos que documentem todas as etapas do processo, evidenciando a integração dos aspectos inovadores, das técnicas de machine learning e das análises climáticas.
 - Publicações científicas para divulgação dos avanços metodológicos e resultados obtidos.
 - Organização de workshops, seminários e treinamentos voltados para a capacitação dos profissionais do SGB/CPRM e de órgãos municipais, garantindo a transferência de conhecimento e a aplicação prática dos resultados.
 - profissionais do SGB/CPRM e de órgãos municipais, garantindo a transferência de conhecimento e a aplicação prática dos resultados.

Cronograma de Desembolso

O cronograma de desembolso será realizado por parcelas, conforme segue no quadro abaixo:

Ano	Parcela/mês	Valor (R\$)	Valor Total/ano (R\$)
2025	1ª/mês 01	R\$ 1.110.000,00	R\$ 2.590.000,00
	2ª/mês 07	R\$ 1.480.000,00	
2026	3ª/mês 11	R\$ 1.110.000,00	R\$ 2.590.000,00
	4ª/mês 15	R\$ 740.000,00	
	5ª/mês 19	R\$ 740.000,00	
2027	6ª/mês 23	R\$ 370.000,00	R\$ 1.850.000,00
	7ª/mês 26	R\$ 740.000,00	
	8ª/mês 31	R\$ 740.000,00	
2028	9ª/mês 36	R\$ 370.000,00	R\$ 370.000,00
	sem parcela/mês 40	-	
TOTAL			R\$ 7.400.000,00

Cronograma do Projeto

O Cronograma resumido do projeto segue no quadro abaixo:

Semestre	Atividade
1º Semestre	Levantamento de dados geológicos, geomorfológicos e climáticos. Desenvolvimento e teste de critérios metodológicos. Aplicação das metodologias em municípios piloto e ajustes conforme necessidade.
2º Semestre	Produção e entrega das primeiras Cartas de Suscetibilidade e Aptidão adaptas ao contexto de Santa Catarina.
3º Semestre	Seguimento dos avanços metodológicos, continuidade no desenvolvimento de inovações nos projetos e continuidade das entregas das cartas.
4º Semestre	Seguimento dos avanços metodológicos, continuidade no desenvolvimento de inovações nos projetos e continuidade das entregas das cartas.
5º Semestre	Seguimento dos avanços metodológicos, continuidade no desenvolvimento de inovações nos projetos e continuidade das entregas das cartas.
6º Semestre	Validação final dos produtos, divulgação dos resultados em congressos, publicações científicas e realizações de workshops e seminários com a comunidade de Santa Catarina para difusão dos resultados do conhecimento gerado durante o projeto.

Detalhamento das entregas vinculadas ao repasse financeiro

Os repasses financeiros do Estado de Santa Catarina para a fundação intermediadora do projeto se dará mediante a comprovação de entrega de Relatórios Técnicos acompanhados de cartas de Suscetibilidade e de Aptidão a Urbanização adaptadas ao contexto geológico/geomorfológico do estado de Santa Catarina, a serem elaboradas por parte do Serviço Geológico do Brasil, conforme quadro abaixo.

Foi considerado **Mai/2025** como um mês hipotético para início dos trabalhos.

Duração: 40 meses	Início: maio de 2025	Término: Agosto de 2028	
Cronograma de entregas/desembolso			
Mês	Entrega	Recurso	
		%	Valor (R\$)
Maio/2025 (mês 01)	Mobilização do SGB/Plano de Trabalho Detalhado	15%	R\$ 1.110.000,00
Novembro/2025 (mês 07)	Relatório Técnico com o status do projeto acompanhado de 15 Cartas de Suscetibilidade	20%	R\$ 1.480.000,00
Março/2026 (mês 11)	Relatório Técnico com o status do projeto acompanhado de 10 Cartas de Suscetibilidade	15%	R\$ 1.110.000,00
Julho/2026 (mês 15)	Relatório Técnico com o status do projeto acompanhado de 15 Cartas de Suscetibilidade	10%	R\$ 740.000,00
Novembro/2026 (mês 19)	Relatório Técnico com o status do projeto acompanhado de 20 Cartas de Suscetibilidade e 02 Cartas Geotécnicas de Aptidão	10%	R\$ 740.000,00
Março/2027 (mês 23)	30 Cartas de Suscetibilidade e 03 Cartas Geotécnicas de Aptidão + Workshop para municípios contemplados	5%	R\$ 370.000,00
Junho/2027 (mês 26)	Relatório Técnico com o status do projeto acompanhado de 20 Cartas de Suscetibilidade	10%	R\$ 740.000,00
Novembro/2027 (mês 31)	Relatório Técnico com o status do projeto acompanhado de 40 Cartas de Suscetibilidade e 05 Cartas Geotécnicas de Aptidão + Workshop para municípios contemplados	10%	R\$ 740.000,00
Abril/2028 (mês 36)	Relatório Técnico com o status do projeto acompanhado de 40 Cartas de Suscetibilidade e 20 Cartas Geotécnicas de Aptidão + Workshop para municípios contemplados.	5%	R\$ 370.000,00
Agosto/2028 (mês 40)	Relatório Final do Projeto + Evento de Encerramento	0%	R\$ -
TOTAL		100%	R\$ 7.400.000,00

Referências

Almeida, J. F. (2005). Geologia Estrutural: Fundamentos e Aplicações. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.

Cartwright, J. (1999). Processos Geológicos e suas Implicações na Engenharia. São Paulo: Editora Pioneira.

Costa, M. A. (2003). Geomorfologia e Riscos Naturais: Uma Abordagem Integrada. Florianópolis: UFSC.

CPRM. Manual Técnico de Cartografia Geotécnica. 2013.

Fernandes, L. et al. (2014). Modelagem Digital do Relevo: Aplicações e Desafios. Revista Brasileira de Geomática, 6(2), 123-138.

Ferreira, L. et al. (2020). Modelos Preditivos Aplicados à Geotécnica. Revista de Engenharia e Tecnologia.

González, M. et al. (2014). Estudo de Caso em Mapeamento de Riscos Naturais na América do Sul. Revista de Geociências.

IBGE. Normas Técnicas para Mapeamento Geológico. 2015.

Lima, R. F., & Carvalho, S. A. (2016). Impactos dos Padrões Pluviométricos no Desenvolvimento Urbano: Um Estudo no Sul do Brasil. Revista de Climatologia Aplicada, 8(1), 45-60.

Mendes, P., & Ribeiro, V. (2019). Validação de Modelos Preditivos para Mapas de Suscetibilidade: Metodologias e Aplicações. Anais do Simpósio Brasileiro de Geotecnologia.

Oliveira, G. et al. (2015). Sensoriamento Remoto e Análise Espacial na Gestão de Riscos Naturais. Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, 12(3), 89-102.

Pires, F. et al. (2012). Clima e Geotecnia: Uma Relação Complexa. Revista de Engenharia Civil, 22(4), 211-225.

Santos, R. et al. (2020). Análise de Risco Geotécnico no Brasil. Revista Brasileira de Geologia.

Souza, R. & Andrade, M. (2018). Mudanças Climáticas e Impactos no Planejamento Territorial: Desafios para o Século XXI. Rio de Janeiro: Editora FGV.