

A CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO DA GEOLOGIA NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA E OUTRAS FORMAÇÕES PARA A SOLUÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE DESLIZAMENTOS

Julie Catherine Siqueira Santana¹

Rita de Cássia Teixeira Assis²

julie-santana@outlook.com

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

Neste trabalho, discute-se sobre a importância dos conhecimentos de Geologia, adquiridos durante a graduação no curso de engenharia, no que se refere a ocorrências de deslizamentos. Nos últimos anos, devido ao alto índice pluviométrico, o número de ocorrências de deslizamentos cresceu constantemente, em diferentes localidades do país, com vítimas fatais e prejuízos de ordem social, ambiental e financeira. A Geologia estuda a origem, estrutura e transformações da terra. Dessa forma, ela consegue fornecer características e propriedades dos diversos tipos de solo existentes e que são geralmente usados na construção civil. Por consequência, cabe ao engenheiro acoplar seus conhecimentos dessa disciplina a outros conhecimentos, para que construções em áreas irregulares ou em terrenos com solo inadequado para moradia sejam evitadas, ou se necessário, reforçar a estrutura da construção para localidades com altos índices pluviométricos. Este trabalho investiga sobre a influência dos conhecimentos geológicos adquiridos pelo engenheiro ao longo da sua graduação, como forma de precaver situações de desestabilização do solo e como este é visto como adequado ou não adequado para receber uma estrutura.

PALAVRAS-CHAVES: Encostas, Desestabilização dos solos, índice pluviométrico.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileira ocorreu de forma intensa e desigual, levando grande parte da população menos favorecida a ocupar áreas impróprias para a moradia, que oferecem, por sua vez, riscos à vida, especialmente nas encostas e margens de rios. Como consequência, tem-se uma grande parte da população vulnerável (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

O deslizamento é uma grande quantidade de materiais sólidos, que deslizam por um terreno acidentado, inclinado. Isso ocorre quando uma porção de terra ou de

¹ Acadêmica do 6º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX

² Engenheira Civil. Especialista em Docência do Ensino Superior e Estruturas de Concreto Armado. Mestranda em Ambiente Construído. Professora da Faculdade Vértix Trirriense– UNIVÉRTIX

material sólido de grande volume se separa da cama que fica sob ela e com a atuação da força da gravidade, causa o movimento de desmoronamento (BRITTANICA ESCOLA, 2020).

Highland (2008), afirma que o crescimento populacional pode ser limitado em sua expansão geográfica, exceto na ocupação de áreas remotas, íngremes ou instáveis. Sugere-se, veementemente, que, quando possível, seja buscada a assistência de pessoas com experiências e sucessos na estabilização de taludes instáveis, antes que qualquer ação seja tomada.

Dessa forma, é correto afirmar que o responsável por essa assistência tenha seus conhecimentos apurados e sempre atualizados, para que seja capaz de interpretar a linguagem técnica, os métodos geológicos, conhecer a influência da geologia no projeto, o impacto da obra no ambiente, previsão de alterações ao longo do tempo, principalmente na análise de grandes obras, barragens, pontes, túneis, obras portuárias e outras infinidades (Higland, 2008). Para atingir esses objetivos, são necessários conhecimentos da natureza aliados a cálculos, para que assim, seja possível evitar e reconhecer locais que possam causar acidentes futuros.

É válido frisar que, mesmo que ações antrópicas sejam as principais causas para diminuição da estabilidade de encostas, eventos como deslizamentos podem ocorrer por causas naturais, sem a influência humana. Assim, além da realização de obras geotécnicas que aumentem a segurança nas áreas de encostas ocupadas e ações que retirem a população de áreas sem condições de habitação, é importante que existam sistemas que informem o risco iminente de deslizamentos a que a população está submetida (SANTOS, 2019). Nesses casos, não há mais interferências estruturais viáveis que possam ser executadas. A prevenção e os sistemas de monitoramento tornam-se importantes ferramentas para a diminuição dos danos causados.

O tema abordado torna-se importante por se tratar de um tema atual. Traz a globalização e como consequência o aumento desenfreado de construções de riscos em terrenos íngremes. O tema foi selecionado após uma proposta sobre assuntos atuais que englobam a Geologia, porém adaptadas para o engenheiro civil.

Por consequência, trata-se de mostrar a relevância de enfatizar que o aperfeiçoamento na área de geologia e ademais, a correlação da engenharia com outras áreas pode ser fundamental para o surgimento de novas tecnológicas, novos profissionais e maiores capacitações, atendendo a demanda da sociedade, que se torna maior e sofre a cada mudança climática.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Movimento das massas

O relevo terrestre está e sempre esteve sob constante remodelação. Essas alterações podem ser provocadas tanto pela dinâmica natural do planeta quanto por ações antrópicas. Movimentos de massa são fenômenos que fazem parte dessa dinâmica. Eles estão relacionados a condicionantes geológicos e geomorfológicos, aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação e a ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo (TOMINAGA, 2007). A capacidade de transformar a superfície terrestre, os danos materiais e as mortes causadas fazem com que esse tópico seja alvo de estudo de diversos autores em todo o mundo.

Sendo o proposto por Varnes (1978), o sistema de classificação mais aceito internacionalmente, considerado inclusive como oficial pela IAEG (*International Association of Engineering Geology and the Environment*). Nesse sistema, os movimentos de massa são subdivididos de acordo com os tipos de material (solo ou rocha) e os tipos de movimento (quedas, deslizamentos/escorregamentos, expansões laterais, tombamentos, corridas/ escoamentos e complexos). A tabela 2.0 apresenta resumo da classificação de movimento de massa Varnes (1978).

TABELA 2.0 - Classificação de movimentos de massa segundo Varnes (1978).

Fonte: (Manual de Defesa Civil, 2009)

TIPOS DE MOVIMENTO	Tipo de Material		
	Rocha	Solos	
		Predominantemente Grosso	Predominantemente Fino
Quedas	Quedas de Blocos	Queda de Detritos	Queda de Solo
Tombamentos	De rochas	De Detritos	De Solo
			Rotacionais de Solo

Deslizamentos (Escorregamento)	Rotacionais de Rochas	Rotacionais de rocha e solo	
	Translacionais de Rocha	Translacionais de Rocha e Solo	Translacionais de Solo
Expansões Laterais	De rochas	De Detritos	De Solo
Corridas (Escoamento)	Rastejo de Rocha (Creep)	Rastejos e Corridas	
Complexos	Combinação de dois ou mais tipos de movimentos		

2.2 Principais causas para o movimento das massas

Diversos fatores podem ser apontados como causas para movimentos de massa. Dentre as diversas causas apontadas por Varnes (1978), podemos destacar as seguintes como mais frequentes no Brasil: elevação do nível d'água no solo, trincas de tração ou em descontinuidades, diminuição da coesão aparente por perda de sucção causada por aumento do grau de saturação, mudanças na geometria da encosta, aplicação de sobrecargas, remoção da vegetação aumentando a erosão superficial e perdendo o efeito estabilizante das raízes profundas. Principais exemplos de cada tipo de causa são apresentados na tabela 2.1

TABELA 2.1 Principais exemplos de cada tipo de causa são apresentados.

Fonte: Modificada de Guidicini e Nieble (1984)

TIPOS DE CAUSAS	Exemplos
INTERNAS	Oscilações Térmicas, Elevação do nível d'água, redução dos parâmetros de resistência ao cisalhamento ao intemperismo
EXTERNAS	Aumento da inclinação do talude, Corte próximo ao pé, Sobrecarga na crista, Efeitos Sísmicos
INTERMEDIÁRIAS	Rebaixamento rápido do lençol freático, Erosão Subterrânea retrogressiva (piping), liquefação, elevação da coluna d' água em trincas e descontinuidades.

--	--

Segundo Fernandes e Amaral (1996), tanto precipitações anômalas de alta intensidade quanto as de baixa intensidade, mas contínuas podem contribuir para deflagrar escorregamento. O autor defende que movimentos de massa superficiais dependem da intensidade e da duração da chuva em períodos curtos, enquanto movimentos de massa profundos estão relacionados a pluviometria acumulada de vários dias antecedentes

2.3 Conceito de Desastre

Segundo a Política Nacional de Defesa Civil (2007) desastre é “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”.

2.4 O Papel dos profissionais engenheiros em correlação a outros profissionais diante este acontecimento

As etapas de prevenção e preparação se dão antes do desastre. Durante esse período, as ações visam prevenir os desastres que podem ser evitados e preparar a sociedade para o impacto. Essa fase é de fundamental importância pois é durante ela que são elaboradas políticas públicas como plano diretores, zoneamentos ambientais e legislações, além de projetos de engenharia e análises de risco. Quanto maior o investimento nesta fase, menores a probabilidades de danos (MARCELINO, 2008).

Durante os momentos que precedem o impacto, é importante frisar a importância dos sistemas de previsão meteorológica, geodinâmica e hidrológica e de alerta. O papel do profissional, engenheiro é solucionar, criar ou saber o funcionamento adequado desses sistemas, para formar base sólida para que o Estado possa declarar oficialmente a iminente ocorrência de um desastre, dando início assim as ações planejadas para diminuição das perdas, principalmente as de vidas.

Para evitar o agravamento da situação, é necessária uma evolução do ponto de visto ético e moral e não somente científico e tecnológico, já que a maioria das

mudanças climáticas, as chuvas em excesso ou a má drenagem desse resíduo causa os problemas citados acima.

Santos (2019) chama a atenção para o uso equivocado do termo “desastres naturais” para se referir a esses fenômenos urbanos.

“Os desastres naturais são aqueles sobre os quais os homens não podem interferir. São os casos, por exemplo, de maremotos e vulcanismos. Mas as enchentes e deslizamentos são fenômenos diretamente ligados à ação do homem”.

3. METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de um estudo aplicando o procedimento de revisão bibliográfica, onde foram utilizados artigos pesquisados nas plataformas: Periódicos Capes, Scielo, Anais do Fórum Acadêmico da Faculdade Vértice e outras bases referenciadas neste estudo. “A Revisão Bibliográfica é parte de um projeto de pesquisa, que revela explicitamente o universo de contribuições científicas de autores sobre um tema específico.” (SANTOS e CANDELORO, 2006, p. 43).

Aqui, na forma de uma revisão bibliográfica, se debruça sobre o trabalho de outros autores que abordaram as principais dificuldades dos geólogos, engenheiros e órgãos responsáveis para enumerar e arrumar formas de prevenção que envolve entre si conceitos técnicos e sociais, analisando a natureza geral do problema, como forma de justificar a importância da implementação de uma nova metodologia, mais tecnológica e acessível aos diversos níveis sociais, que possa ser usada como forma de mitigar os altos índices de acidentes.

Este trabalho foi desenvolvido em pesquisas teóricas, entretanto índices da defesa civil, bombeiros e notícias de chuvas por meio de jornais e dados técnicos também foram analisados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), mais de 8 milhões de pessoas viviam em áreas com risco potencial de enchentes e deslizamentos de terra, em 2010, em 872 municípios no país. Foi o que revelou o estudo inédito sobre população em áreas de risco no Brasil. Resultado de um acordo

de cooperação técnica assinado em 2013 entre o IBGE e Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN).

Metodologia inédita permitiu estimar população exposta em 27.660 áreas de risco de deslizamentos, inundações e enxurradas, em 872 municípios brasileiros. A base detalhada de dados sobre a população brasileira exposta em áreas de risco de desastres foi o resultado de cooperação técnica entre o Cemaden e o IBGE. Nos 872 municípios avaliados, foram estimadas que 8.270.127 pessoas e 2.471.349 domicílios estavam expostos aos riscos de desastres de origem hidrometeorológica em 2010.

“O levantamento da população em áreas de risco foi feito a partir da associação, de forma inédita, de informações do Censo Demográfico 2010 do IBGE às áreas de riscos monitoradas pelo Cemaden”, destacou Regina Alvalá, coordenadora do Acordo de Cooperação Técnica entre a parceria Cemaden e IBGE. Conforme destacado, também, pela coordenadora:

“esse avanço só foi possível a partir do trabalho desenvolvido em conjunto por especialistas em desastres e em dados demográficos, associado com a disponibilidade de bases de dados de mapeamentos de áreas de risco desenvolvido por instituições como o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), evidenciando a necessidade de esforços interinstitucionais para a gestão de riscos de desastres no Brasil” (CEMADEM, 2018).

Em suma a tudo que foi apresentado, tornamos evidente que com a boa relação entre os profissionais de inúmeras áreas da engenharia, geólogos, cientistas, podemos atribuir em resoluções de problema que se torna comum a cada ano que passa. O aumento da globalização, o crescimento de residências em áreas de risco, pode ser evitado. A sondagem do terreno, nos da informação sobre as instalações que podem ou não serem feitas naquele local.

Um exemplo prático de como profissionais de diversas áreas, podem contribuir para as melhorias é a invenção do Software. Chamada de Calamar, a ferramenta é a o primeiro produto desenvolvido pela unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) a ter patente registrada junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Desenvolvido por uma equipe do Cemaden vai auxiliar a detectar, previamente, ação de encostas e diminuir os impactos dos desastres naturais.

A ferramenta permite a visualização das camadas geológicas dos solos e, com isso, calcular limites que podem indicar a ocorrência de um desastre em determinada encosta. O sistema foi baseado em uma técnica de medição geoeletrica chamada sondagem vertical (SEV). É por meio dela que é possível visualizar as diferentes camadas do solo. Além disso, fornece dados complementares de condutividade hidráulica, um parâmetro utilizado para estudar a estabilidade das encostas.

Outro feito é a junção dos engenheiros, bombeiros, geólogos na criação de cartilhas de prevenção. Essas cartilhas contêm informações sobre o solo, dicas para quem mora em locais de risco, os números de emergenciais caso necessário. São de entendimento geral e simples, não se usa linguagem técnica, podendo ser usadas até por crianças. Essas cartilhas são adotadas pela defesa civil no estado de São Paulo como forma de conscientização pública.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há anos com a crescente globalização, o crescimento de desastres por construções irregulares e as alterações climáticas, deixam os números alarmantes quando o assunto é desestabilização do solo. Pouca ou nenhuma fiscalização por parte dos órgãos competentes antes do início dessas mudanças e construções, contribuem grandiosamente para o salto no número, em épocas de chuva.

De acordo com vários estudos analisados durante a escrita deste artigo, diversos autores concordam que a construção em encostas oferece risco ao meio ambiente e as populações que vivem em seu entorno. O deslocamento do grande volume de terra, materiais sólidos pesados, pode fazer que o tipo de acidente seja irreversível.

A solução apresentou ao público ideias diversas (SANTOS, 2019). Uma delas é a criação de uma sarjeta drenante, que funciona com uma caixa, com cerca de um metro de profundidade, para retenção e infiltração da água das chuvas. As calçadas com áreas verdes e árvores, na sua opinião, também deveriam ser incentivadas pelos governos municipais, por meio de concursos e até redução do IPTU para imóveis com

essas características. Ele também destacou a abundância na quantidade de água da chuva que poderia ser acumulada por reservatórios empresariais e domiciliares.

Por meio desse estudo, fica concluído que ainda é necessário muito estudo e consenso sobre o que deve ser feito para melhorar o cenário atual. Geólogos, Engenheiros, Cientistas, Geógrafos e outras profissões que consigam aderir conhecimento e somar forças, faz com cada vez mais seja dadas ideias, soluções e no final, ter uma diminuição no número de casos nessas ocorrências. O trabalho tem início na conscientização para evoluir na prática e seja possível chegar ao resultado satisfatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12264: **Sistema da gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro, 2004.

CEMADEN (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS): **Cemaden e IBGE lançam base de dados sobre população exposta em áreas de risco de desastres**. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/cemaden-e-ibge-lancam-base-de-dados-sobre-populacao-exposta-em-areas-de-risco-de-desastres/>

DESMORONAMENTO IN BRITANNICA ESCOLA. WEB 2020: **Artigo Desmoronamento**. Disponível em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/desmoronamento/481698>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. (1996) **Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica**. In Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B. (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Bertrand, Rio de Janeiro. pp. 123- 194

HIGHLAND, M.LYNN: **O manual de deslizamento um guia para a compreensão de deslizamentos**. Disponível em: https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Deslizamentos_M5DS_0.pdf. Acesso em: 22 de Abril de 2020

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA): **População em áreas de risco no Brasil, 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/21538-populacao-em-areas-de-risco-no-brasil.html?=&t=o-que-e>

MARCELINO, E. V. (2008). **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, RS.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2007). **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília. Disponível em:

<https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>. Acesso em 22 de Abril de 2020.

MINISTRO DAS CIDADES: **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas**. Disponível em: <http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/prevencaoariscos.pdf>. Acesso em: 22 de Abril de 2020.

SANTOS, S. ALVÁRO: **Geólogo discute na SBPC soluções para enchentes e deslizamentos no Brasil**. Disponível em: <http://www.sbpc.ufscar.br/news/geologo-discute-solucoes-para-enchentes-e-deslizamentos-no-brasil>

SANTOS, V. D.; CANDELORO, R. J. **Trabalhos Acadêmicos: Uma orientação para a pesquisa e normas técnicas**. Porto Alegre/RS: AGE Ltda, 2006. 149 p. Acesso em: 10 maio.2019.

TOMINAGA, L.K. (2007). **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP**. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, SP, pp. 62-70. UNISDR (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. Suíça. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18102007-155204/pt-br.php>. Acesso em 22 de Abril de 2020

VARANDA, E. (2006). **Mapeamento Quantitativo de Risco de Escorregamentos para o 1º Distrito de Petrópolis/RJ Utilizando Sistema de Informações Geográficas**. Dissertação de Mestrado, COOPE, UFRJ, Rio de Janeiro

VARNES, D. J. (1958), *Landslide types and processes*, in *Eckel, E., ed., Landslides and Engineering Practice*: Washington, D. C., Highway Research Board Special Report 29, p. 20-47.

VARNES, D. J. (1978), **Slope Movement Types and Processes. Landslides Analysis and Control**, WASHINGTON , D. C., National Academy of Sciences, pp.11-33.