

ANTÔNIO CLÁUDIO ANDRADE BRUM
EDUARDO ALMEIDA VENEROSO
EDUARDO TADEU POSSAS VAZ DE MELLO
LAÍS EMANUELE SOUZA
ISABELLA FILIPE

PERÍCIA DE ENGENHARIA PARA ANÁLISE DE DESLIZAMENTO DE TALUDE URBANO

Trabalho de Perícia

Goiânia/GO
2021

**XXI COBREAP- CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS - IBAPE/GO**

**PERÍCIA DE ENGENHARIA PARA ANÁLISE DE DESLIZAMENTO DE TALUDE
URBANO**

RESUMO

A área de estudo geotécnico, como a de estabilidade de taludes, depende de uma série de fatores que não podem ser desprezados quando avaliado a estabilidade de estruturas geotécnicas, dentre eles a geologia, a topografia, os parâmetros do solo, o clima, além de ações humanas. Nesse contexto, o presente artigo possui o objetivo de analisar a (s) causa (s) do deslizamento, ocorrido em janeiro de 2020, do talude existente nos fundos da empresa A, a qual situa-se em Belo Horizonte/MG e detém divisa com outros nove imóveis. Essa análise será embasada na literatura sobre o tema e nas diretrizes estabelecidas pelas normas ABNT NBR 13752/1996, ABNT NBR 11682/2009 e ABNT NBR 6484/2001. A metodologia empregada considera a realização de vistoria no local do deslizamento e nos imóveis confrontantes, o estudo da documentação (laudos, relatórios de órgãos públicos, etc.) preexistente sobre o taludo e os imóveis em questão.

Palavras chave: Estabilidade de Taludes; Deslizamento; Perícia.

1. INTRODUÇÃO

Estruturas de contenção de taludes são projetadas para prevenir o desequilíbrio natural do maciço rochoso e do solo, ou projetado quando esse equilíbrio é alterado devido a deformações ou até mesmo o colapso da estrutura. Sendo assim, essas estruturas têm por objetivo suportar os empuxos do material a ser contido, resistir a cargas estruturais e qualquer outro esforço proveniente de estruturas vizinhas, garantindo a segurança nos taludes e a integridade da vizinhança.

Para isso, aspectos como os perfis topográficos, o perfil e parâmetros do solo, além da probabilidade de escorregamento tendo em vista o tipo de solo da região, devem ser estudados e avaliados previamente, proporcionando conhecimento do terreno para cálculo e implantação da obra civil, a fim de que ela não ceda futuramente, visto que atualmente é comum encontrar casos de sinistros devido a inconformidade de obras com as Normas ou em relação a falta de informações prévias sobre as estruturas do seu entorno.

Sabe-se que, com o avanço da tecnologia é possível construir edificações de grande porte que exigem fundações especiais além de grandes escavações e movimentações de terra capazes de sustentar empreendimentos modernos. Dito isso, a implantação de uma nova edificação acarreta em perturbações no equilíbrio natural da região, que vai desde a movimentação de veículos e equipamentos pesados até a execução de obras de contenção e fundações propriamente dita. No entanto, deve-se ressaltar que muitos sinistros são provocados por obras pequenas por acabarem não tomando os cuidados necessários pelos profissionais, ou até mesmo pela falta de um profissional especializado atuando na obra. É o caso comum de escavações ou aterros executados sem os devidos cuidados, ocasionando em deslizamentos (MARCELLI, 2007).

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo verificar as causas do deslizamento do talude existente nos fundos de uma empresa que faz divisa com os lotes de imóveis residenciais confrontantes. Essa verificação foi realizada por meio de vistoria e identificação da atual condição do talude da empresa e dos imóveis atingidos pelo deslizamento, foi necessário também a análise criteriosa de todas as informações documentais referentes às condições do local antes e após o sinistro. Para além disso, o estudo traz como contribuição a importância da realização de vistorias em estruturas geotécnicas, como em taludes, com o intuito de prevenção de sinistros. em consequente, o artigo aborda a relevância de estudos multidisciplinares, como por exemplo a utilização de drones para auxiliar no monitoramento de perícias, ou até mesmo na tomada de decisões de profissionais.

Assim exposto, neste tópico serão apresentados a contextualização sobre taludes e contenções, principais normas técnicas para contenção de taludes, parâmetros e sondagem do solo para estabilidade de taludes, além de histórico de estudos envolvendo sinistros de contenção.

1.1 Contextualização sobre taludes e contenções

Segundo Loturco (2004), o talude é um plano de terreno inclinado que limita a superfície de um maciço de rocha ou de solo. Além disso, ele pode ser entendido como a própria inclinação na face lateral de uma formação geológica, seja ela natural ou artificial. Os taludes são classificados em naturais e artificiais.

A formação de um talude natural, geralmente chamado de encosta, é originada a partir de intempéries ou da ação geológica. O declive é constituído por solo residual e/ou solo coluvionar. Os solos residuais permanecem no lugar em que foram originados, enquanto os coluvionares são resultados do transporte de materiais, sendo a gravidade o principal agente formador. Em relação à forma, os taludes naturais apresentam superfície plana ou curvilínea, com interferência do formato no fluxo preferencial de água superficial.

Os taludes artificiais são aqueles construídos pelo homem, resultantes de escavações, cortes em encostas ou lançamento de aterros. O talude de corte é aquele que se formou a partir de um processo de corte, ou seja, de retirada de material. Já o talude de aterro é fruto da deposição de massas de solo com características específicas do projeto, com possibilidade de utilização de serviços de compactação em determinados casos. Além disso podem estar situados em minas a céu aberto, laterais de ruas e estradas, barragens de reservatório de água, escavações de valas para assentamento de tubulações e, ainda, fundos de casas edificadas em terrenos em alicive ou declive.

Então, quais são as diferenças e semelhanças entre eles?

Tanto os taludes naturais quanto os artificiais são compostos pelas seguintes partes:

- crista — a parte mais alta do talude;
- pé — a parte mais baixa;
- altura do talude (H) — a diferença de cota entre o pé e a crista;
- ângulo de inclinação — ângulo formado entre a horizontal e a reta média entre o pé e a crista;
- maciço ou corpo — a parte interna do talude, cuja constituição é estudada por engenheiros e geólogos, no que diz respeito ao tipo de material (rocha, argila, areia, silte, etc.) e suas propriedades (limite de plasticidade, coesão, etc.);
- rede de percolação — a trajetória que a água percorre no maciço do talude. Essa rede é constituída de infiltrações de água próximas do talude e distantes (até muitos quilômetros) da estrutura;
- mina ou bica — afloramento de água do talude. A água infiltra no terreno, percola o maciço e aflora na superfície, geralmente no pé do talude.

Em relação às diferenças, podemos destacar o fato das características geotécnicas do solo compactado possuírem maior índice de certeza. Portanto, desde que a execução da obra seja feita de forma correta e controlada, seus cálculos de estabilidade tendem a ser mais precisos do que os de taludes naturais — que podem apresentar diversas incertezas quanto ao perfil geológico-geotécnico, principalmente se a investigação geotécnica for pobre ou inexistente.

Nos taludes em aterro, por exemplo, uma inclinação estável, sem nenhum tipo de intervenção, usualmente é de 1,5H:1V a 2H:1V, ou seja, 1,5 metros a 2 metros na horizontal para 1 metro na vertical. Este tipo de declive é muito comum na implantação de obras em região de divisa com áreas de preservação e córregos.

O talude de corte, por sua vez, tem uma inclinação média de 1H:1V, sendo que esses valores podem variar de acordo com o solo local. Sua adoção é muito comum em situações de divisa de imóvel, quando, por exemplo, deseja-se uma área de uso embaixo da escavação e há um limite de interferência dentro da propriedade vizinha.

Para evitar problemas é preciso dimensionar a inclinação do terreno. Para isso, é preciso contar com um profissional com conhecimento geotécnico sólido e realizar uma investigação do solo correta.

Na investigação geotécnica, avalia-se se o solo tem resistência para permanecer em segurança na geometria projetada e constata-se a necessidade de ajustar os sistemas de drenagem, inclinação, instalação de drenos profundos, ou mesmo realizar estabilizações com introdução de reforços. No que diz respeito ao segundo aspecto, é preciso verificar as possíveis interferências do lençol freático, tubulações de calha de casa sendo direcionadas para o talude, tubulações de esgoto com vazamento, presença de rios e esgoto, etc.

Com base nessas informações, é possível determinar para o especialista que está executando a obra qual inclinação é viável para o talude — seja ela mais suave ou mais inclinada.

Já em encostas nitidamente rochosas, as descontinuidades normalmente são os elementos que determinam a estabilidade do maciço rochoso quanto a queda de materiais pétreos. Por exemplo, é preciso saber o ângulo de mergulho das descontinuidades para analisar se um determinado talude estará ou não a favor da estabilidade.

Mesmo com as precauções citadas acima, todos os tipos de taludes estão suscetíveis às rupturas. Caso existam riscos eminentes, deve-se inicialmente fazer o isolamento da área para que qualquer dano humano seja evitado.

Em seguida, é preciso buscar um profissional geotécnico para determinar qual tipo de intervenção será necessária. Uma alternativa é o retaludamento, que proporciona estabilidade quando não há construções no local.

Quando não for possível reconformar a encosta somente com movimento de terra, seja pela existência de uma propriedade no local, pela falta de espaço ou pela grande movimentação de terra, deve-se investir em muros de contenção. Para esses casos, podem ser usados gabiões, tirantes e cortinas atirantadas, telas, blocos de concreto, muros de concreto armado, solo grampeado e solo grampeado verde, entre outras soluções.

O princípio de funcionamento das estruturas de contenção é o mesmo, independentemente do método. Todas promovem, ativa ou passivamente, resistência ao deslocamento de terra e ruptura ocasionados pelo corte.

A diferença principal diz respeito ao local de apoio de tais estruturas. Enquanto o muro de arrimo é um peso independente, que lança mão apenas da gravidade para funcionar, o método denominado solo grampeado e as cortinas atirantadas procuram a zona resistente para se fixarem, penetrando no mesmo solo que devem estabilizar.

Já em casos de aterros, tanto os métodos quanto as formas de execução podem ser diferenciados. Como a terra ainda será adicionada, é possível agir em todo o volume. O resultado é um solo com a matriz reforçada. É o caso da terra armada e do aterro reforçado.

Qualquer que seja o método, não se pode esquecer da proteção superficial e da drenagem. A proteção evita a erosão do terreno e a drenagem destina corretamente a água, diminuindo a pressão interna e o carreamento de partículas de solo.

1.1.1 Principais tipos de contenções para taludes

Figura 1 - Exemplos de contenção-Parte 01



Muro de pedra seca – A resistência desse sistema resulta do embricamento de pedras arrumadas manualmente. Necessita de blocos de dimensões regulares para garantir a estabilidade, reduzindo o atrito entre as pedras.

Aplicação: contenção de taludes de pequena altura, até cerca de 1,5 m

Vantagens: facilidade de construção, baixo custo e capacidade autodrenante
Cuidados: a base do muro deve ter espessura mínima de 0,5 m e estar apoiada em plano horizontal inferior ao do terreno a ser protegido

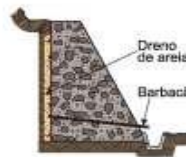


Muro de pedra argamassada – Semelhante ao muro de pedra seca, difere em relação aos vazios, que são preenchidos com argamassa de cimento e areia.

Aplicação: contenção de taludes de até 3 m

Vantagens: facilidade de construção e baixo custo

Cuidados: os mesmos do muro de pedra seca com a implantação de drenagem por barbacãs

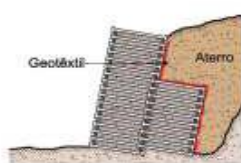


Muro de concreto ciclópio – Estrutura composta de concreto e agregados de grandes dimensões. A execução é simples: preenchimento de uma forma com concreto e blocos de rocha de dimensões variadas.

Aplicação: contenção de taludes superiores a 3 m

Vantagens: facilidade de construção e baixo custo em alturas reduzidas

Cuidados: execução de sistema de drenagem com barbacãs e dreno de areia



Muro de arrimo celular de peças pré-moldadas de concreto (crib-wall) – Sistema de peças de concreto encaixadas entre si formando "gaiolas" ou "fogueiras" preenchidas com terra ou blocos de rocha, seixos de maiores dimensões ou entulho. Surgiu como opção aos muros de pedra e é usado no Brasil desde os anos 30. Vem sendo cada vez menos empregado.

Aplicação: obras rodoviárias em áreas íngremes e locais pouco estáveis

Vantagens: facilidade de construção, baixo custo, capacidade de adaptação ao terreno e aceitação de pequenos recalques

Cuidados: exige bom terreno de fundação, drenagem e compactação cuidadosa do solo dentro da fogueira



Muro de arrimo de gabões – Formado por redes de aço zincado de malha hexagonal, são preenchidos por pedra de mão ou rachão. Os tipos mais comuns são os gabões-caixa, gabões-manta e gabões-saco.

Aplicação: muros de contenção, proteção de margens de cursos d'água, controle de erosão e obras de emergência

Vantagens: rapidez de construção, elevada permeabilidade, grande flexibilidade e aceitação de deslocamentos e deformações

Cuidados: regularização e nivelamento do terreno de fundação, boa arrumação das pedras e colocação de elemento de transição entre os gabões e o material a ser contido. Em áreas urbanas, sujeitas a vandalismo, deve-se proteger com a face externa com argamassa



Muro de arrimo de solo-cimento ensacado – Parte do princípio de que a mistura do cimento e do solo cria um material de melhores características, com maior resistência ao cisalhamento. O solo-cimento costuma ser acondicionado em sacos de aniação ou geossintéticos para facilitar a construção do muro.

Aplicação: muros de contenção, proteção superficial de taludes e de margens de cursos d'água, principalmente em obras emergenciais localizadas em áreas urbanas

Vantagens: facilidade e rapidez de execução, grande flexibilidade e baixo custo

Cuidados: seleção criteriosa do solo a ser utilizado na mistura

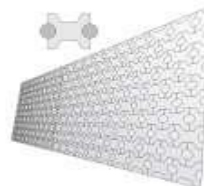


Muro de arrimo de "Bolsacreto" – Composto de formas têxteis flexíveis que são preenchidas por bombeamento com concreto fino, argamassa de cimento e areia e solo cimento injetável. O sistema pode ser empregado dentro ou fora d'água. As formas preenchidas transformam-se em grandes blocos.

Aplicação: contenção de taludes, proteção de margens e controle de erosão

Vantagens: rapidez de execução e versatilidade

Cuidados: uso de equipamento adequado para o preenchimento das formas



Muro de arrimo "Rimobloco" – Sistema que utiliza peças pré-moldadas de concreto não-armado em forma de duplo "T" e chumbadores com cerca de 3 m de comprimento. Trata-se de um muro articulado, formado por peças padronizadas e contido por chumbadores. A ideia é armar uma faixa de terra adjacente à face posterior do muro, fazendo com que o maciço funcione como um muro de gravidade.

Aplicação: contenções em corte e aterro

Vantagens: flexibilidade e custo reduzido

Cuidados: execução de sistema de drenagem na face interna do muro



Muro em "L" de concreto – Construído em concreto armado, torna possível a execução de seções transversais esbeltas. É comum construir a base do lado do maciço, de forma que o próprio peso da terra possa contrabalançar a ação do empuxo. Para alturas maiores, torna-se antieconômica a estrutura formada apenas por duas lajes (veja ilustração). É recomendável, então, a utilização de contrafortes de tração, no caso de laje de fundo interna (sob aterro ou reaterro), ou de compressão, no caso de laje externa.

Aplicação: em geral, os muros de concreto armado estão associados à execução de aterros ou reaterros

Vantagens: permite uma ocupação mais completa das áreas a montante e a jusante

Cuidados: o terreno de fundação deve ter boa capacidade de suporte e é indispensável a execução de sistema de drenagem interno

Figura 2 - Exemplos de contenção-Parte 02

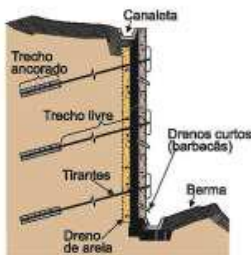


Cortina cravada – Estrutura constituída por estacas ou perfis cravados no terreno, trabalhando à flexão e resistindo pelo apoio da parte enterrada do perfil. Podem ser obras contínuas (estacas-prancha ou estacas justapostas) ou descontínuas. Nesse último caso, as estacas ou perfis metálicos são cravados a uma certa distância um do outro. O trecho entre eles é preenchido por pranchões de madeira ou placas de concreto armado.

Aplicação: o sistema costuma ser mais empregado em obras de contenção provisórias

Vantagens: eficácia e segurança

Cuidados: como funcionam a flexão, tais estruturas costumam ser bastante deformáveis



Cortina de concreto alitrada – Formada por muros delgados de concreto armado com espessuras entre 0,20 m e 0,30 m, contidos por tirantes profundos. Em geral, são verticais ou subverticais com os tirantes distribuídos de maneira uniforme com espaçamentos que variam de acordo com a altura da contenção e os esforços atuantes. O paramento pode ser composto de placas isoladas para cada tirante, de placas englobando dois ou mais tirantes ou de cortina única, incorporando todos os tirantes.

Aplicação: em qualquer situação geométrica, tipo de solo ou condição hidrológica

Vantagens: eficácia, segurança e versatilidade

Cuidados: necessidade da presença de horizontes resistentes e estáveis o suficiente para a ancoragem dos tirantes a profundidades compatíveis



Tela metálica fixada por chumbadores e recoberta por concreto projetado –

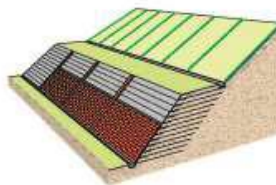
Conhecido como solo grampeado ou "soil nailing", consiste no reforço do maciço pela introdução de chumbadores (barras de ferro) e posterior recobrimento do talude com tela metálica fixada por pinçadores e aplicação de concreto projetado com 7 a 10 cm de

espessura. Utilizada há muito tempo em terrenos rochosos, o sistema foi aperfeiçoado com a introdução do concreto projetado.

Aplicação: taludes de corte em solo

Vantagens: não requer escavações, formas, escoramentos ou andaimes

Cuidados: instalação de barbacãs, drenos profundos, canaletas etc.



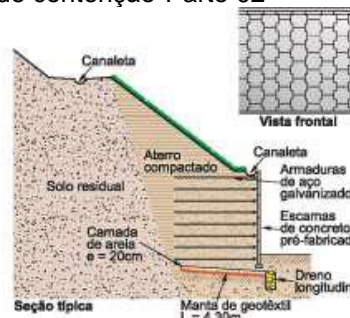
Estruturas de contenção com solo reforçado com geossintéticos – Maciço formado por mantas geotêxteis ou geogrelhas intercaladas com camadas de aterro compactado. Funciona como uma estrutura de contenção convencional. Cabe aos elementos geossintéticos, além do confinamento do solo junto à

face externa, resistir aos esforços de tração desenvolvidos no maciço.

Aplicação: contenção de taludes

Vantagens: rapidez de execução, simplicidade e baixo custo

Cuidados: devem ser utilizados geossintéticos de propriedades mecânicas conhecidas (resistência à tração, interação com o solo, comportamento em fluência)



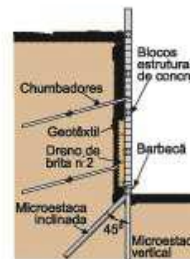
Terra armada – Sistema constituído pela associação de solo compactado e armaduras, complementada por um paramento externo composto de placas chamado "pele". Possui três componentes principais: o solo que envolve as armaduras; as armaduras horizontais de

forma de fitas, que são fixadas às peles por parafusos, e, por fim, a própria pele, que pode ser constituída de escamas metálicas flexíveis ou placas rígidas de concreto armado.

Aplicação: aterros até 20 m de altura

Vantagens: rapidez de construção, grande flexibilidade e tolerância a recalques diferenciais

Cuidados: o solo a ser utilizado como material de reaterro sobre as armaduras deve apresentar boas características de atrito interno



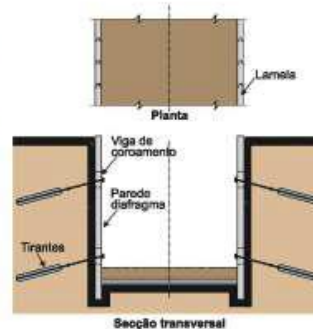
Muro de blocos estruturais de concreto apoiado sobre microestacas e contido por chumbadores –

O método consiste na execução de microestacas verticais e inclinadas unidas a uma viga-baldrame de concreto. Em intervalos de 2 m a 2,5 m são instalados pilaretes de concreto unidos à base. Nos pilaretes são fixados chumbadores subhorizontais com cerca de 8 m de comprimento. Os vãos dos quadros são preenchidos com alvenaria de blocos estruturais de concreto com ferros passantes horizontais que unem as vigas horizontais.

Aplicação: obras viárias urbanas para alturas até 4 m em terrenos naturais sem matacões

Vantagens: estrutura leve e apta a receber esforços horizontais. Pode ser construída a meia encosta, próxima à rua

Cuidados: construção de uma camada drenante de brita recoberta com geotêxtil na face interna do muro, além de uma série de barbacãs



Paredes-diafragma – São cortinas de concreto armado moldadas no solo em painéis sucessivos. Costumam ser bastante empregadas também com painéis pré-moldados. Em geral, as paredes-diafragma possuem espessuras entre 0,40 m e 1,20 m e painéis de comprimento mínimo de 2,50 m.

Aplicação: quando da execução de escavações profundas junto a edificações preexistentes

Vantagens: podem ser implantadas em quase qualquer tipo de terreno sem rebaixamento

do lençol freático, não provocam vibrações ou desconfinam o terreno adjacente, suportam de forma simultânea pressões laterais e cargas verticais, podem ser incorporadas à estrutura em construção e funcionam como cortina de impermeabilização

Cuidados: checar se há acesso para os equipamentos necessários à execução e se há presença de matacões no terreno, o que pode inviabilizar a utilização

1.2 Pluviosidade e escorregamentos

Segundo Tabalipa e Fiori (2008), o uso e ocupação do solo nas cidades brasileiras de forma inadequada, sem análise de condicionantes geotécnicas, acarretam inúmeros desastres, como erosões, assoreamentos, escorregamentos, enchentes e recalques de solo. Tabalipa e Fiori (2008, p. 388), classifica os escorregamentos como “todo e qualquer movimento que envolva materiais terrosos ou rochosos que, por qualquer causa, processos ou velocidades, sofrem deslocamentos induzidos pelo agente de gravidade”.

De acordo com Guido (1983), é disseminado de forma generalizada que intensas erosões e escorregamentos estão vinculados com o período chuvoso, em decorrência a frentes frias entre a região polar antártica e o Oceano Atlântico. Segundo Guido (1983, p. 11), “ao se depararem com as massas de ar quente tropicais, ao longo da encosta sudeste brasileira, tais frentes geram fenômenos de instabilidade atmosférica intensos, consistindo em fortes chuvas e tempestades”.

1.3 Principais normas técnicas brasileiras utilizadas no trabalho: perícias e estabilidade de taludes

Nesse tópico são apresentadas as prescrições normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre perícias e estabilidade de taludes.

1.3.1 ABNT NBR 13752

A norma que rege as perícias de engenharia na construção civil é a ABNT NBR 13752 (ABNT, 1996), a qual apresenta os profissionais habilitados para a realização do trabalho de perícia, as definições de termos técnicos, as condições gerais e específicas para a realização de perícias, além de informações sobre a apresentação de laudos.

Os profissionais habilitados para a elaboração de trabalhos de perícia na construção civil são aqueles habilitados pelos órgãos: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), conforme a Lei Federal 5.194 de 24 de dezembro de 1966 e a Resolução nº 375 de 27 de julho de 1990; Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), de acordo com a Lei Federal 12.378 de 31/12/2010; Conselho Federal dos Técnicos Industriais (CFT), segundo a Resolução nº 058 de 22 de março de 2019. Esses profissionais deveram emitir, respectivamente, Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) e Termo de Responsabilidade Técnica (TRT) ao prestar seus serviços de engenharia. Em relação as definições, os termos técnicos com definições expostas na ABNT NBR 13752 (ABNT, 1996) que são relevantes para o desenvolvimento do presente artigo são apresentados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Termos técnicos e seus conceitos segundo a ABNT NBR 13752 (ABNT, 1996).

Termo técnico	Conceito
Laudo	Peça na qual o perito, profissional habilitado, relata o que observou e dá as suas conclusões ou avalia, fundamentadamente, o valor de coisas ou direitos.
Perícia	Atividade que envolve apuração das causas que motivaram determinado evento ou da asserção de direitos.
Vistoria	Constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem.

Fonte: Adaptada de ABNT, 1996.

A respeito das condições gerais, a NBR 13752 (ABNT, 1996) define que o trabalho pericial deve possuir: a classificação do objeto quando à natureza; a descrição da metodologia aplicada para sua execução; o levantamento de todos os dados pertinentes para a elaboração do laudo por parte do perito; a menor subjetividade possível; um número de fotografias adequado para representar detalhadamente o bem periciado, exceto nos casos de impossibilidade técnica de registro; o croqui do bem; o relato sobre as dimensões, áreas e materiais construtivos do bem periciado; a apresentação, descrição e análise dos danos constatados no local, devendo-se indicar suas possíveis causas e consequências; exibição de orçamentos e ensaios técnicos realizados quando necessário.

No tópico referente às condições específicas, a norma supracitada informa sobre as etapas necessárias para a execução do trabalho pericial, além de descrever os itens necessários para a caracterização da região, do imóvel, do terreno e das benfeitorias.

As etapas para a execução do trabalho pericial são:

1. Vistoria do bem objeto da perícia: consiste na realização de visita ao bem objeto da perícia por um profissional habilitado ou uma equipe de profissionais habilitados. Durante essa visita, os profissionais utilizam seus sentidos humanos e equipamentos para coletar informações básicas, tais como: o endereço do imóvel, a identificação do proprietário/ocupante, o padrão construtivo da edificação, o estado de conservação, as medidas internas para elaboração do croqui, entre outras;
2. Diagnóstico: baseia-se na inspeção visual do imóvel por parte do (s) profissional (is) para detectar as falhas e danos existentes nele;
3. Coleta de informações: na qual o (s) profissional (is) efetuam os registros fotográficos das fachadas, ambientes internos e danos das edificações, além de colher o depoimento dos indivíduos que acompanham a vistoria;
4. Determinação da metodologia a ser: diz respeito a escolha e justificativa da metodologia a ser empregada para confeccionar o trabalho pericial;
5. Analisar os dados coletados: nessa etapa, os profissionais elaboram o relato das informações básicas coletadas e examinam as falhas e danos da edificação;
6. Proposta de intervenção: o (s) profissional (is) podem propor intervenções para a correção de falhas e danos a fim de garantir a estabilidade da edificação nos casos em que o escopo do trabalho pericial preveja essa

- ação ou quando a segurança dos usuários/ocupantes estiver comprometida;
7. Escrever a conclusão: é a sintetização do trabalho realizado, na qual o (s) profissional (is) salientam, mais uma vez, as falhas e danos observados na edificação e emitem, além de expor suas constatações sobre esses itens;
 8. Quanto a caracterização da região, do imóvel, do terreno e das benfeitorias, a ABNT NBR 13752 (ABNT, 1996) afirma ser necessário retratar, entre outros aspectos, o relevo do local, as suas vias de acesso, a sua localização com identificação de bairro e logradouro, as dimensões e a área do terreno, as características construtivas, a idade real e aparente do imóvel, o estado de conservação e as benfeitorias feitas no imóvel;
 9. A referida norma apresenta ainda um tópico dedicado a apresentação dos laudos, no qual explicita que o documento deverá ter: a identificação do proprietário do bem, a data de realização da vistoria, o relato da vistoria, o diagnóstico da situação observada no imóvel, além do nome completo, a assinatura e o número registro do profissional no conselho ao qual é filiado. A norma ainda reforça a necessidade da emissão do documento de responsabilidade técnica por parte do profissional executor do laudo, seja ele uma ART, um RRT ou um TRT;
 10. Nesse momento, cabe ressaltar o fato da ABNT NBR 13752 (ABNT, 1996) estar em processo de revisão, de modo que os profissionais atuantes na área de perícia podem se inscrever pelo próprio site da ABNT para colaborar com a elaboração dessa revisão. Ademais, a informação sobre a revisão possui caráter de alerta aos profissionais para a necessidade de verificar a existência ou não de revisões e o status¹ das normas antes de executar os serviços para adotarem sempre a versão vigente mais atual.

1.3.2 ABNT NBR 11682

Publicada em 1991 e revisada em 2009, a ABNT NBR 11682 (ABNT, 2009) trata sobre os requisitos exigíveis para o estudo e controle da estabilidade de encostas e de taludes. Essa norma aborda, por meio de uma organização cronológica em etapas, as intervenções e procedimentos a serem adotados no que tange a elaboração de estudos e projetos, a execução de obras de implantação ou manutenção, o acompanhamento de tais obras e o monitoramento do maciço. As etapas previstas são: procedimentos preliminares, investigações geológico-geotécnicas, projeto, execução de obra, acompanhamento, manutenção e monitoramento.

Ainda de acordo com a ABNT NBR 11682 (ABNT, 2009), os procedimentos preliminares são de caráter obrigatório e se subdividem em dez itens, sendo eles:

1. Levantamento de informações disponíveis: o qual possui o intuito de propiciar o conhecimento de dados históricos sobre o local no qual a encosta ou o talude estão inseridos. Para isso, pesquisa-se sobre a topografia, a geologia, os dados geotécnicos, a inserção ou não do local em área de risco geológico e as condições do entorno, dentre elas a

¹ Entende-se por status a indicação de que a norma está em vigor ou foi cancelada.

- ocupação das proximidades e a existência ou não de curso de água. Essa pesquisa é feita por intermédio da consulta de mapas, fotos aéreas e imagens de satélite disponibilizadas por órgãos Federais, Estaduais e Municipais ou por universidades e centros de pesquisa;
2. Verificação das restrições legais e ambientais à execução de obras e quanto a interferências com edificações e instalações presentes: consiste na consulta à legislação nas esferas Federal, Estadual e Municipal para averiguar as restrições legais e ambientais, além de verificar a presença de edificações e instalações de infraestrutura urbana;
 3. Vistoria da área por engenheiro civil geotécnico e/ou geólogo de engenharia: compreende a inspeção detalhada do local por engenheiro civil geotécnico e/ou geólogo de engenharia com o intuito de elaborar um laudo de vistoria que contenha, entre outras informações, o tipo de relevo e natureza da encosta, a indicação de elementos em risco (vidas e propriedades), a tipologia de possíveis movimentos, informações ofertadas por moradores locais, a documentação das informações via fotografias e croqui e o diagnóstico preliminar sobre as causas de instabilidades;
 4. Avaliação da necessidade de implantação de medidas emergenciais: com base no laudo de vistoria, avaliar se há necessidade ou não de adotar medidas emergenciais² na intenção de preservar vidas e propriedades que demonstrem estar em condições de risco;
 5. Programação de investigações geotécnicas e de instrumentação geotécnica preliminares: compõem-se das investigações e instrumentações realizadas em campo para consolidar o laudo de vistoria;
 6. Investigações do terreno: é a investigação as camadas do solo e/ou rochas e suas características físicas e mecânicas executada com a finalidade de definir as seções transversais e longitudinais à encosta;
 7. Dados cartográficos: é a utilização de mapas e restituições aerofotogramétricas da região em estudo para obter informações;
 8. Levantamento topográfico: constitui-se da realização levantamento topográfico planialtimétrico, com curvas de nível em escala compatível com as dimensões da encosta e a natureza do problema em questão, cuja finalidade é delimitar a área de estudo e a locação de eventuais construções, vias, cursos de água e abatimentos de terrenos;
 9. Dados hidrológicos: baseia-se no levantamento de informações sobre a pluviometria local e o regime hidráulico de cursos d'água (vazão e velocidade) existentes na encosta;
 10. Dados geológicos e geomorfológicos: são determinadas as características litológicas, estruturais, estratigráficas e hidrogeológicas, relevantes para o local a partir de mapeamentos e trabalhos de amplitude regional.

² São exemplos de medidas emergenciais a evacuação e interdição de imóveis, as interrupções ao tráfego de veículos e pedestres, escoramentos e proteção superficial de taludes expostos por lona, ou por geomanta.

A etapa de investigações geológico-geotécnicas retrata sobre o procedimento para estabelecer o perfil geotécnico, a fim de que sejam realizados ensaios de sondagem³ na intenção de promover a caracterização da encosta e a determinação da estratigrafia do terreno, obrigatórios para os estudos e projetos de estabilização.

Já na etapa de projeto, ocorre a concepção do projeto de estabilização, no qual é definido se a estabilização será feita apenas com terraplenagem e elementos de drenagem, com obras de contenções de solo ou se será adotada uma solução mista. Para isso, considera-se os fatores de segurança⁴ (FS) na intenção de cobrir as incertezas naturais inerentes das diversas etapas de projeto e construção acerca da resistência ao cisalhamento do material do talude e, assim preservar vidas e propriedades. A determinação do FS é feita a partir dos níveis de segurança desejados, os quais subdividem-se para a perda de vidas humanas e para os danos materiais e ambientais. As Tabelas 2 e 3 exibem os critérios para determinação do nível de segurança, ao passo que as Tabelas 4 e 5 apresentam os valores de FS a serem empregados considerando deslizamentos e muros de contenção.

Tabela 2 - Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas

Nível de segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residenciais ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego intenso
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego moderado
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido

Fonte: ABNT, 2009.

³ É importante ressaltar que os ensaios de sondagem devem ser executados de acordo com as prescrições normativas da ABNT NBR 6484.

⁴ Conforme a norma, fator de segurança é definido como valor da razão entre a resistência (tensão cisalhante máxima disponível) e a resistência mobilizada (tensão cisalhante atuante ao longo da superfície de ruptura).

Tabela 3 - Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais

Nível de segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos

Fonte: ABNT, 2009.

Tabela 4 - Fatores de segurança mínimos para deslizamentos

Nível de segurança contra danos materiais e ambientais \ Nível de segurança contra danos a vidas humanas	Alto	Médio	Baixo
	Alto	1,5	1,5
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

NOTA 1 No caso de grande variabilidade dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10 %. Alternativamente, pode ser usado o enfoque semiprobabilístico indicado no Anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, incidindo sobre os parâmetros γ , ϕ , c , em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta tabela não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e queda ou rolamento de blocos.

Fonte: ABNT, 2009.

Tabela 5 - Requisitos para estabilidade de muros de contenção

Verificação da segurança	Fator de segurança mínimo
Tombamento	2,0
Deslizamento na base	1,5
Capacidade de carga da fundação	3,0
NOTA Na verificação da capacidade de carga da fundação, podem ser alternativamente utilizados os critérios e fatores de segurança preconizados pela ABNT NBR 6122.	

Fonte: ABNT, 2009.

Cabe ressaltar que, conforme ABNT NBR 11682 (ABNT, 2009), as encostas com colúvios permanentemente saturados se classificam como situações especiais, devendo, para esses casos, o valor mínimo de FS, ser definido por um engenheiro civil geotécnico responsável.

Segundo a ABNT NBR 11682 (ABNT, 2009) as obras de estabilização devem ser iniciadas somente após a conclusão do projeto executivo e dos processos de obtenção das respectivas licenças e autorização, sendo a exceção as obras a serem implementadas em casos de perigo iminente de escorregamento, as quais devem obrigatoriamente serem acompanhadas por engenheiro civil geotécnico e possuírem relatório contendo a indicação da concepção de estabilização utilizada, a metodologia executiva implantada, o plano de ataque e os cuidados especiais requisitados. No item dedicado a execução de obras - item 8, a presente norma mostra as técnicas de execução, a sequência executiva, os detalhes de acabamentos, a segurança e o controle de qualidade a serem alcançados, bem como a documentação necessária sobre possíveis ajustes executados no projeto durante as obras.

A etapa de acompanhamento compreende os critérios de acompanhamento das obras durante a execução, de forma a garantir o fiel cumprimento do projeto, incluindo as adaptações necessárias para manutenção de sua concepção. Ao passo que a etapa de manutenção corresponde a apresentação das necessidades de manutenção das obras em encostas, pós construção. Enquanto a etapa de monitoramento consiste no acompanhamento dos deslocamentos e das pressões de água no interior do maciço, das cargas nas ancoragens, com a finalidade de verificar o comportamento de uma encosta ao longo do tempo.

2. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa é dividida em duas partes: o método de abordagem e o método de procedimento. No método de abordagem pretende-se classificar a pesquisa, enquanto no método de procedimento intenciona-se descrever as etapas a serem empregadas no desenvolvimento da pesquisa.

2.1 Método de abordagem

Segundo Silveira e Córdova (2009), complementadas por Kauark, Manhães e Medeiros (2010), a pesquisa científica pode ser classificada quanto à sua natureza, seus objetivos, seus procedimentos para alcançar os dados e sua abordagem.

De acordo com os conceitos apresentados pelos autores, a natureza da presente pesquisa pode ser classificada como aplicada. Isso se deve ao fato dela pretender produzir conhecimentos com aplicações práticas, pois compreende a análise, via estudo da documentação levantada sobre os imóveis e a vistoria realizada no local após o deslizamento do talude, da causa ou das causas do deslizamento do talude existente nos fundos da empresa A.

Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser entendida como descritiva tendo em vista o intuito de descrever as características de um fenômeno e estabelecer relações entre as variáveis que podem ter ocasionado este fenômeno (GIL, 2008). O fenômeno objeto de estudo da presente pesquisa é o desmoronamento do muro de divisa entre o imóvel da empresa A e os confrontes, ao passo que as variáveis passíveis de influenciar neste fenômeno são a estabilidade ou não do talude, a existência ou não de aterro próximo ao local e a ocorrência de chuvas de elevada intensidade.

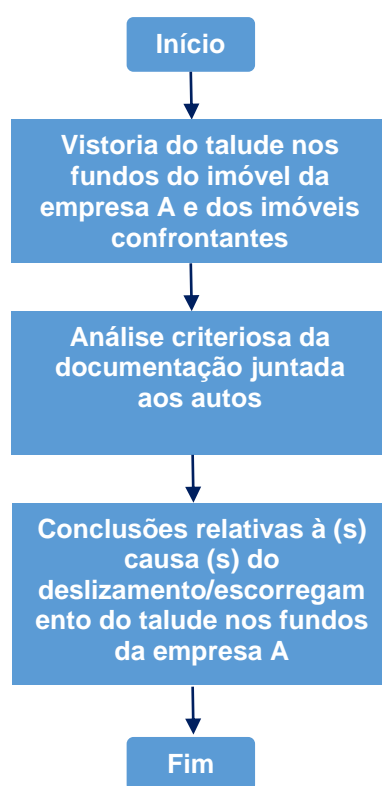
O procedimento para alcançar os dados a ser adotado, conforme explicitado por Yin (2003) e Eisenhardt (1989), é o estudo de caso. Isto se deve ao fato de se tratar do estudo de um único objeto – o muro de divisa, a partir de situações reais – documentação levantada e o cenário pós-desmoronamento do muro verificado durante a vistoria, por meio das quais são coletados dados que permitem descrever um fenômeno – a (s) causa (s) do desmoronamento do muro de divisa.

A abordagem será a qualitativa, porque a pesquisa se dedica a descrever, compreender, comparar, interpretar e analisar os dados obtidos via levantamento e vistoria. Dados estes que estão relacionados ao estudo da (s) causa (s) do desmoronamento do muro de divisa (NUNES; PERUYERA, 2021). Ademais, os dados serão coletados e a eles serão atribuídos significados sem a necessidade de uso de métodos e técnicas estatísticas (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010), pois neste trabalho o significado atribuído é a relação ou não com a ocorrência do desmoronamento.

2.2 Método de procedimento

As principais etapas para o desenvolvimento da pesquisa são retratadas na Figura 3 e compreendem: a vistoria do talude nos fundos da empresa A e dos imóveis confrontantes, cujo intuito é examinar o local do deslizamento do talude; a análise criteriosa da documentação juntada aos autos, em que se obtém informações sobre a situação antes e após o deslizamento do talude, a fim de prover o entendimento sobre os fatores com capacidade de influenciar a ocorrência do deslizamento; as conclusões relativas à(s) causa(s) do deslizamento do talude, na qual são estabelecidas as variáveis que causaram o deslizamento.

Figura 3 - Resumo das principais etapas do método de procedimento adotado



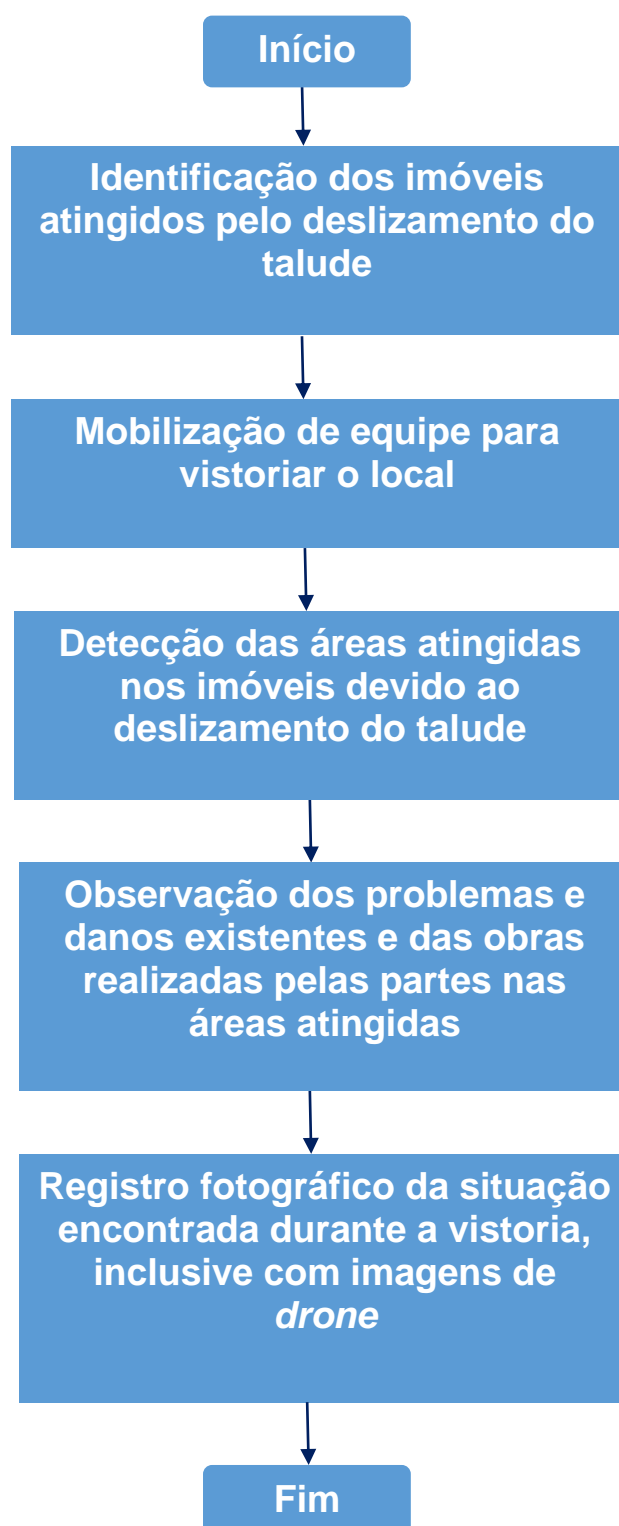
Fonte: Autoria própria.

A etapa da vistoria do talude subdivide-se em cinco etapas. A primeira é a identificação dos imóveis atingidos pelo deslizamento do talude para, assim, determinar os imóveis a serem periciados. A segunda etapa, por sua vez, é a mobilização de equipe para vistoriar o local do evento, nessa fase há o planejamento da data da vistoria, da quantidade de profissionais necessários para executar o serviço, dos equipamentos (câmeras fotográficas, *drones*, entre outros) a serem utilizados. Posteriormente, com a equipe no local a ser vistoriado, efetuam-se, seguidamente: a detecção das áreas atingidas; a observação dos problemas e danos existentes e das obras em andamento; a confecção de registros fotográficos.

A detecção das áreas atingidas no imóvel consiste na investigação dos ambientes que podem ter sido prejudicados pelo deslizamento do talude, na intenção de estabelecer aqueles a receberem maior atenção por parte dos

profissionais envolvidos na vistoria. Já a observação dos problemas e danos existentes e das obras em andamento compõe-se da inspeção do imóvel para verificar a ocorrência de manifestações patológicas (fissuras, trincas, brechas, etc.), as condições atuais do talude e dos muros de divisa, os ambientes que desabaram durante o deslizamento, além da averiguação das obras que tiveram início após o deslizamento a fim de construir um muro de contenção na divisa dos imóveis. Por fim, confecção de registros fotográficos baseia-se na captura de imagens, seja com o uso de máquina fotográfica ou *drone*, para documentar as informações coletadas durante a vistoria. A Figura 4 apresenta um resumo das etapas que compõem a vistoria.

Figura 4 - Resumo das principais etapas componentes da vistoria



Fonte: Autoria própria.

Todas as etapas listadas acima foram desenvolvidas seguindo as prescrições normativas apresentadas nas normas: ABNT NBR 13752; ABNT NBR 11682 e ABNT NBR 6484.

3. RESULTADOS

Os resultados do estudo de caso são divididos em duas partes: a vistoria realizada no local após o deslizamento do talude e o estudo da documentação levantada sobre os imóveis. A exposição dos dados adquiridos durante a etapa de vistoria se faz necessária para investigar as prováveis causas do deslizamento do talude existente nos fundos da empresa A. O estudo da documentação, por sua vez, consiste na descrição das principais informações obtidas pela análise da documentação preexistente do imóvel da empresa A e dos imóveis confrontantes, a fim de examinar as condições dos imóveis no período que antecede o deslizamento e os laudos e relatório produzidos por outras empresas sobre este evento.

3.1 Vistoria

Com base na demanda de realização de vistoria no imóvel da empresa A e nos imóveis confrontantes, identificou-se via imagem aérea os imóveis atingidos pelo deslizamento do talude, conforme pode ser observado na Figura 05 abaixo.

Figura 5 – Imagem aérea com a identificação dos imóveis



Fonte: Autoria própria.

A mobilização da equipe para realizar a vistoria se deu por intermédio do planejamento da data e dos insumos necessários para executar essa atividade. Em relação à data, programou-se o dia 17 de setembro de 2020. Quanto aos insumos, definiu-se ser preciso a presença de 02 profissionais, dentre eles 02 engenheiros civis, além do uso de papel e prancheta para anotar as observações obtidas em campo, do *drone* para capturar imagens aéreas e de máquinas fotográficas com boa resolução para executar os registros fotográficos.

No dia 17 de setembro de 2020, executou-se a vistoria na empresa A e nos imóveis confrontantes com o objetivo de verificar a causa ou as causas do deslizamento do talude existente nos fundos da empresa A. Inicialmente, detectou-se as áreas dos imóveis atingidas pelo deslizamento, sendo predominantes os pisos, os muros de divisa, as edículas e as edificações próximas ao muro da empresa A, como nota-se na Figura 6. Em seguida, observou-se os problemas e danos existentes, além das obras realizadas, tais como fissuras, trincas, rachaduras, fendas, brechas, construção de muro de contenção e aterro com resto de entulhos e um chinelo que podem ser observados na Figura 7.

A execução dos registros fotográficos acompanhou as etapas anteriores com o intuito de documentar as informações conquistadas durante a vistoria.

Figura 6 – Exemplos de áreas atingidas pelo deslizamento do talude



Fonte: Autoria própria.

Figura 7 – Exemplos de problemas e danos existentes e das obras realizadas



Brecha e fenda nos muros de divisa



Aterro com restos de entulho e um chinelo de borracha



Muro de contenção que está sendo construído na divisa com a empresa A



Fissura, trincas, rachaduras e abatimentos no piso do imóvel 5

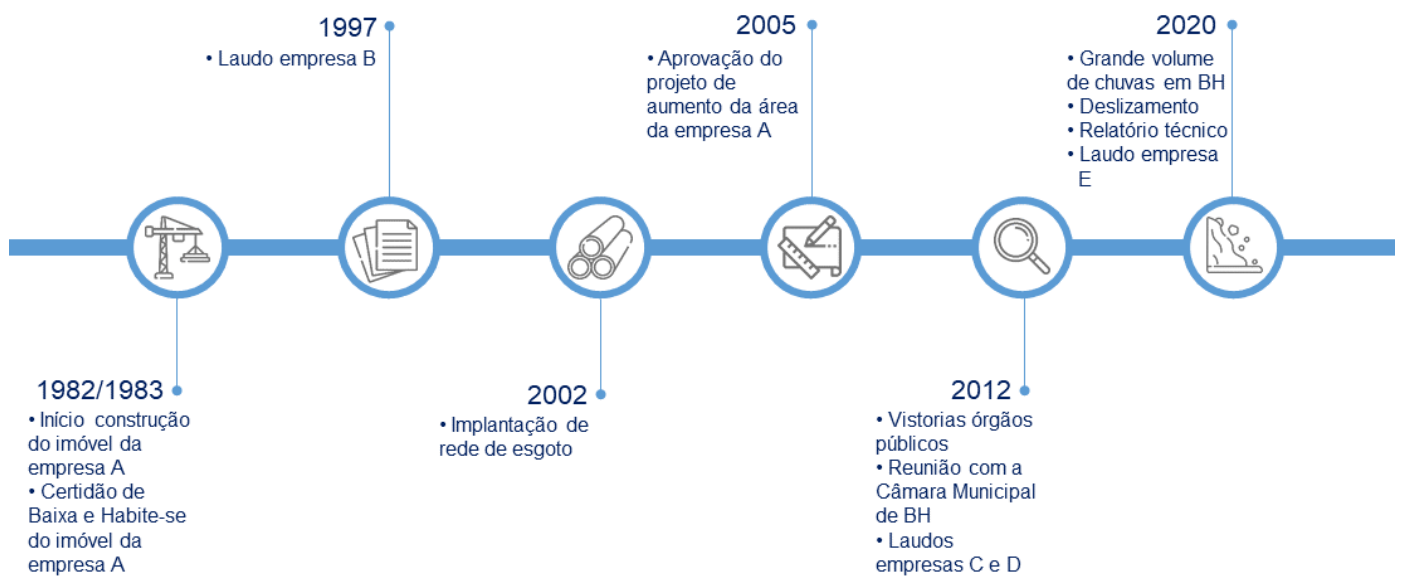
Fonte: Autoria própria.

3.2 Análise da documentação

O estudo da documentação preexistente foi feito a partir da análise dos fatos em sequência cronológica, conforme a linha do tempo exibida na

Figura 8 e detalhada em seguida, considerou-se a planta de situação apresentada na Figura 9 a seguir

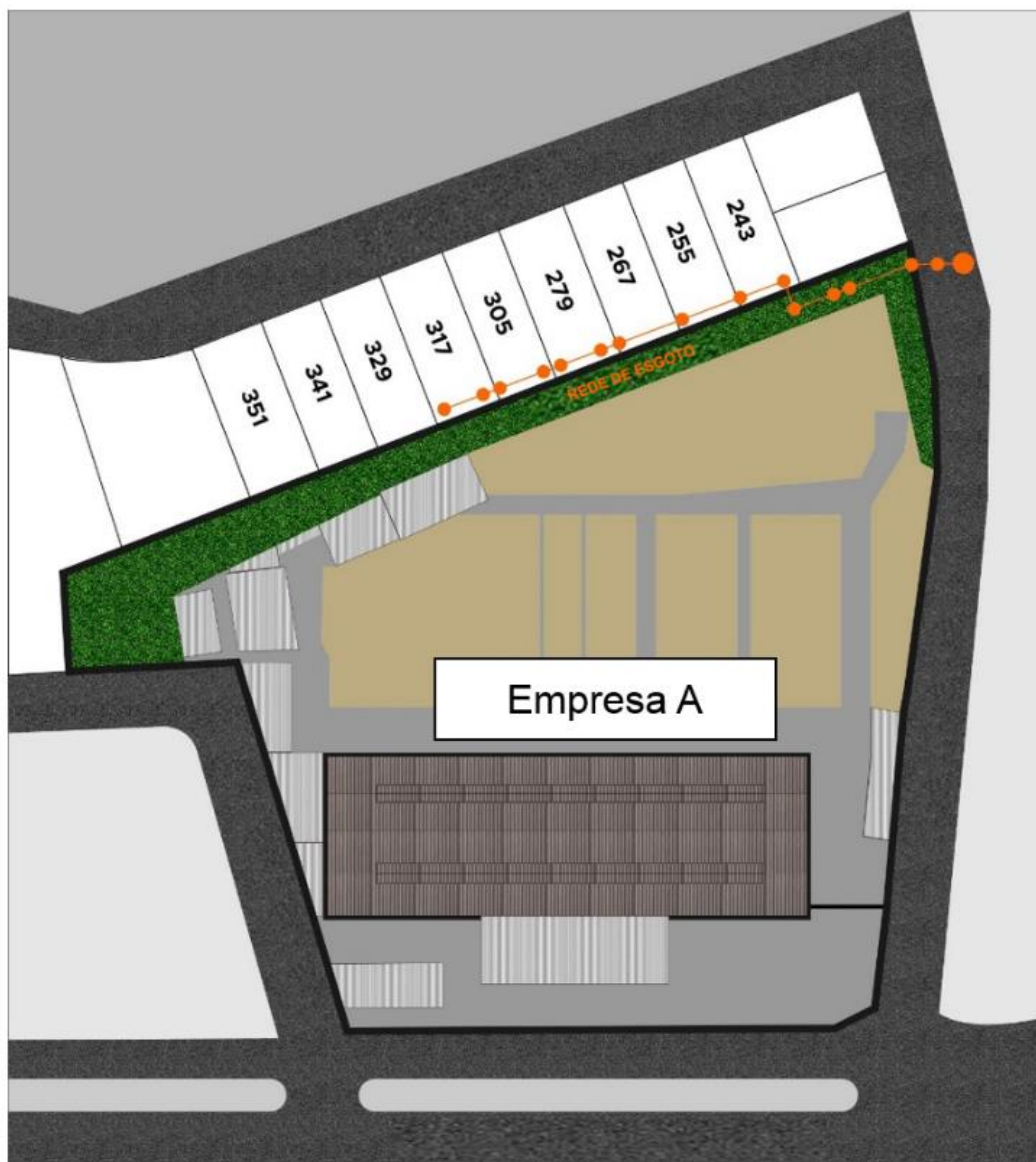
Figura 8 - Linha do tempo



Fonte: Autoria própria.

Figura 9 para ilustrar o posicionamento dos imóveis confrontantes em relação à empresa A

Figura 9 - Planta de situação



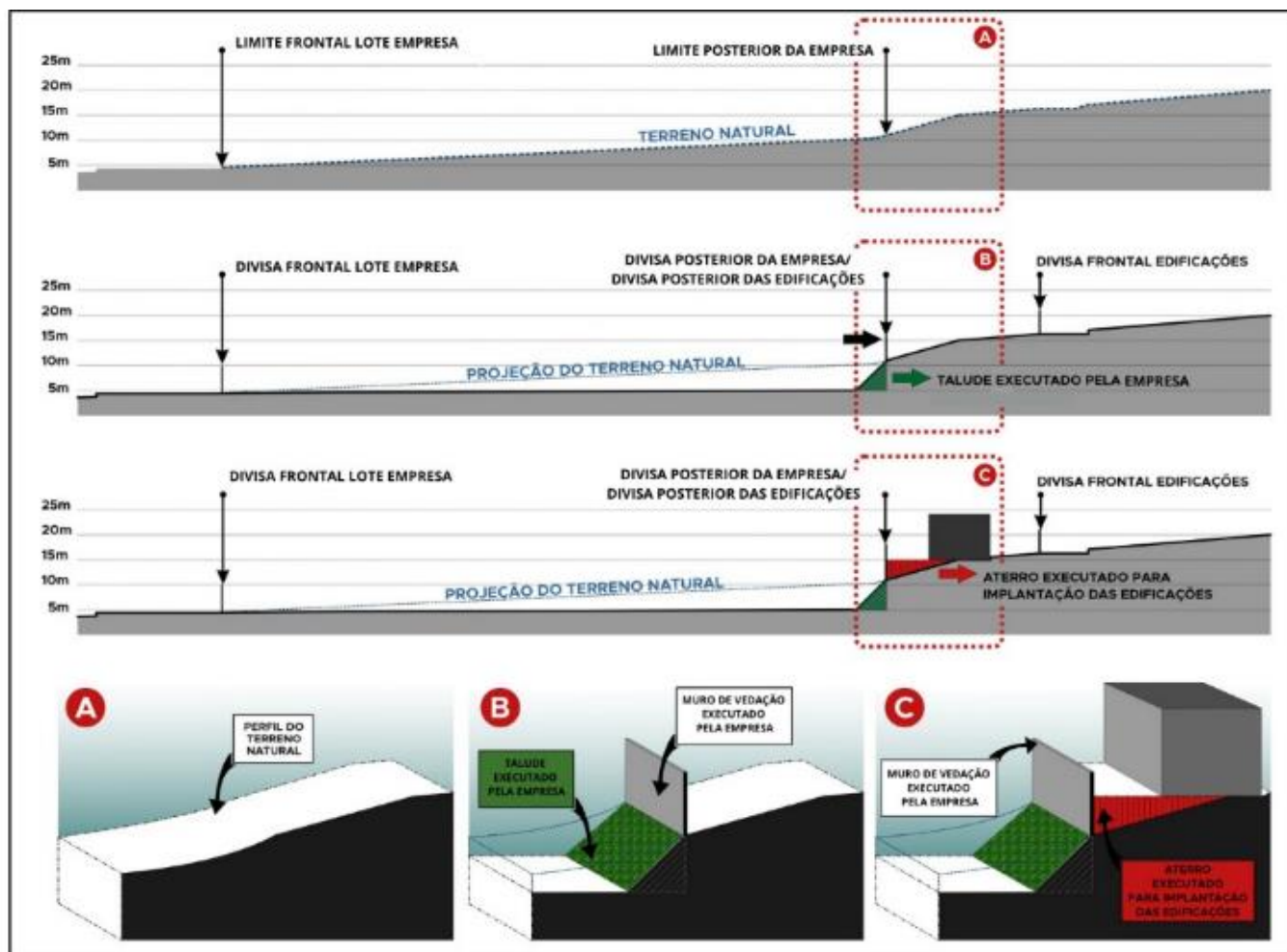
**PLANTA
SEM ESCALA**

Fonte: Autoria própria.

Com base na documentação do imóvel da empresa A e dos imóveis confrontantes, observou-se que, de acordo com o Alvará de Construção e a Certidão de Baixa e Habite-se, a construção da empresa A teve início em 1982 e foi concluída em 1983. Posteriormente, no ano de 1997, a empresa B elaborou um laudo sobre o imóvel da empresa A e o nº329, no qual constatou que: o talude situado nos fundos do imóvel da empresa A e o imóvel nº329 estavam estáveis; o muro de divisa entre os imóveis se encontrava em perfeito estado; o sedimento da área cimentada do imóvel nº329 ocorreu devido a recalque do terreno (provável aterro não compactado); era recomendada a manutenção das canaletas de proteção do talude para evitar entupimentos.

Na Figura 10 abaixo ilustramos de forma resumida a topografia original do terreno e as obras realizadas para o seu aproveitamento.

Figura 10 – Topografia original do terreno e as obras realizadas



Fonte: Autoria própria.

Mais tarde, no ano de 2002, a companhia de saneamento atuante no município de Belo Horizonte, a COPASA, promoveu a implantação da rede de esgoto junto ao talude e ao muro de divisa da empresa A para atender os imóveis confrontantes (nº 317, nº 305, nº279, nº267, nº255 e nº243). Além disso, em 2005, o órgão competente do município de Belo Horizonte aprovou o projeto de aumento da área da empresa A.

Adiante, no ano de 2012 ocorreram as vistorias realizadas por órgãos públicos, a reunião com a Câmara Municipal de BH e a produção de dois laudos pelas empresas C e D. A vistoria do Sistema Municipal de Defesa Civil (SIMDEC/BH) no imóvel nº 317 atestou que a rede pluvial existente se achava entupida, com muito lixo proveniente dos terrenos montantes, e no local aconteceu movimentação de solo, a qual prossegue para todos os vizinhos laterais, sendo recomendado o estudo das camadas internas do solo por profissional qualificado.

O laudo desenvolvido pela empresa C tratou-se de uma perícia, cuja finalidade proposta é determinar as causas de trincas encontradas nos imóveis confrontantes (imóveis nº 279, nº 267, nº 305 e nº 317). Neste laudo, a empresa responsável declara que, nos imóveis confrontantes, há várias trincas, rachaduras e fendas no piso, nos muros laterais e nas edículas e edificações próximas ao muro da empresa A; associando tais manifestações patológicas a falta de contenção do talude existente na localidade. Entretanto, esse laudo exhibe apenas uma imagem do talude, na qual não são observados problemas na superfície do talude.

Durante a Reunião Ordinária da Comissão de Administração Pública da Câmara Municipal de Belo Horizonte, na quarta sessão Legislativa da Décima sexta Legislatura, discutiu-se sobre as condições precárias de segurança e risco de desabamento dos imóveis confrontantes, na qual moradores dos imóveis confrontantes atribuíram os danos nas edificações às obras de desaterro executadas pela empresa A em seu imóvel, afirmaram possuir laudo pericial apontando como solução para os problemas constatados no local a construção de um muro de arrimo e alegaram risco à vida dos moradores em decorrência das manifestações patológicas.

O laudo produzido pela empresa D, por sua vez, possuiu o intuito de verificar as condições do talude e do muro divisório da empresa A. Este laudo atestou o fato do talude se encontrar estável e sem sinais de erosões, assim como o muro divisório existente na sua parte superior. Neste laudo, também se alertou para a condição das caixas de coleta de águas pluviais existentes nos lotes posicionados na parte superior do talude, as quais relataram não estarem passando pelas necessárias e recomendáveis limpezas.

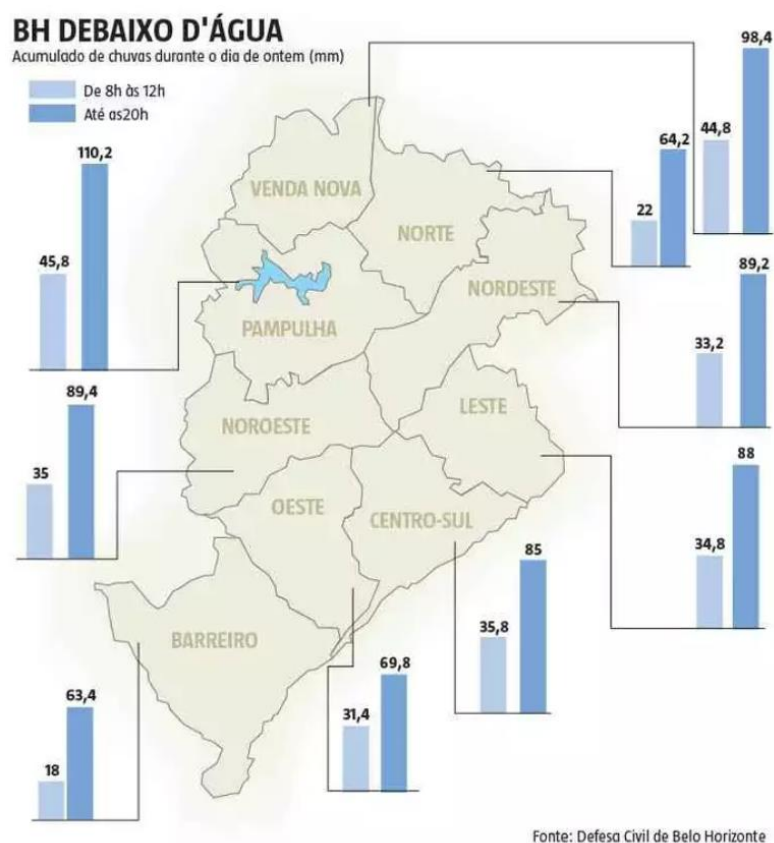
Já a vistoria da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMDEC/BH), averiguou o acontecimento de manifestações patológicas nos imóveis confrontantes atribuindo sua existência às probabilidades de ocorrências de processo de recalques de fundações, uma vez que não foram observadas marcas ou sinais com indicativo de eventual predisposição a eventos de deslizamentos/escorregamentos do talude existente. Ademais, foi verificado, também, o fato dos riscos de desastres iminentes não terem sido evidenciados.

Futuramente, em 2020, sucedeu-se a precipitação de um grande volume de chuvas no município de Belo Horizonte, o deslizamento do talude nos fundos da empresa A, além da confecção de relatório técnico de topografia para o levantamento do talude pela empresa E e da confecção do laudo de avaliação de ruptura de talude pela empresa F. Segundo Ayer (2020), na reportagem vinculada no Jornal Estado de Minas, no dia 23 de janeiro de 2020 ocorreu chuva intensa em Belo Horizonte, cujo valor de precipitação por regional da cidade é exibido na

Figura 11. Com base nesta figura, podemos observar que na regional onde se encontra a empresa A, regional Noroeste, o volume de chuva assumiu valores entre 35 e 89,4mm.

No dia 25 de janeiro de 2020, a Polícia Militar foi acionada para registrar um boletim de ocorrência, no qual descreve-se o deslizamento das divisas e de encosta na empresa A. Os agentes envolvidos na ocorrência associaram o deslizamento às fortes chuvas ocorridas em Belo Horizonte e orientaram os moradores dos imóveis confrontantes a deixarem seus imóveis e os funcionários da empresa A a não permanecerem no pátio da empresa. Nesse deslizamento os imóveis mais atingidos foram os de nº 305, 317 e 329, sendo que os demais imóveis, com exceção do nº 243, também sofreram danos e impactos devido ao deslizamento.

Figura 11 - Precipitação acumulada dia 23/01/2020 (mm)



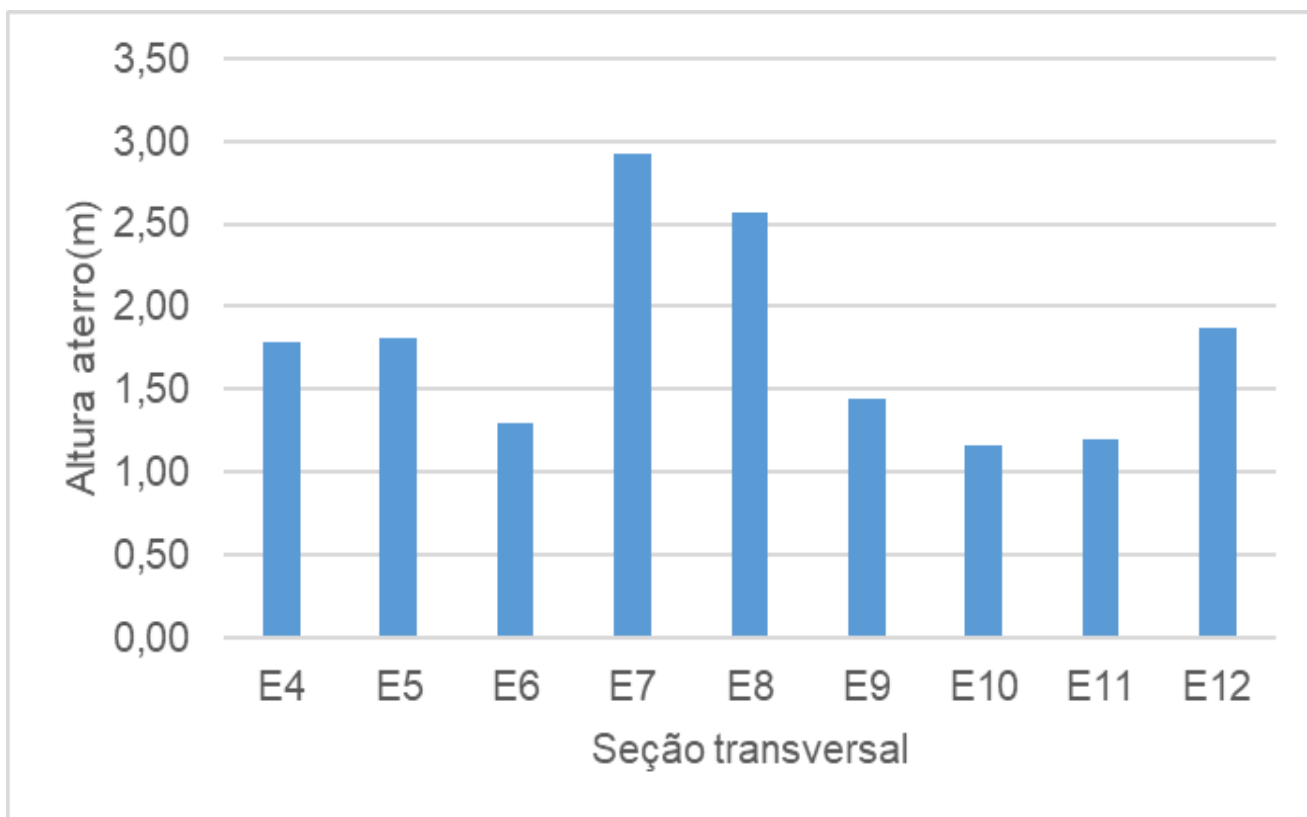
Fonte: AYER, 2020 *apud* DEFESA CIVIL DE BELO HORIZONTE, 2020.

3.3 Levantamento topográfico

A empresa E concebeu um relatório técnico topográfico para verificar a estabilidade e conferir o grau de inclinação do talude em estudo. No relatório, o responsável técnico caracterizou o talude, informando se tratar de um talude de corte executado em terreno natural, com extensão de 158,71 metros e rampa definida a 45 graus, ou seja, possui declividade de 1 metro para 1 metro; valor de inclinação este que atende os padrões normativos, considerando-se solos estáveis, como é o caso do talude em questão. Além disso, o autor constatou a ocorrência do desmoronamento do muro de divisa entre as estacas E4 e E12, correspondente aos imóveis confrontantes de nº

255 a 341, nos quais foram feitos aterros na base desse muro, cujas alturas são relatadas no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Altura aterro (m) por seção transversal do talude



Fonte: Autoria própria com base no relatório da empresa E.

Ainda de acordo com o relatório da empresa E, verificou-se a ausência de deslocamento da base do muro, o estado intacto da estrutura do talude e a inexistência de arrasto dos bambus incumbido de revestir o talude. Isto viabiliza a conclusão de que não foi o talude que se rompeu, mas sim o terreno do lote a montante devido ao excesso de peso do aterro sobre o muro, causando o rompimento da base do muro/crista do talude e parte da base, provocando o tombamento do restante. No trecho específico em que houve o desmoronamento do muro, identificaram-se exemplos desse excesso de peso, porque havia um aterro com altura de 2,93 metros acima da crista do talude (E7, imóvel nº 317) e a altura média de aterro entre as estacas E5 à E8 era de 2,15 metros, com solo sem nenhuma obra de fundação para contenção, o qual era sustentado anteriormente por um muro simples de bloco. A

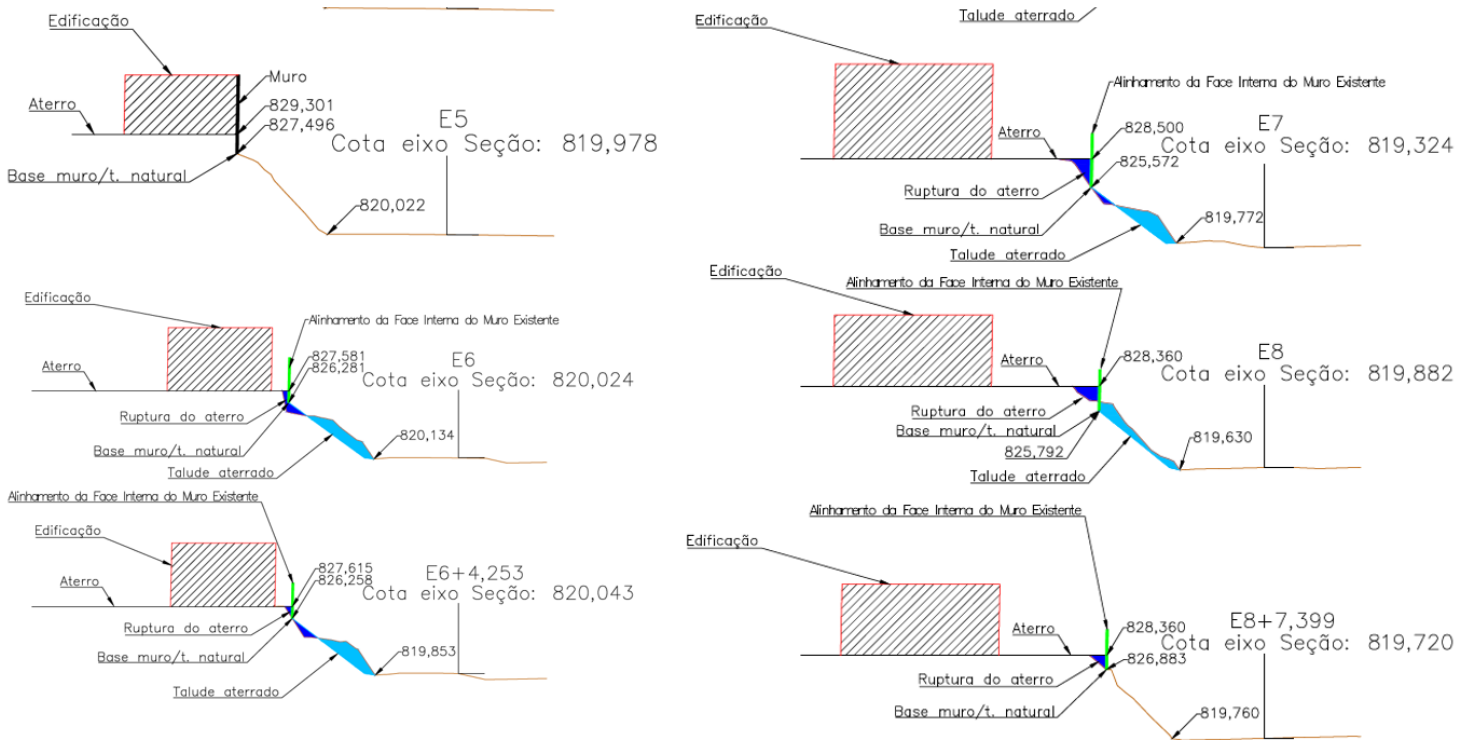
Figura 12 a seguir ilustra o local do desmoronamento e a Figura 13 complementa e comprova o exposto acima.

Figura 12 - Desmoronamento do muro de divisa entre as estacas E5 e E8



Fonte: EMPRESA E, 2020.

Figura 13 – Seções transversais das estacas E5 a E8

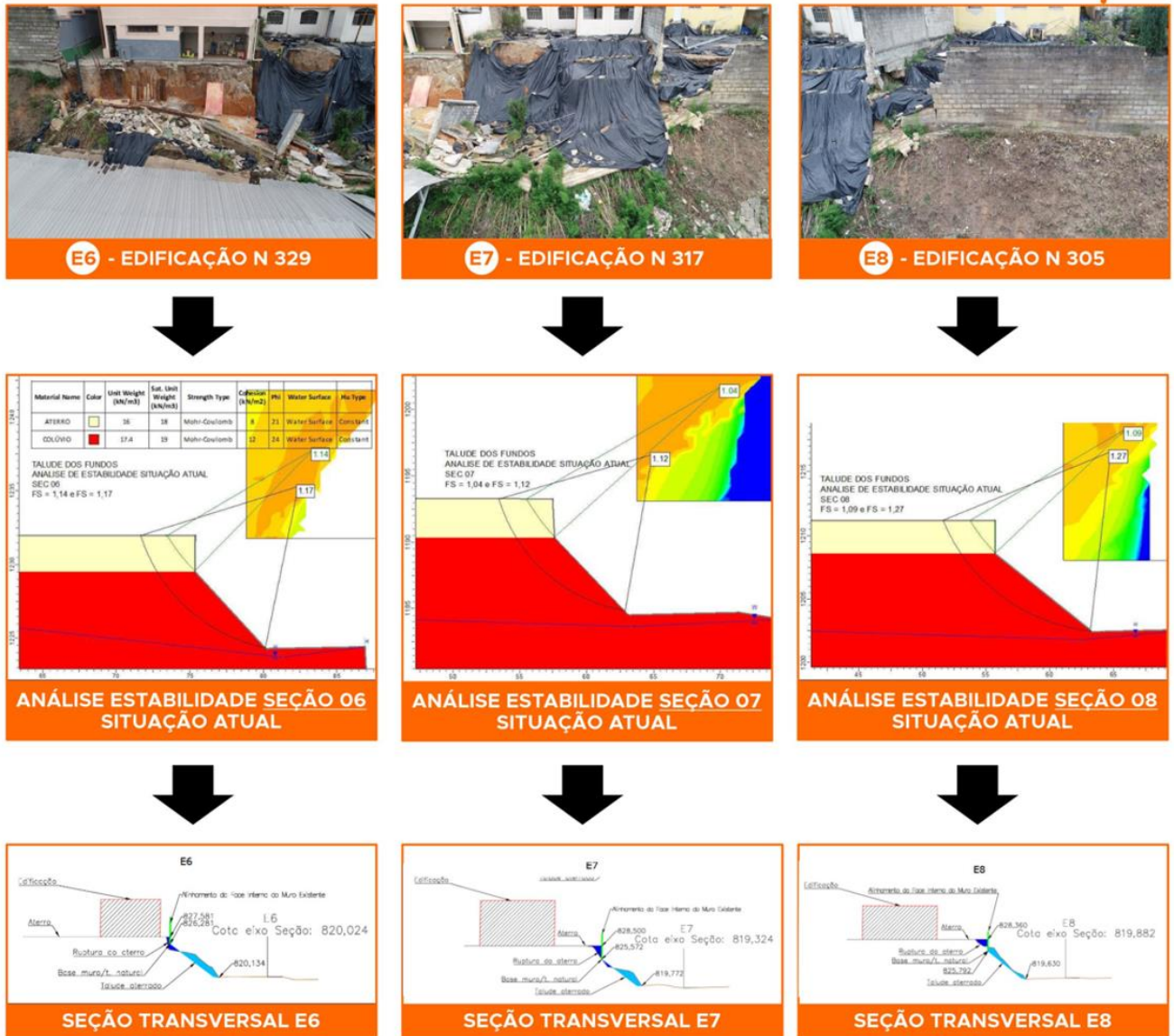


Fonte: EMPRESA E, 2020.

3.4 Análise de estabilidade e fatores de segurança

O laudo de autoria da empresa F promoveu a análise da estabilidade do talude examinando os fatores de segurança considerando os cenários de existência ou não de aterro nas seções E6, E7, E8 e E9. Conforme este laudo, os fatores de segurança para a condição original do talude estavam acima de 1,50, indicando conformidade as normas. Ao passo que, onde ocorreram as rupturas, caso das seções 6 e 7, os fatores de segurança para a situação dos taludes pós-desmoronamento apresentaram índice próximo de um. Ou seja, com a construção do aterro, o fator de segurança passou de maior que 1,50 (originalmente sem o aterro) para próximo de 1, que é indicativo de ruptura iminente. Já as seções 8 e 9 exibiram fatores de segurança próximos de 1,30 para a mesma situação, indicativo de talude com certo grau de resistência, evidenciada pelo efeito produzido, que causou apenas afundamento do aterro apoiado atrás do muro de divisa. Portanto, concluiu-se que fatores posteriores à construção do talude, tais como a execução de aterros, contribuíram para a diminuição de sua resistência e, conseqüentemente, para o desmoronamento. Na Figura 14 ilustramos de forma resumida a situação crítica das seções E6, E7 e E8 do talude devido ao grande volume de aterro realizado, principalmente pelos imóveis n^{os} 317 e 305.

Figura 14 - Estudo das seções E6, E7 e E8



Fonte: Autoria própria com base no relatório da empresa E e laudo da empresa F.

4. CONCLUSÃO

A partir da vistoria e da análise da documentação, foi possível constatar que em 1983 a empresa A terraplenou o seu terreno, deixando no mesmo nível da Avenida e conformou taludes na parte posterior. A empresa A construiu também um muro de vedação na parte superior do talude, crista, junto da divisa com os terrenos dos imóveis confrontantes.

Com o passar dos anos os imóveis confrontes, devido à topografia do terreno, realizaram aterros com alturas diferentes e variáveis na parte posterior dos seus lotes. Esses aterros utilizaram, indevidamente o muro de vedação com a empresa A, como se fosse um muro de contenção

No final de janeiro de 2020, após intensas chuvas atingirem Belo Horizonte, ocorreu o deslizamento da parte superior do talude da empresa A. Nesse deslizamento os imóveis mais atingidos foram os de nºs 305, 317 e 329. Sendo que os demais imóveis, com exceção do nº 243, também sofreram danos e impactos devido ao deslizamento. Através de levantamentos topográficos, análises dos perfis dos terrenos e das imagens da época do deslizamento, além de vistoria detalhada no local, observa-se que os imóveis de nº 305 e 317, são exatamente os que realizaram o maior volume de aterro na parte posterior dos seus lotes.

A ruptura do talude ocorreu na sua parte superior, principalmente junto aos imóveis de nºs. 329, 317, 305 e 279, seções E6, E7 e E8. Nesses imóveis ocorreram desmoronamentos no terreno. Os imóveis vizinhos à esquerda nºs. 341 e 351 apresentaram abatimentos nos terrenos, os quais atingiram os muros e as edículas localizadas próximas ao talude. Os imóveis à direita nºs. 267 e 255 apresentaram abatimentos, que atingiram os muros e o piso próximo à divisa. O imóvel nº. 255 não foi atingido de forma significativa. Destacamos que o imóvel nº 243 não apresentou nenhum problema devido ao deslizamento do talude da empresa A em janeiro de 2020.

As Figuras 15 e 16 a seguir apresentam, respectivamente, a dinâmica do evento do deslizamento do talude e as áreas impactadas por ele, sendo que no detalhe em vermelho representa-se a área mais atingida pelo deslizamento, com desmoronamentos, e em amarelo a área menos impactada e que foi atingida basicamente por abatimentos no terreno.

Figura 15 – Dinâmica do deslizamento do talude

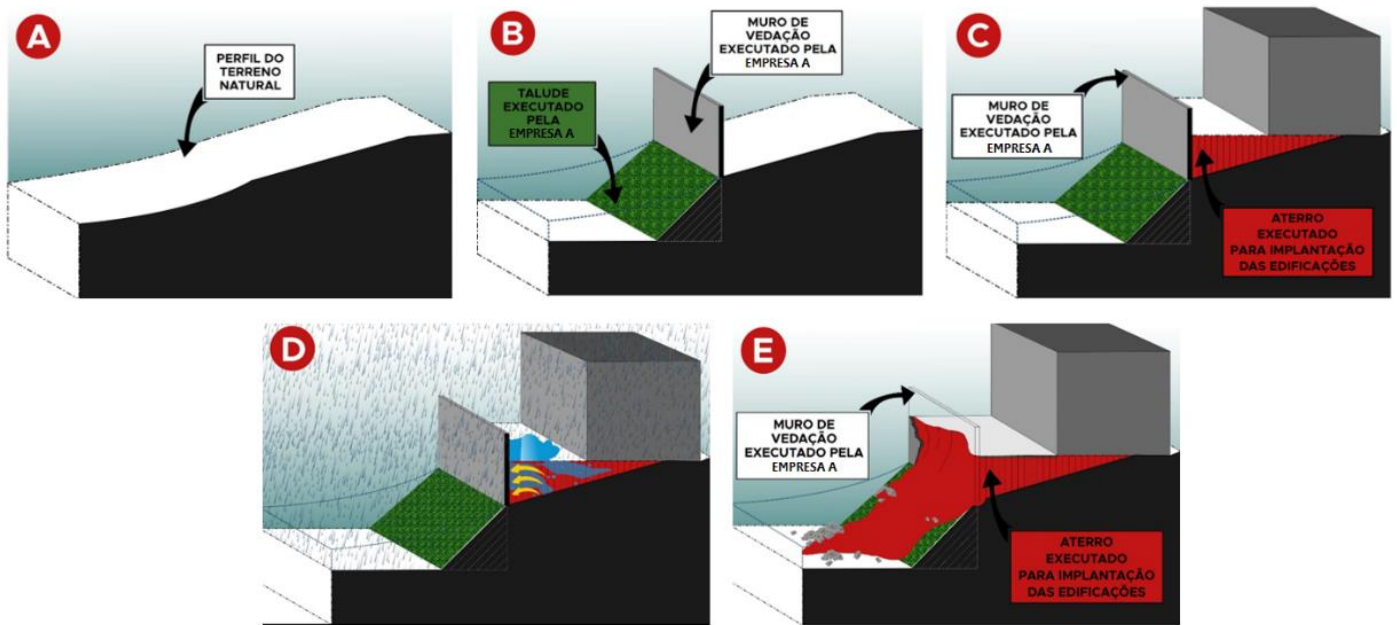
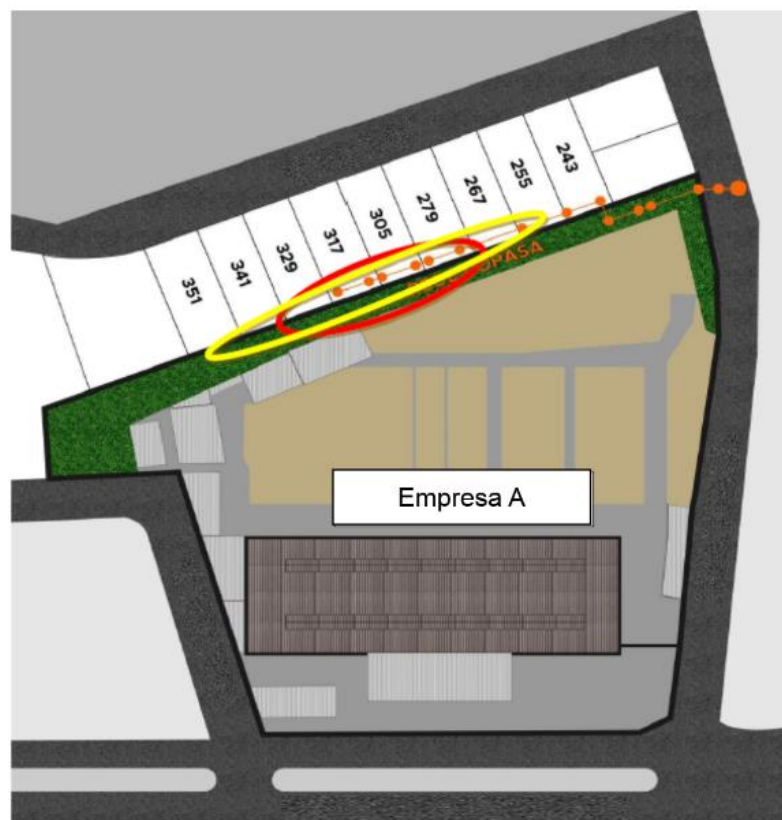


Figura 16 - Áreas impactadas pelo deslizamento do talude



Fonte: Autoria própria.

Portanto, temos que as causas principais do deslizamento do talude da empresa A, dentre outras, foram as seguintes:

- O significativo aterro realizado na parte superior do talude da empresa A, nos fundos dos imóveis n^{os} 329, 317, 305 e 279, sem os cuidados necessários;
- As intensas chuvas ocorridas no final do mês de janeiro de 2020.

Evidenciou-se, portanto, que a metodologia aplicada no presente estudo se mostrou satisfatória, quanto à importância da vistoria técnica de engenharia e a análise criteriosa das documentações existentes em relação aos objetos da vistoria e das normas técnicas, bem como a aplicação dessas normas.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13752** – Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11682** – Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

AYER, Flávia. **Temporal de sexta-feira em BH: o mapa das chuvas e horários esperados**. Estado de Minas., Belo Horizonte, 24 jan. 2020. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/24/interna_gerais,1116573/temporal-de-sexta-feira-em-bh-o-mapa-das-chuvas-e-horarios-esperados.shtml. Acesso em: 08 set. 2021.

EISENHARDT, Kathleen Marie. Building theories from case study research. **The Academy of Management Review**, v. 14, nº 4, p. 532-550, out. 1989. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/258557?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 29 ago. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. – 6ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2008.

GUIDO, Guidicini. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. — São Paulo: Blucher, 1983.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa**: Um guia prático. Bahia: Via Litterarum, 2010.

LOTURCO, Bruno. Talude Seguro. **Revista Técnica**, São Paulo, ed. 83, fev.2004.

MARCELLI, Maurício. **Sinistros na construção civil**. São Paulo: Pini, 2007.

NUNES, Maira; PERUYERA, Matias. **Metodologia científica aplicada à publicidade**. Curitiba: Contentus, 2021.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. **Métodos de pesquisa**: Unidade 2 – A pesquisa científica. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

TABALIPA, Ney Lyzandro e FIORI, Alberto Pio. **Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia Rio Ligeiro (PR)**. São Paulo: UNESP: Geociências, v. 27, n. 3, p. 387-399, 2008.

YIN, Robert K. **Case study research**: Design and methods. – 3ª Ed. London: Sage Publications, 2003.