

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES E GEOTECNIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA EM PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL**

Wilson Alves da Silva

**O CAPIM VETIVER COMO POSSÍVEL ALTERNATIVA PARA AÇÃO
PREVENTIVA CONTRA MOVIMENTO DE MASSA NO BAIRRO
TAQUARIL – REGIÃO LESTE DE BELO HORIZONTE/MG**

Juiz de Fora

2024

Wilson Alves da Silva

**O CAPIM VETIVER COMO POSSÍVEL ALTERNATIVA PARA AÇÃO
PREVENTIVA CONTRA MOVIMENTO DE MASSA NO BAIRRO
TAQUARIL – REGIÃO LESTE DE BELO HORIZONTE/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Especialização
em Gestão Pública em Proteção e Defesa
Civil da Universidade Federal de Juiz de
Fora como requisito parcial à obtenção do
título de Especialista.

Orientadora: Dra. Tatiana Tavares Rodriguez

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Wilson Alves da Silva.

O Capim Vetiver como Possível Alternativa para Ação Preventiva Contra Movimento de Massa no Bairro Taquaril – Região Leste de Belo Horizonte/MG / Wilson Alves da Silva Silva. -- 2024.

53 f. : il.

Orientadora: Tatiana Tavares Rodriguez Rodriguez
Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Especialização em Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil, 2024.

1. Capim Vetiver. 2. Movimento de Massa. 3. Medida Preventiva.
I. Rodriguez, Tatiana Tavares Rodriguez, orient. II. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA EM PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

Ata da sessão pública referente à defesa do Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "O Capim Vetiver Como Possível Alternativa Para Ação Preventiva Contra Movimento De Massa No Bairro Taquaril – Região Leste De Belo Horizonte/MG" pelo discente Wilson Alves da Silva, matrícula 112960075, sob orientação da professora Tatiana Tavares Rodriguez.

Aos 10 dias do mês de junho do ano de 2024, às 16 horas, na modalidade virtual, reuniu-se a Banca Examinadora do TCC em epígrafe, com a seguinte composição:

Orientadora: Dra. Tatiana Tavares Rodriguez (UFJF).

Examinador 1: Dr. Christian Ricardo Ribeiro (UFABC).

Examinador 2: Me. Breno Alcântara Silva (IFNMG).

Tendo a senhora Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o discente procedeu a apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação lato sensu e foi submetido à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, com base na nota 7,50 calculada pela planilha de avaliação do curso, deliberou sobre o seguinte resultado:

Reprovação por nota (Conceito R)

Aprovação por nota (Conceito C).

Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Tavares Rodriguez, Professor(a)**, em 29/07/2024, às 21:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Breno Alcântara Silva, Usuário Externo**, em 29/07/2024, às 21:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Christian Ricardo Ribeiro, Usuário Externo**, em 30/07/2024, às 13:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1891218** e o código CRC **60CFA0CC**.

Referência: Processo nº 23071.908703/2023-44

SEI nº 1891218

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e aos meus pais a quem agradeço pelos ensinamentos e base a que me proporcionaram para que eu pudesse me tornar a pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar pelas bênçãos alcançadas.

Agradeço a minha família, em especial a minha amada esposa Vanete Gonçalves Godoi por estar sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando, principalmente nos momentos de dificuldade.

Ao meu filho Bryan Leandro de Souza da Silva, minha razão de viver.

À Universidade Federal de Juiz de Fora pela oportunidade.

Agradeço a todo o corpo docente do curso de especialização em Pós-Graduação em Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil pelo conhecimento compartilhado, dedicação e empenho durante todo o curso.

Agradeço a Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil de Belo Horizonte, na pessoa do Subsecretário Waldir Figueiredo Vieira pela autorização do uso de arquivos internos para a concretização deste trabalho.

Agradeço aos colegas de trabalho, Cristiano Petres Gonçalves Rebula, Dayan Diniz de Carvalho, Emiliano Junio da Silva, Evenilton Fernandes Ribeiro dos Santos, Felipe Antônio Carneiro Rodrigues, Paulo Sérgio Ferreira Costa, e Silvio da Costa Lana Filho pela colaboração.

Agradeço à Empresa DEFLOR BIOENGENHARIA na pessoa do presidente Aloísio Rodrigues Pereira pelas informações técnicas repassadas.

Ainda que a minha mente e o meu corpo enfraqueçam, Deus é a minha força, ele é tudo o que preciso (Salmos 73: 8).

RESUMO

A bioengenharia, especialmente com o uso do capim vetiver, tem se mostrado uma alternativa eficaz e sustentável para a prevenção de movimentos de massa em áreas geologicamente vulneráveis. Este trabalho avalia a viabilidade da utilização do capim vetiver como uma medida mitigadora de riscos geológicos no bairro Taquaril, na região leste de Belo Horizonte/MG. Foram investigadas as características do solo e do relevo do bairro, identificando áreas propensas a movimentos de massa. A pesquisa bibliográfica e de campo realizada revelou que o capim vetiver, devido ao seu sistema radicular profundo e denso, aumenta a resistência ao cisalhamento do solo, sendo uma solução viável para a estabilização de encostas. Além disso, o capim vetiver apresenta baixo custo de implementação e manutenção, é adaptável ao clima local e resistente às condições adversas. Com base nesses benefícios, recomenda-se a implementação do capim vetiver como uma medida preventiva no bairro Taquaril.

Palavras-chave: Capim Vetiver. Movimento de Massa. Medida Preventiva

ABSTRACT

Bioengineering, particularly with the use of vetiver grass, has proven to be an effective and sustainable alternative for preventing mass movements in geologically vulnerable areas. This study assesses the feasibility of using vetiver grass as a mitigation measure for geological risks in the Taquaril neighborhood, located in the eastern region of Belo Horizonte/MG. The characteristics of the soil and topography of the neighborhood were investigated to identify areas prone to mass movements. The bibliographic and field research conducted revealed that vetiver grass, due to its deep and dense root system, increases soil shear strength, making it a viable solution for slope stabilization. Additionally, vetiver grass has low implementation and maintenance costs, is adaptable to the local climate, and is resistant to adverse conditions. Based on these benefits, the implementation of vetiver grass is recommended as a preventive measure in the Taquaril neighborhood.

Keywords: *Vetiver Grass, Mass Movement, Preventive Measure*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos de movimentos de massa.....	10
Figura 2 - Mapa do município de Belo Horizonte.....	12
Figura 3 - Mapa de localização Conjunto Taquaril e bairro Taquaril - região Leste de Belo Horizonte.....	13
Figura 4 - Uso do Capim Vetiver no combate a erosão do solo.....	15
Figura 5 - Capim Vetiver com 2.00 m de altura.....	17
Figura 6 - Capim Vetiver com 0.50 m, 1.00 m e 1.80 m de altura.....	19
Figura 7 - Mudanças de Capim Vetiver separadas e acondicionadas para transporte....	21
Figura 8 - Mudanças de Capim Vetiver com 6 meses de vida	22
Figura 9 - Plantio de Capim Vetiver.....	23
Figura 10 - Sistema Vetiver	25
Figura 11 - Vista panorâmica bairro Taquaril.....	27
Figura 12 - Mapa geológico região Leste de Belo Horizonte, Conjunto Taquaril e bairro Taquaril.....	28
Figura 13 - Mapa de Belo Horizonte com demarcações das áreas de risco de erosão, assoreamento e escorregamento.....	29
Figura 14 - Mapa de localização Conjunto Taquaril e bairro Taquaril - região Leste de Belo Horizonte com demarcações das áreas de risco de erosão, assoreamento e escorregamento.....	30
Figura 15 - Mapa de Belo Horizonte com demarcação das áreas de risco de erosão, assoreamento, escorregamento/deslizamento, risco associado à escavações, assim como nº de ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica registradas pela Defesa Civil de Belo Horizonte no período de 2018 a 2023.....	31
Figura 16 - Mapa de localização Conjunto Taquaril e bairro Taquaril - região Leste de Belo Horizonte com demarcações	32
Figura 17 - Mapa com distribuição espacial de ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica entre 2018 a 2023.....	33
Figura 18 - Deslizamento Planar em talude no bairro Taquaril.....	34
Figura 19 - Mapa de Declividade de Belo Horizonte.....	35
Figura 20 - Mapa Altimétrico do município de Belo Horizonte.....	36
Figura 21 - Ciclo de Proteção e Defesa Civil.....	38
Figura 22 - Agente Defesa Civil de Belo Horizonte em visita domiciliar.....	39

Figura 23 - Notificação de Risco Defesa Civil De Belo Horizonte.....	40
Figura 24 - Ficha de Cadastro de Atingidos por Desastres.....	41
Figura 25 - Gráfico com número de obras de eliminação de risco geológico entre 2018 a 2023.....	43
Figura 26 - Estabilização de Encosta com Muro de Contenção no bairro Taquaril.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	16
1.3 ESTRUTURA	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 CAPIM VETIVER.....	17
2.2 CARACTERÍSTICAS.....	18
2.3 TÉCNICA DE PLANTIO	20
2.4 ESTABILIZAÇÃO DE TALUDE COM VETIVER.....	24
3 BAIRRO TAQUARIL	27
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	27
3.2 AÇÕES DE DEFESA CIVIL.....	37
3.3 POLÍTICAS DE MITIGAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS ATINGIDAS	42
4 METODOLOGIA	44
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	44
4.2 COLETA DE DADOS E ANÁLISE DE DADOS	44
5 RESULTADOS E ANÁLISES	45
6 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Movimentos de massa são deslocamentos de volumes de solo e/ou rochas ao longo de uma encosta. Tais movimentos podem ocorrer de forma natural por força da gravidade, evento sísmico, terremotos, atividades vulcânicas, dentre outros fenômenos da natureza, ou ainda por ações antrópicas, quando há intervenção humana (Rodríguez, 2021). A Figura 1 apresenta os tipos de movimentos de massa de acordo com Silva (2019): Rastejo; Escorregamento; Corrida de massa; e, Queda.

Figura 1 - Tipos de movimentos de massa



Fonte: Silva (2019)

A problemática dos movimentos de massa, é uma preocupação constante em áreas urbanas, especialmente em regiões sujeitas a condições geológicas desfavoráveis e a atividades humanas que podem agravar esses fenômenos. No caso específico do bairro Taquaril, situado na região leste de Belo Horizonte/MG (Figura 3), a ocorrência desses eventos representa um desafio significativo para a segurança e a qualidade de vida dos moradores, isso devido a topografia e formação geológica da região, o que elevou o número de ocorrências atendidas pela Defesa Civil de Belo Horizonte no local. Segundo dados da instituição, somente nos

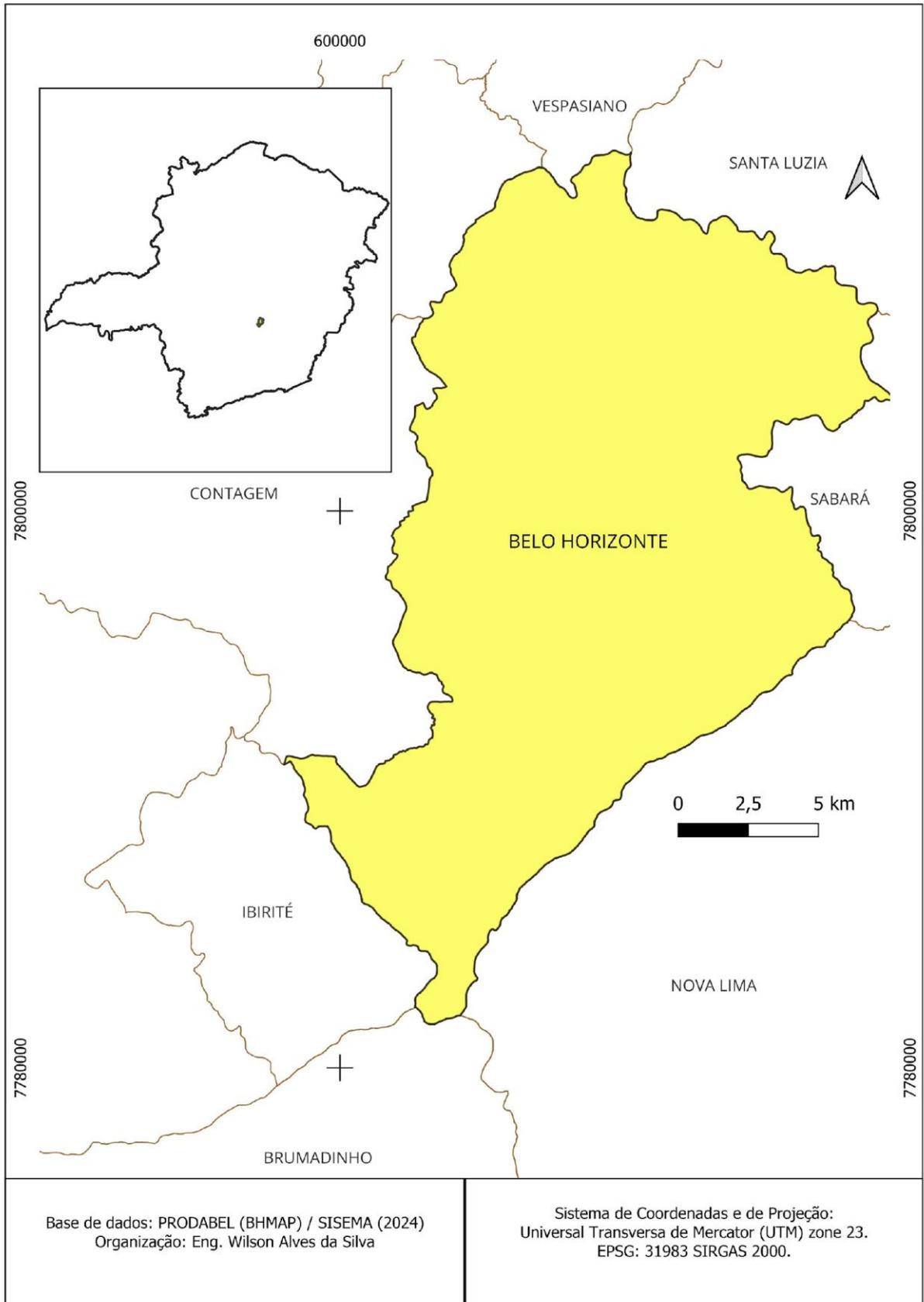
anos de 2018 a 2023, o órgão atendeu cerca de 217 ocorrências de natureza geológica no bairro (SUPDEC, 2024).

O processo inicial de ocupação e desenvolvimento da comunidade teve início com a construção do Conjunto Taquaril na década de 80. Após sua ocupação inicial, a expansão desordenada da área onde o bairro está inserido, ocorreu com ocupações em áreas verdes e institucionais, destinadas à edificação de equipamentos públicos, margens de córregos e outras áreas identificadas como de risco geológico iminente, agravando-se devido ao solo filitoso da localidade (Lopes, 2024).

O aumento da densidade populacional também foi impulsionado pela subdivisão informal de lotes. Este fenômeno evidencia desafios significativos em termos de planejamento urbano e gestão ambiental na área estudada. Diante da complexa problemática urbanística e social, o Conjunto Taquaril foi alvo de um Plano Diretor específico, elaborado pela Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (URBEL) em 1995, que identificou a necessidade de um significativo programa de remoções e diversas intervenções urbanísticas na região (Lopes, 2024).

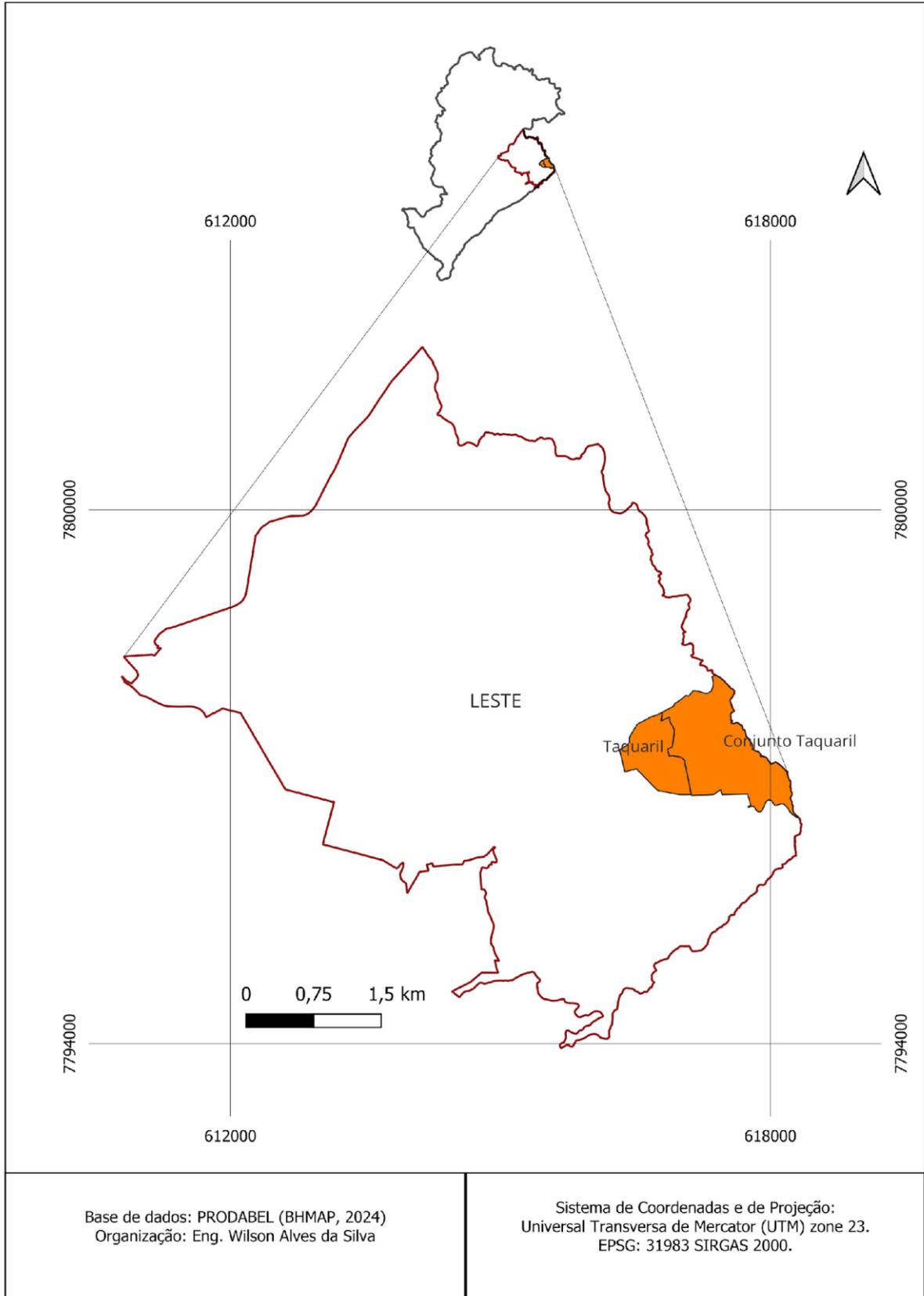
Atualmente, o território do bairro é um dos aglomerados mais extensos de Belo Horizonte, com 10.094 domicílios particulares permanentes em aglomerados subnormais, continuamente atraindo residentes de diversas origens, tanto da capital quanto de cidades do interior (Lopes, 2024). A Figura 2 apresenta o mapa do município de Belo Horizonte.

Figura 2 - Mapa do município de Belo Horizonte



Fonte: Autor (2024)

Figura 3 - Mapa de localização Conjunto Taquaril e bairro Taquaril - Região Leste de Belo Horizonte



Fonte: Autor (2024)

O solo do bairro Taquaril, localizado na região leste de Belo Horizonte/MG, é predominantemente composto por materiais graníticos e gnaissicos, com características típicas da região geológica conhecida como Quadrilátero Ferrífero. Essa região é conhecida por apresentar solos predominantemente lateríticos, formados a partir da decomposição de rochas ígneas e metamórficas ricas em minerais de ferro (Gilkes; Prakongkep; Meyer, 2019).

Os solos do bairro Taquaril são classificados como latossolos, que são solos profundos, bem drenados e altamente intemperizados. Eles tendem a ser ácidos, com baixa fertilidade natural devido à lixiviação de nutrientes ao longo do tempo. Além disso, devido à sua natureza intemperizada, esses solos podem apresentar uma estrutura granular bem desenvolvida, o que os torna suscetíveis a processos de erosão e movimentos de massa, especialmente em encostas íngremes ou mal consolidadas (Suryadevara; Kumari; Mohanty, 2021).

É importante notar que as características do solo podem variar dentro do próprio bairro, dependendo da geologia local, do relevo e do uso da terra. Portanto, ao considerar estratégias de prevenção contra movimentos de massa, é essencial realizar uma análise detalhada do solo em cada área específica do bairro Taquaril para entender suas propriedades e comportamento em diferentes condições (Mcdonald; Erickson; Bambara, 2023).

Diante desse contexto, surge a necessidade de buscar alternativas eficazes e sustentáveis para a prevenção e mitigação dos movimentos de massa nessa localidade. Uma possível abordagem promissora é o uso do capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), uma espécie vegetal conhecida por suas propriedades de controle de erosão e estabilização de taludes e encostas (Greenway, 2023). A Figura 4 apresenta um exemplo de talude com aplicação do capim vetiver.

Figura 4 - Uso do Capim Vetiver no combate a erosão do solo



Fonte: Madruga; Schelle, Salomão (2013).

O presente estudo propõe investigar a viabilidade e os potenciais benefícios do capim vetiver como uma alternativa sustentável e eficaz contra movimentos de massa em áreas urbanas vulneráveis no bairro Taquaril. A proposição de utilizar o capim vetiver como ação preventiva é fundamentada em estudos prévios, como o de Silva (2022), que destacam as características únicas do capim vetiver, incluindo seu sistema radicular fasciculado profundo e denso, sua capacidade de absorção de água e nutrientes do solo, e sua resistência a condições adversas de crescimento.

A justificativa para este estudo é baseada na necessidade de buscar soluções eficazes e sustentáveis para mitigar os riscos de movimentos de massa no bairro Taquaril, localizado na região leste de Belo Horizonte/MG. A escolha do capim vetiver como possível alternativa preventiva é respaldada por estudos anteriores que destacam suas propriedades de controle de erosão e estabilização de encostas e taludes. Além disso, considerando a vulnerabilidade do bairro Taquaril a movimentos de massa devido às características geológicas e ao relevo acidentado da região, é essencial buscar medidas de prevenção que possam reduzir os riscos associados e proteger a população local e suas propriedades. Ao investigar a viabilidade e eficácia do capim vetiver como uma dessas medidas preventivas, este estudo busca contribuir para a promoção da segurança e qualidade de vida dos moradores do bairro Taquaril, bem como para o desenvolvimento de práticas sustentáveis de gestão de riscos geológicos em áreas urbanas vulneráveis.

O problema de pesquisa, busca responder: qual é a eficácia do capim vetiver como uma possível alternativa para ação preventiva contra movimentos de massa no bairro Taquaril, localizado na região leste de Belo Horizonte/MG, e como essa solução pode ser aplicada de forma sustentável e eficiente para reduzir os riscos geológicos e proteger a população local? O capim vetiver pode ser utilizado como medida mitigadora de desastres na região do bairro Taquaril?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral é avaliar se o capim vetiver é uma possível medida mitigadora para risco geológico/geotécnico no bairro Taquaril.

Sendo assim, os objetivos específicos são:

- Investigar as características do solo e do relevo do bairro Taquaril, identificando áreas suscetíveis a movimentos de massa;
- Analisar os benefícios na implementação e manutenção do capim vetiver como medida preventiva no bairro Taquaril.

1.3 ESTRUTURA

Este trabalho de conclusão de curso está dividido em 6 capítulos incluindo este introdutório que apresenta a justificativa e os objetivos da pesquisa.

No capítulo 2 faz-se um estudo sobre o Capim Vetiver, destacando seu conceito e suas características.

No capítulo 3 é apresentado o bairro Taquaril, mostrando a existência de movimentos de massa com superfície planar.

Além disso, serão investigadas as características do solo e do relevo do bairro Taquaril, identificando áreas vulneráveis a movimentos de massa e erosão.

No capítulo 4 é mostrada a metodologia utilizada para a pesquisa.

No capítulo 5 analisam-se os benefícios na implementação e manutenção do capim vetiver como medida preventiva no bairro Taquaril.

Por fim, no capítulo 6, são apresentadas as principais considerações levantadas neste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CAPIM VETIVER

O capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) é uma planta perene que possui diversas aplicações práticas e ecológicas, sendo amplamente utilizada em projetos de engenharia bioambiental (Truong; Baker, 2016).

O capim vetiver é extremamente eficaz no controle da erosão do solo devido ao seu sistema radicular longo e denso do tipo fasciculado (Figura 5). Essas raízes agem como uma rede natural que segura o solo, reduzindo significativamente o processo de erosão superficial e subterrânea. Esta característica torna o vetiver ideal para a estabilização de taludes, margens de rios e áreas propensas a deslizamentos (Truong; Baker, 2016).

Figura 5 - Capim Vetiver com 2,00 m de altura



Fonte: Autor (2024)

O capim vetiver ajuda na filtração e purificação da água. Suas raízes densas e profundas filtram sedimentos e poluentes, como metais pesados e pesticidas,

antes que esses contaminem corpos d'água. Além disso, a planta pode reduzir significativamente o escoamento superficial, permitindo que mais água infiltre no solo, o que melhora a qualidade da água e reduz a poluição hídrica (Singh *et al.*, 2018).

Estudos demonstraram que o capim vetiver tem capacidade de fitoremediação, isto é, pode absorver e decompor contaminantes tóxicos no solo, como chumbo, arsênio e cádmio. Essa capacidade faz do vetiver uma ferramenta valiosa na reabilitação de locais contaminados, sejam eles antigos lixões, áreas de derramamento de óleo ou terrenos industriais degradados (Rojas-Sandoval; Truong, 2017).

De acordo com Holanda; Dias e Santos, (2021), estudos recentes têm demonstrado que o capim vetiver apresenta um excelente potencial de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, potencializado pela aplicação de adubação orgânica. Esta característica torna-o uma alternativa viável para a estabilização de taludes e prevenção de deslizamentos, temas relevantes para a região Leste de Belo Horizonte.

Além disso, Oliveira; Leles Lima e Ucker (2018) destacam o papel do vetiver na agricultura familiar, onde sua capacidade de adaptação e crescimento rápido pode contribuir significativamente para práticas de cultivo sustentável. Este aspecto é essencial para compreender a viabilidade do capim vetiver como medida preventiva contra movimentos de massa, como os que frequentemente ocorrem no bairro Taquaril. No período de 2018 a 2023, a Defesa Civil de Belo Horizonte atendeu 170 ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica na região (SUPDEC, 2024).

Finalmente, Chaves e Andrade (2013) ressaltam que o vetiver não só ajuda na proteção contra a erosão, mas também na recuperação de áreas degradadas, uma vez que suas densas raízes ajudam a estabilizar o solo e promover o retorno da vegetação nativa. Este benefício é crucial para áreas urbanas susceptíveis a desastres naturais decorrentes de instabilidades geológicas.

2.2 CARACTERÍSTICAS

O capim vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) é conhecido por suas propriedades únicas que o tornam ideal para a conservação do solo e controle de

erosão. Esta gramínea possui um sistema radicular extremamente profundo e denso, proporcionando uma ancoragem eficaz ao solo e uma significativa resistência à erosão hídrica e eólica (Barbosa; Lima, 2013). A Figura 6 mostra o Capim Vetiver em diferentes fases de crescimento.

Figura 6 - Capim Vetiver com 0,50 m; 1,00 m e 1,80 m de altura



Fonte: Autor (2024)

Além disso, Holanda; Dias e Santos (2021) apontam que o vetiver é altamente adaptável a diferentes tipos de solo e condições climáticas, o que o torna uma solução versátil para diversos cenários ambientais.

Devido às suas robustas características radiculares, o capim vetiver é frequentemente utilizado em projetos de bioengenharia para a estabilização de taludes e prevenção de deslizamentos de terra. Chaves e Andrade (2013) descrevem como o vetiver pode ser utilizado para formar uma "parede viva" que estabiliza o solo e reduz o risco de deslizamentos, especialmente em áreas com declives acentuados. Essa aplicação é particularmente relevante para o bairro Taquaril, onde a topografia propensa a deslizamentos demanda soluções eficazes e sustentáveis.

Além dos benefícios estruturais, o capim vetiver contribui para a sustentabilidade ambiental. Oliveira; Leles Lima e Ucker (2018) destacam que o vetiver promove a infiltração de água no solo, reduzindo o escoamento superficial e aumentando a disponibilidade de água para as plantas. Esse processo ajuda na recuperação de solos degradados e na promoção de um ambiente mais saudável e resiliente. Ademais, o vetiver é capaz de absorver metais pesados e outras toxinas do solo, o que pode ser crucial para a recuperação de áreas contaminadas.

A utilização do capim vetiver como medida preventiva contra movimentos de massa vai além da simples estabilização do solo. Conforme discutido por Chaves e Andrade (2013), a implementação dessa planta em áreas de risco pode significar uma redução significativa no impacto de desastres e aqueles potencializados pela ação do homem no meio ambiente, protegendo comunidades e infraestruturas vitais. Esta abordagem não apenas oferece uma solução eficaz, mas também é econômica, reduzindo a necessidade de manutenção e reconstrução após eventos adversos.

Além das aplicações em engenharia ambiental, o capim vetiver também é utilizado em perfumaria, devido ao seu óleo essencial, e em artesanato, com suas folhas longas sendo usadas para fazer esteiras e cestas. Essa versatilidade aumenta o valor econômico da planta para as comunidades locais (Chen *et al.*, 2019).

Portanto, o capim vetiver emerge como uma solução promissora e multifuncional para o controle de erosão e prevenção de deslizamentos. Suas propriedades únicas permitem que ele seja aplicado em diversos contextos geológicos e ambientais, fornecendo uma barreira natural contra a degradação do solo e contribuindo para a sustentabilidade ambiental. A escolha do vetiver para o bairro Taquaril representa um passo significativo em direção à mitigação de riscos geológicos de forma sustentável e economicamente viável.

2.3 TÉCNICA DE PLANTIO

O cultivo de capim vetiver é economicamente viável e sustentável. Ele é uma planta de baixa manutenção que não requer fertilizantes ou pesticidas após estabelecido, e é resistente a secas, inundações, e variações de temperatura. Essas características fazem do vetiver uma opção de baixo custo e ecologicamente correta

para projetos de grande escala (Danh *et al.*, 2014). A Figura 7 mostra as mudas de capim vetiver separadas para o transporte.

Figura 7 - Mudanças de Capim Vetiver separadas e acondicionadas para transporte



Fonte: Autor (2024)

A preparação do solo é um passo crucial para o sucesso do plantio do capim vetiver. O solo deve ser bem drenado e livre de ervas daninhas. Embora o vetiver seja tolerante a uma ampla gama de condições de solo, ele prospera melhor em solos levemente ácidos a neutros. A preparação envolve arar e nivelar o solo, garantindo que esteja solto e aerado para facilitar o enraizamento profundo das mudas (Truong; Van, 2019).

O capim vetiver é propagado principalmente através de divisão de touceiras, uma técnica que envolve separar cuidadosamente as raízes jovens e saudáveis da planta mãe. Essa abordagem assegura uma alta taxa de sobrevivência e crescimento rápido, uma vez que cada segmento de raiz já possui um sistema radicular estabelecido. As mudas devem ter pelo menos 10 cm de altura e incluir

uma porção do rizoma com raízes (Smith, 2020). A Figura 8 apresenta as mudas de capim vetiver com 6 meses.

Figura 8 - Mudanças de Capim Vetiver com 06 meses de vida



Fonte: Autor (2024)

O espaçamento entre as plantas é vital para o desenvolvimento adequado do capim vetiver. Recomenda-se um espaçamento de 15 a 20 cm entre as mudas em linhas, com linhas espaçadas de aproximadamente 50 cm uma da outra. Esse arranjo permite o crescimento uniforme das raízes e a formação de uma barreira contínua contra erosão. O plantio geralmente é realizado no início da estação chuvosa para maximizar a absorção de água e facilitar o estabelecimento das plantas (Jones; Stokes, 2018). A Figura 9 detalha a forma correta de plantio do capim vetiver em um talude.

Figura 9 - Plantio de Capim Vetiver



Fonte: Deflor Bioengenharia (2024)

Após o plantio, o manejo adequado é essencial para o desenvolvimento do capim vetiver. Nos primeiros meses, é importante garantir que as plantas sejam bem regadas e que o solo ao redor delas seja mantido livre de ervas daninhas. A aplicação de fertilizantes orgânicos pode ser benéfica para estimular o crescimento inicial, mas uma vez estabelecido, o vetiver requer pouca manutenção. A poda regular das folhas pode promover um sistema radicular mais robusto e evitar que a planta se torne invasiva (Lee, 2021).

A técnica de plantio do capim vetiver é relativamente simples, mas requer atenção aos detalhes para garantir o sucesso. Através do entendimento das necessidades específicas da planta e da aplicação de práticas de manejo

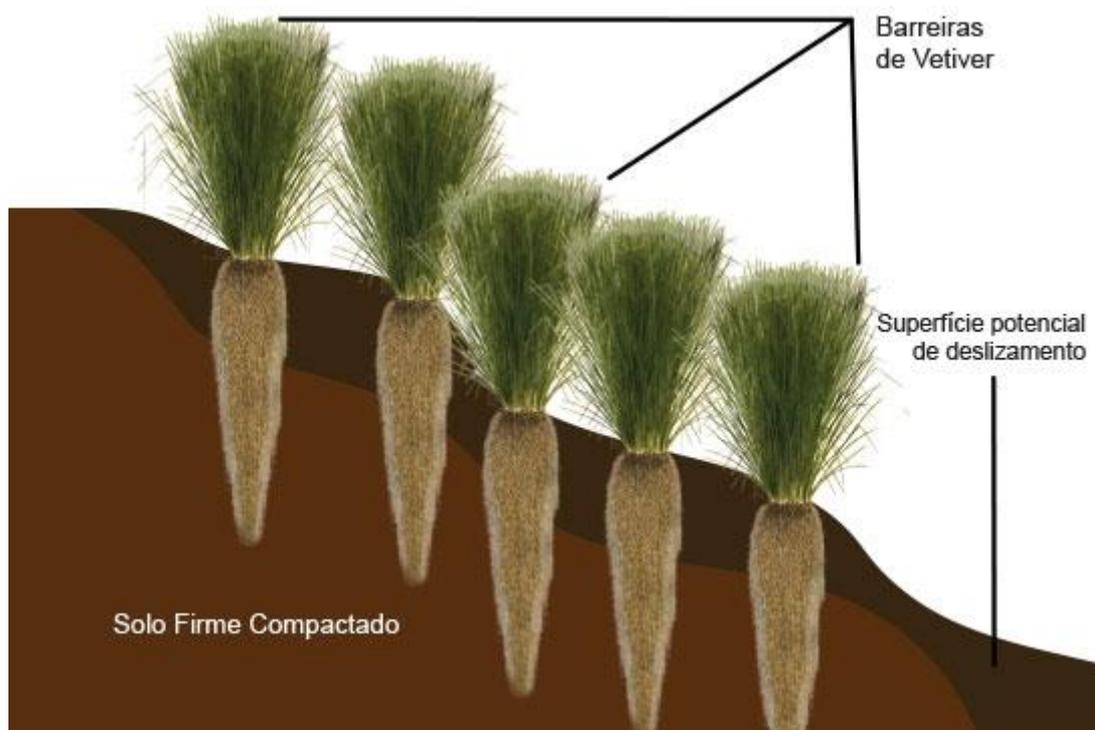
adequadas, o capim vetiver pode ser uma solução eficaz e sustentável para problemas de erosão e estabilização de solos em diversas regiões.

2.4 ESTABILIZAÇÃO DE TALUDE COM VETIVER

A estabilização de taludes é uma área crítica da geotecnia que envolve o uso de diversas técnicas para aumentar a estabilidade de encostas e prevenir movimentos de massa. Esses fenômenos ocorrem devido a uma combinação de fatores geológicos, meteorológicos e humanos, que comprometem a integridade estrutural do solo em declives (Smith; Griffiths, 2015). A movimentação de massa pode ser desencadeada por chuvas intensas, terremotos, alterações antrópicas no uso do solo e outros eventos que alteram o equilíbrio das forças que mantêm a estabilidade do terreno.

Diversas técnicas podem ser aplicadas para a estabilização de taludes, incluindo soluções tanto mecânicas quanto vegetativas. Entre as soluções mecânicas, destacam-se o uso de muros de contenção, ancoragens e redes de proteção, que proporcionam suporte físico imediato às encostas (Willians; Donaldson, 2017). Por outro lado, a bioengenharia utiliza plantas para fortalecer a coesão do solo através das raízes, além de reduzir a erosão superficial causada pela água. O capim vetiver, por exemplo, é frequentemente utilizado devido ao seu sistema radicular profundo e resistente, que atua como uma âncora natural no solo (Chaves; Andrade, 2013). A Figura 10 apresenta a forma como as raízes do vetiver são ancoradas no solo.

Figura 10 - Sistema Vetiver



Fonte: Deflor Bioengenharia (2024)

O equilíbrio de forças que exercem influência sobre um talude impacta diretamente na sua estabilidade. Essas forças podem ser categorizadas em dois tipos: forças internas resistentes originadas do solo e forças externas que induzem instabilidade. A instabilidade do talude ocorre quando as forças que causam instabilidade superam as forças resistentes internas (Silva, 2022).

A resistência do solo ao cisalhamento é equilibrada quando as tensões desestabilizadoras são iguais às tensões resistentes ao cisalhamento. A cobertura vegetal desempenha um papel crucial no aumento da resistência do solo, exercendo tensão adicional através das suas raízes e facilitando mudanças no regime de saturação (Ziemer, 1981; Silva, 2022).

Em comparação com outras espécies de gramíneas e até mesmo madeiras nobres, as raízes de vetiver apresentam notável resistência, com resistência à tração média de 75 MPa, o que equivale a aproximadamente um sexto da resistência do aço leve (Truong; Van; Pinnars, 2008; Silva, 2022).

A avaliação de riscos é fundamental para a gestão eficaz da estabilização de taludes. Isso inclui a análise geotécnica detalhada das propriedades do solo, a topografia do terreno e os padrões históricos de chuva e sismicidade da área

(Johnson; Rodine, 2016). O monitoramento contínuo, utilizando instrumentação geotécnica avançada, permite a detecção precoce de movimentos e potenciais falhas, possibilitando intervenções antes que ocorram desastres. Métodos como inclinômetros, piezômetros e sensores de movimento são essenciais para o acompanhamento das condições de estabilidade ao longo do tempo.

Estudos de caso de sucesso na estabilização de taludes fornecem insights valiosos sobre as práticas eficazes e inovações no campo. Por exemplo, a aplicação de técnicas combinadas de ancoragem e vegetação em regiões propensas a deslizamentos na Califórnia mostrou resultados significativos na redução de incidentes durante períodos de chuvas intensas (Harrison; Anderson, 2018). Esses casos ressaltam a importância de uma abordagem integrada que considere tanto as soluções técnicas convencionais quanto as soluções alternativas não convencionais para a estabilização de taludes.

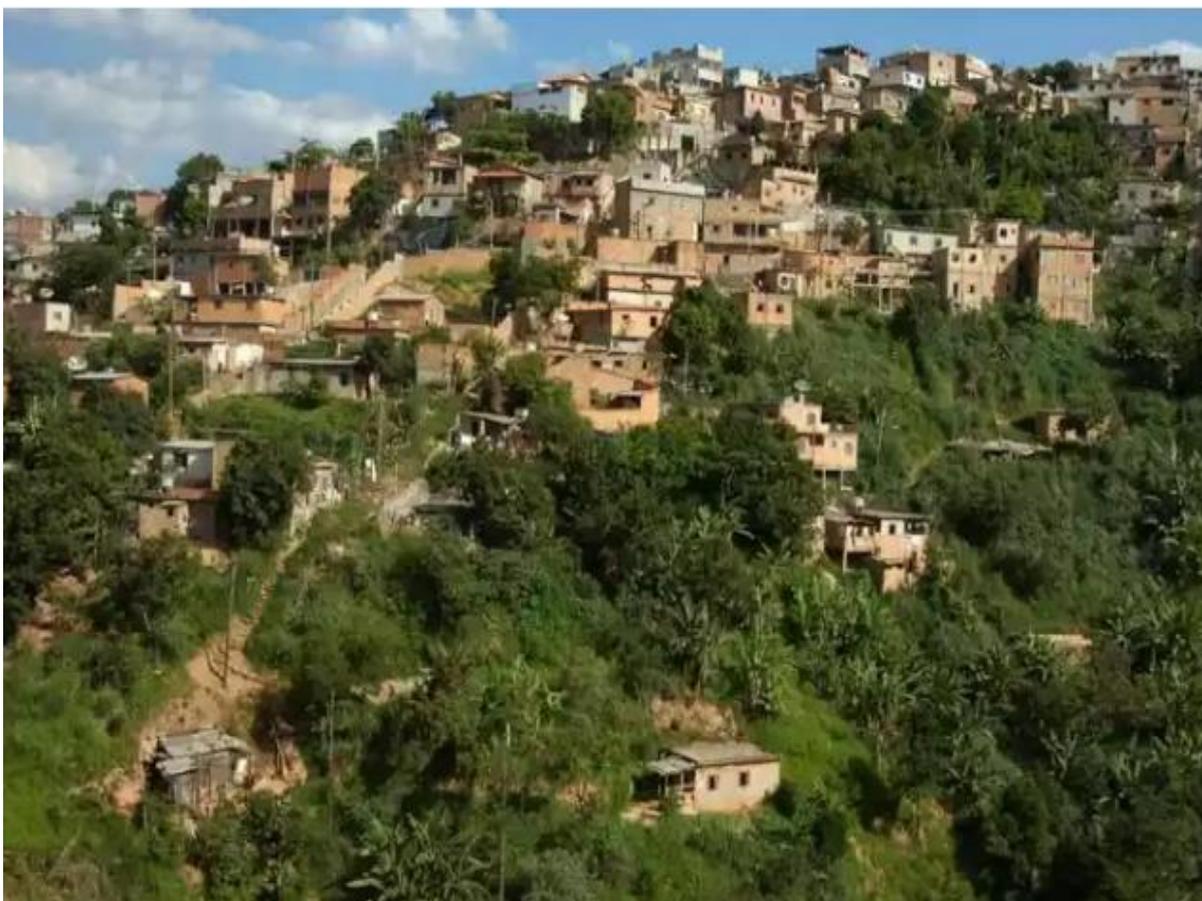
A estabilização de taludes e a prevenção de movimentações de massa são cruciais para a segurança geotécnica em áreas de risco. As técnicas avançadas discutidas proporcionam métodos eficazes para mitigar os riscos associados a deslizamentos de terra, combinando inovações mecânicas e ecológicas para uma solução sustentável e de longo prazo. A implementação dessas estratégias requer uma compreensão profunda dos processos geológicos e um compromisso com o monitoramento contínuo e a manutenção das medidas adotadas.

3 BAIRRO TAQUARIL

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O bairro Taquaril, localizado na região Leste de Belo Horizonte, MG, possui uma área de aproximadamente 1.042.483 m², e uma população estimada de 43.872 habitantes, segundo dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). A Figura 11 mostra uma vista panorâmica parcial do bairro Taquaril.

Figura 11 - Vista panorâmica bairro Taquaril



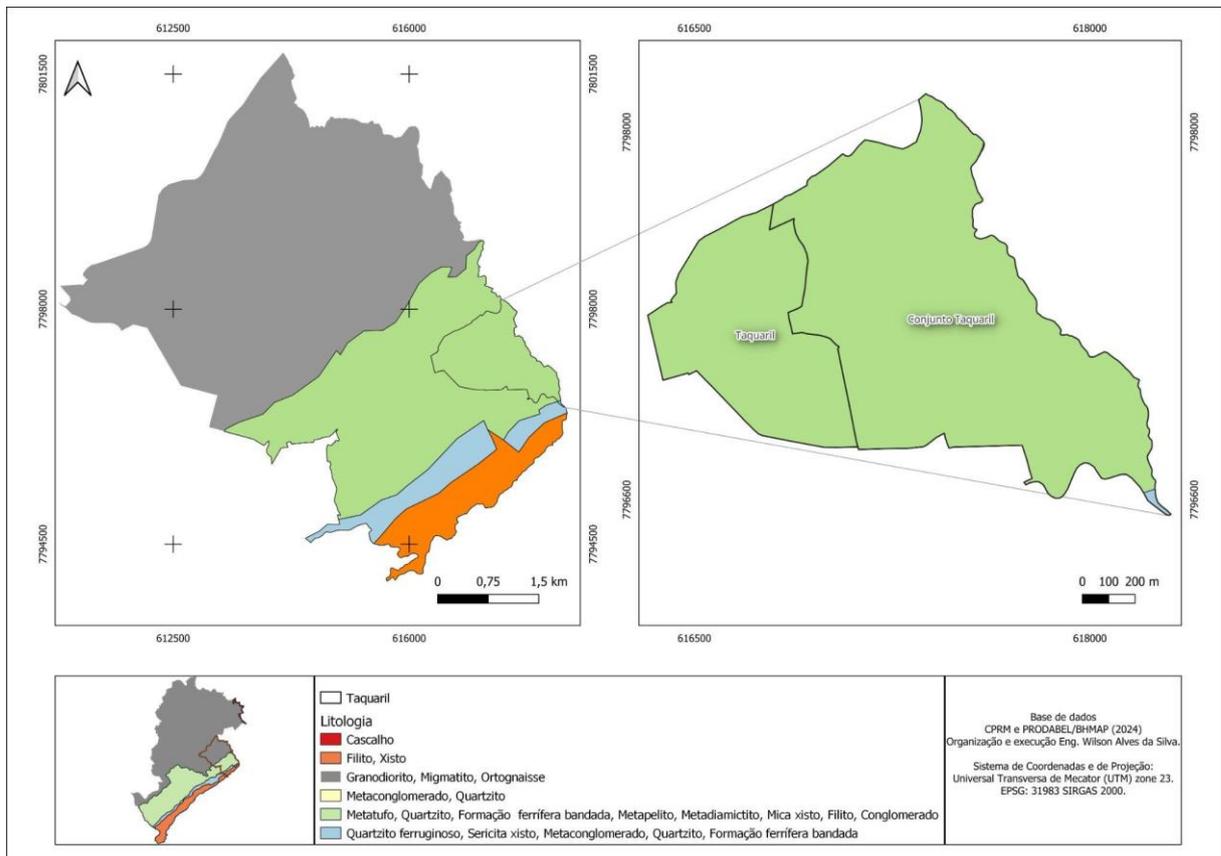
Fonte: Marcos Michelin (2022)

O bairro caracteriza-se por formação geológica predominantemente de rochas graníticas do Complexo Belo Horizonte, juntamente com filitos da Formação Sabará, de idade Pré-Cambriana. Além disso, são encontrados depósitos de cobertura com

idade Terciário-Quaternária, em sua maioria decomposta, formando um saprolito silto-arenoso como produto de alteração (Mascarenhas, *et al*; 2005).

Os metassedimentos da Formação Sabará, representados por filitos de diversas tonalidades, ocupam grande parte da área de influência, com sua estrutura xistosa "perturbada" pelos efeitos do cisalhamento, resultando em uma sub-verticalização. Também são presentes argilas lateríticas avermelhados, pertencentes à Cobertura Terciário/Quaternária, e corpos aluvionares de menor expressão (Mascarenhas, *et al*; 2005). A Figura 12 apresenta o mapa geológico de Belo Horizonte com a localização do Conjunto Taquaril e do bairro Taquaril.

Figura 12 - Mapa geológico região Leste de Belo Horizonte, Conjunto Taquaril e bairro Taquaril

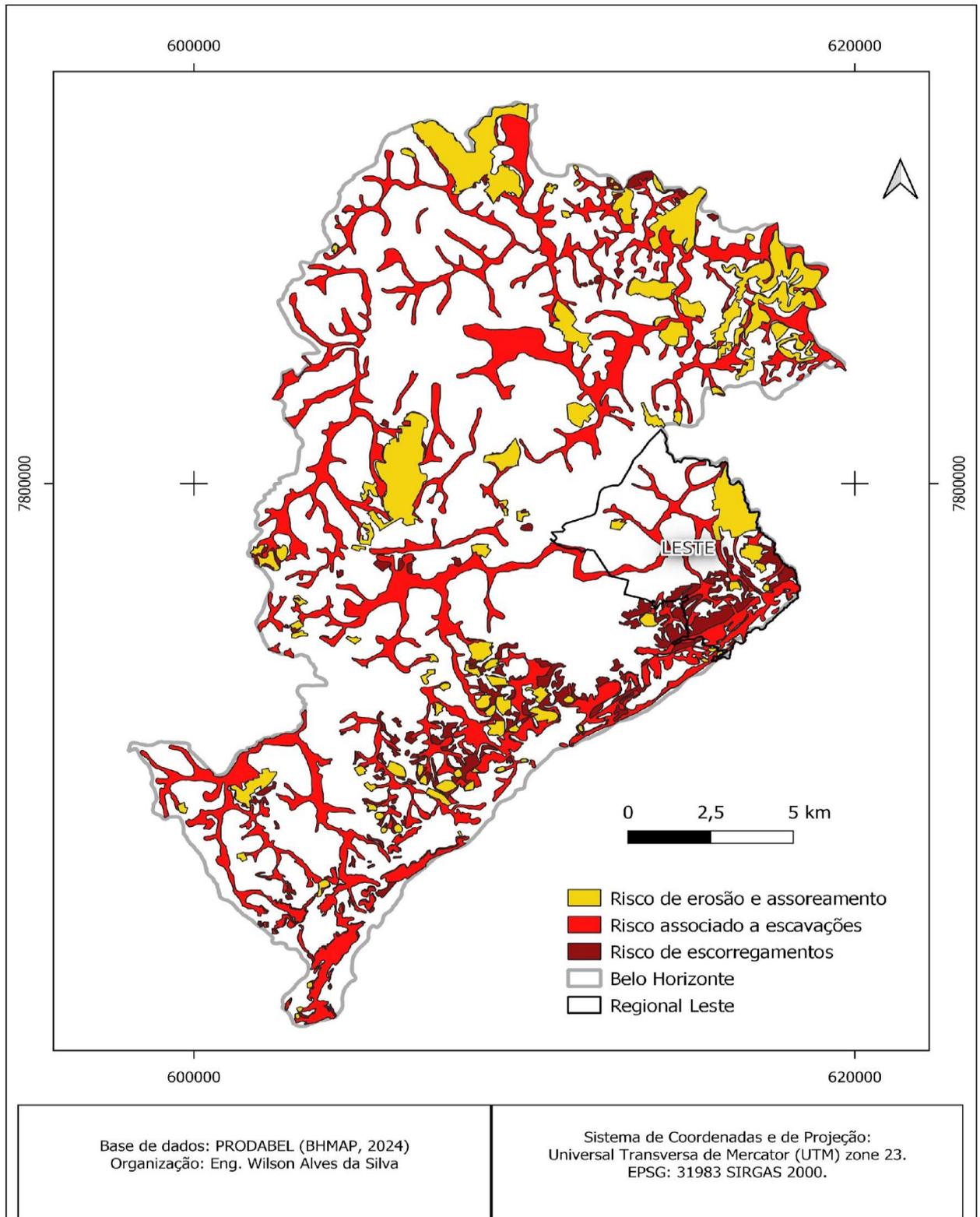


Fonte: Autor (2024)

Essas características são decisivas para o planejamento urbano e gestão de riscos naturais na região, influenciando tanto a infraestrutura local quanto as medidas de prevenção contra deslizamentos e erosão (Silva *et al.*, 2020). A Figura

13 apresenta mapa com as áreas suscetíveis à erosão, assoreamento e escorregamento de solo em Belo Horizonte.

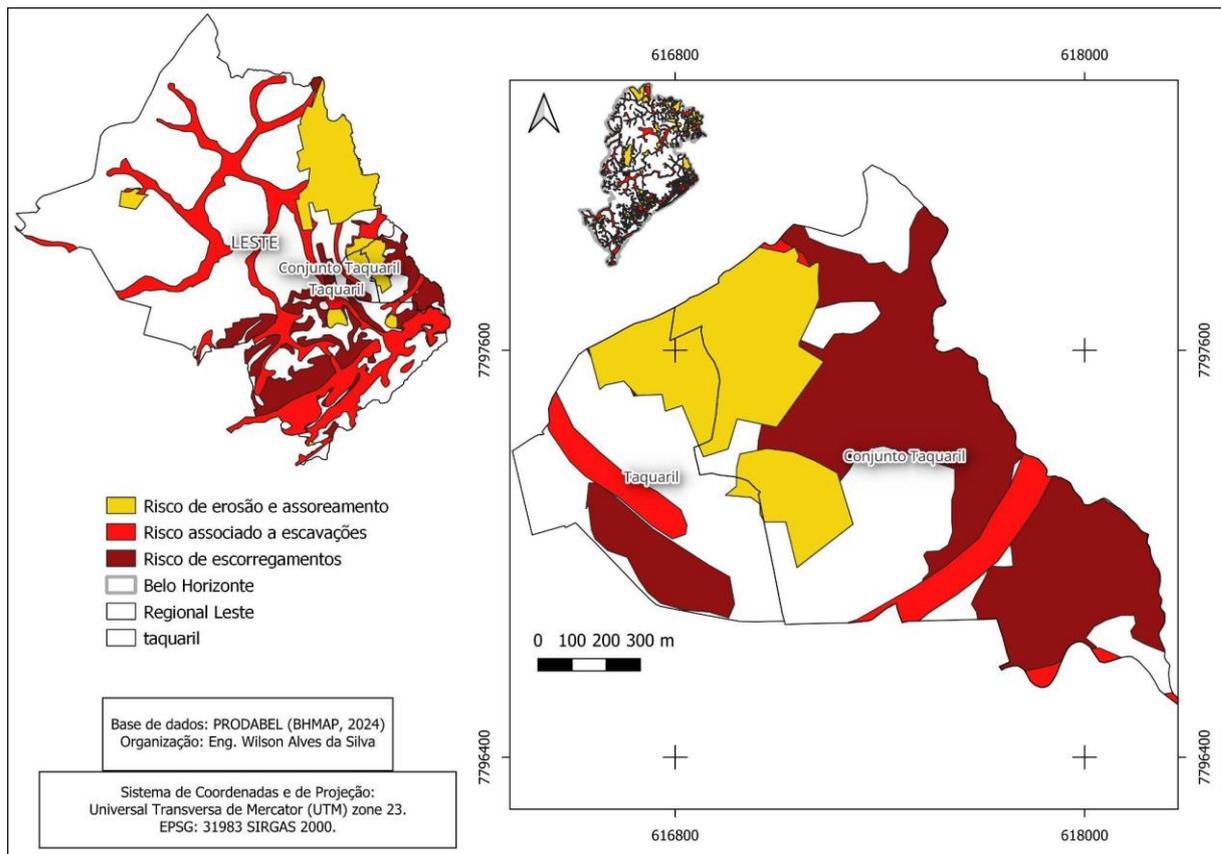
Figura 13 - Mapa de Belo Horizonte com demarcações das áreas de risco de erosão, assoreamento e escorregamento



Fonte: Autor (2024)

A Figura 14 apresenta o mapa de localização Conjunto Taquaril e bairro Taquaril - região Leste de Belo Horizonte com demarcações das áreas de risco de erosão, assoreamento e escorregamento.

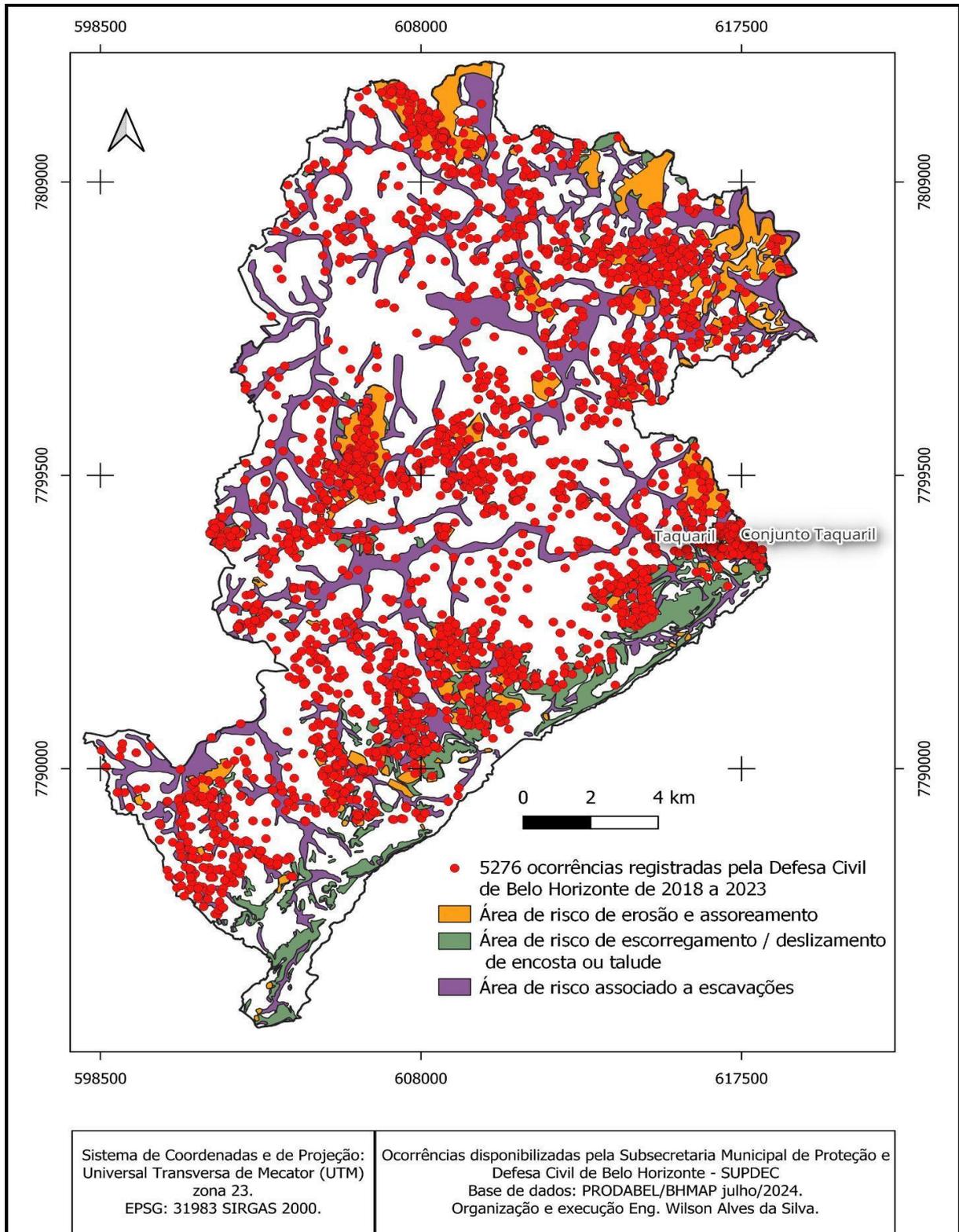
Figura 14 - Mapa de localização Conjunto Taquaril e bairro Taquaril - região Leste de Belo Horizonte com demarcações das áreas de risco de erosão, assoreamento e escorregamento



Fonte: Autor (2024)

A Figura 15 ilustra mapa de Belo Horizonte com demarcações das áreas de risco de erosão e assoreamento, área de risco de escorregamento/deslizamento de talude/encosta, área de risco associado à escavações, assim como das 5276 solicitações de atendimento referentes a ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica que a Defesa Civil de Belo Horizonte registrou em Belo Horizonte no período de 2018 a 2023; (SUPDEC, 2024).

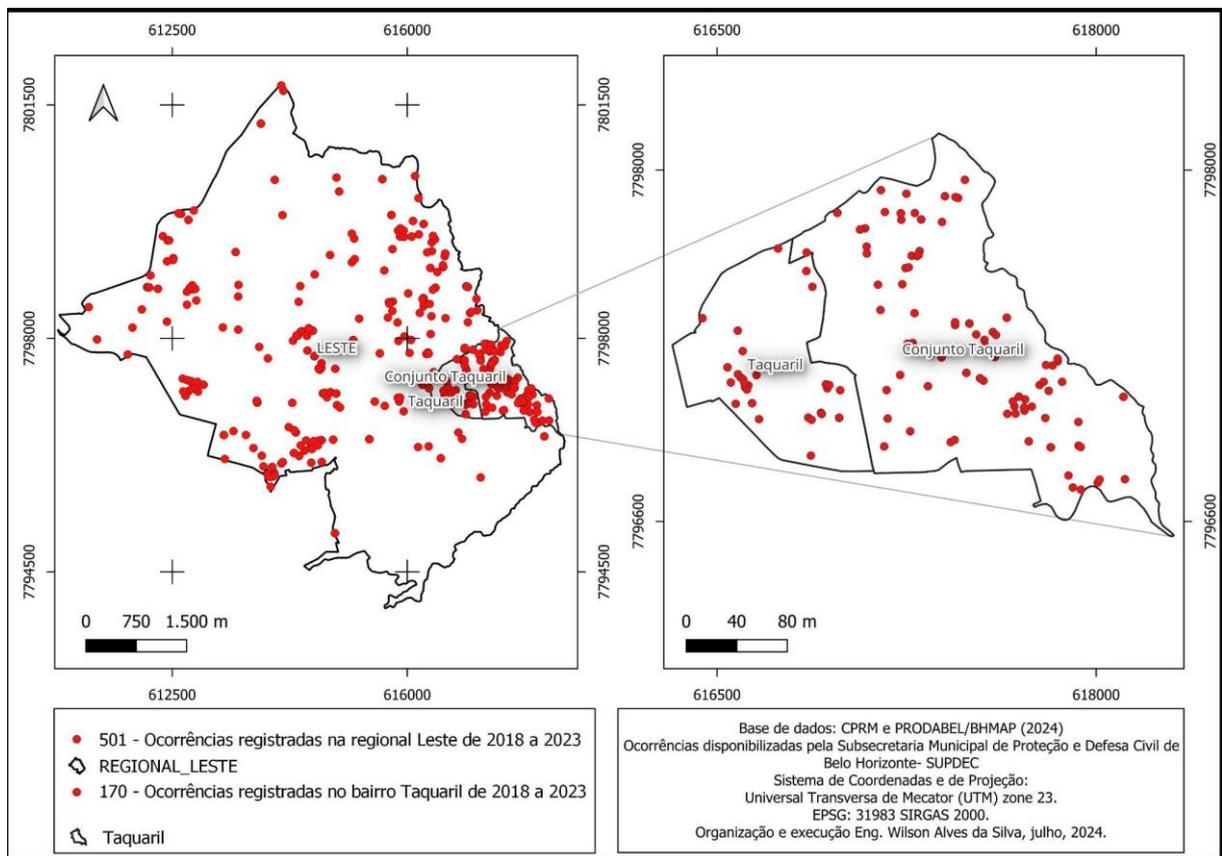
Figura 15 - Mapa de Belo Horizonte com demarcação das áreas de risco de erosão, assoreamento, escorregamento/deslizamento, risco associado à escavações, assim como n° de ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica registradas pela Defesa Civil de Belo Horizonte no período de 2018 a 2023



Fonte: Autor (2024)

Dentre as 5276 ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica atendidas pela Defesa Civil de Belo Horizonte nas 09 regionais administrativas no período de 2018 a 2023, 501 foram registradas na regional Leste, e 170 somente no bairro Taquaril, conforme (Figura 16), sendo o período chuvoso de 2020 e 2022, os anos com maior registro de solicitação de vistoria de risco, anos com maior índice pluviométrico na capital mineira, chegando a ultrapassar a média histórica anual de 1602,6 mm chuva esperada para a regional Leste (SUPDEC, 2024).

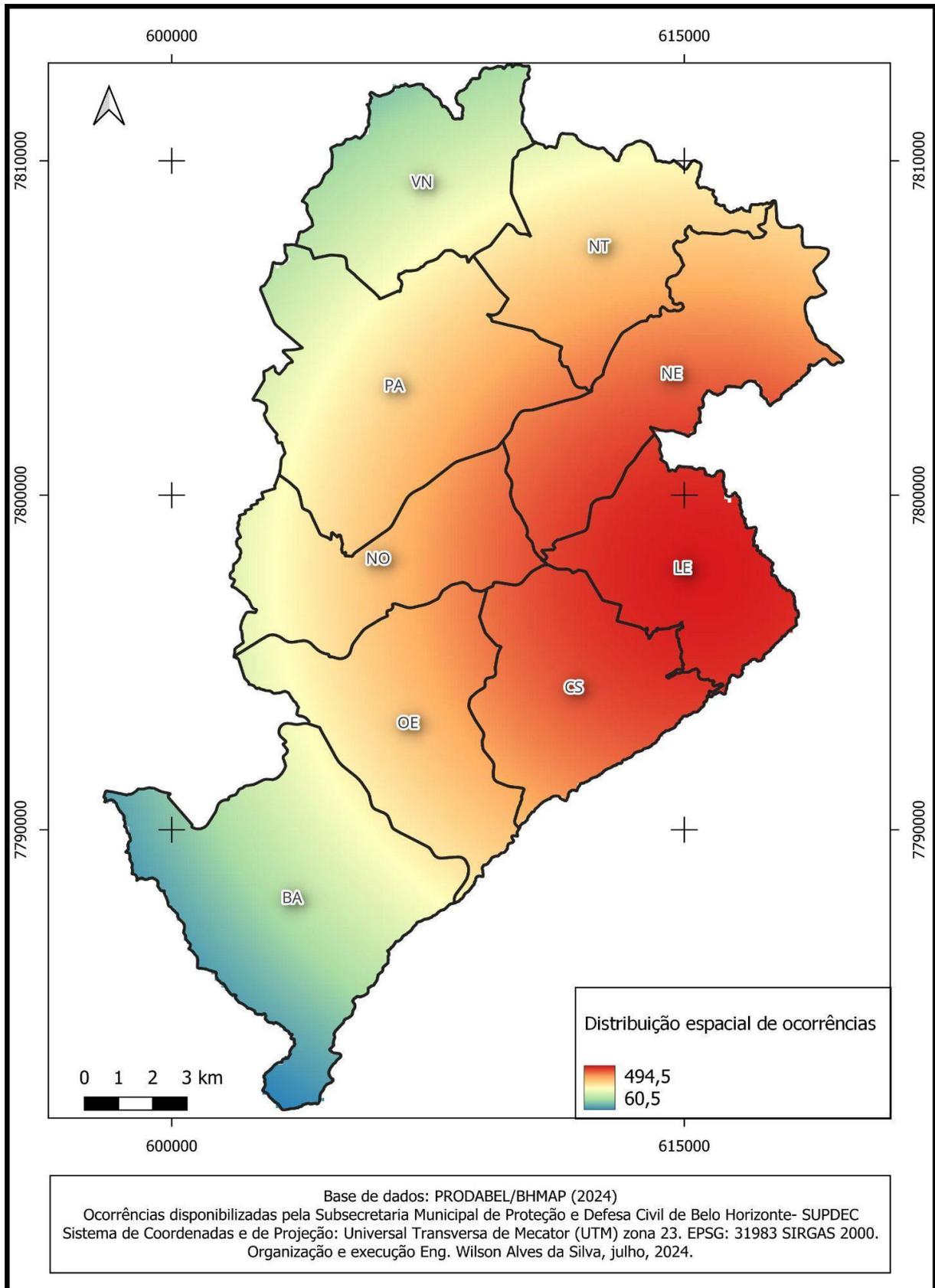
Figura 16 - Mapa de localização Conjunto Taquaril e bairro Taquaril - região Leste de Belo Horizonte com demarcações



Fonte: Autor (2024)

A Figura 17 ilustra mapa com distribuição espacial de ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica atendidas pela Defesa Civil de Belo Horizonte nas 09 regionais administrativas no período de 2018 a 2023.

Figura 17 - Mapa com distribuição espacial de ocorrências de desastres ou riscos de desastres de natureza geológica entre 2018 a 2023



Fonte: Autor (2024)

A Figura 18 ilustra um talude colapsado no bairro Taquaril, onde se observa a ocorrência de deslizamento planar compatível com a geologia local.

Figura 18 - Deslizamento Planar em talude no bairro Taquaril

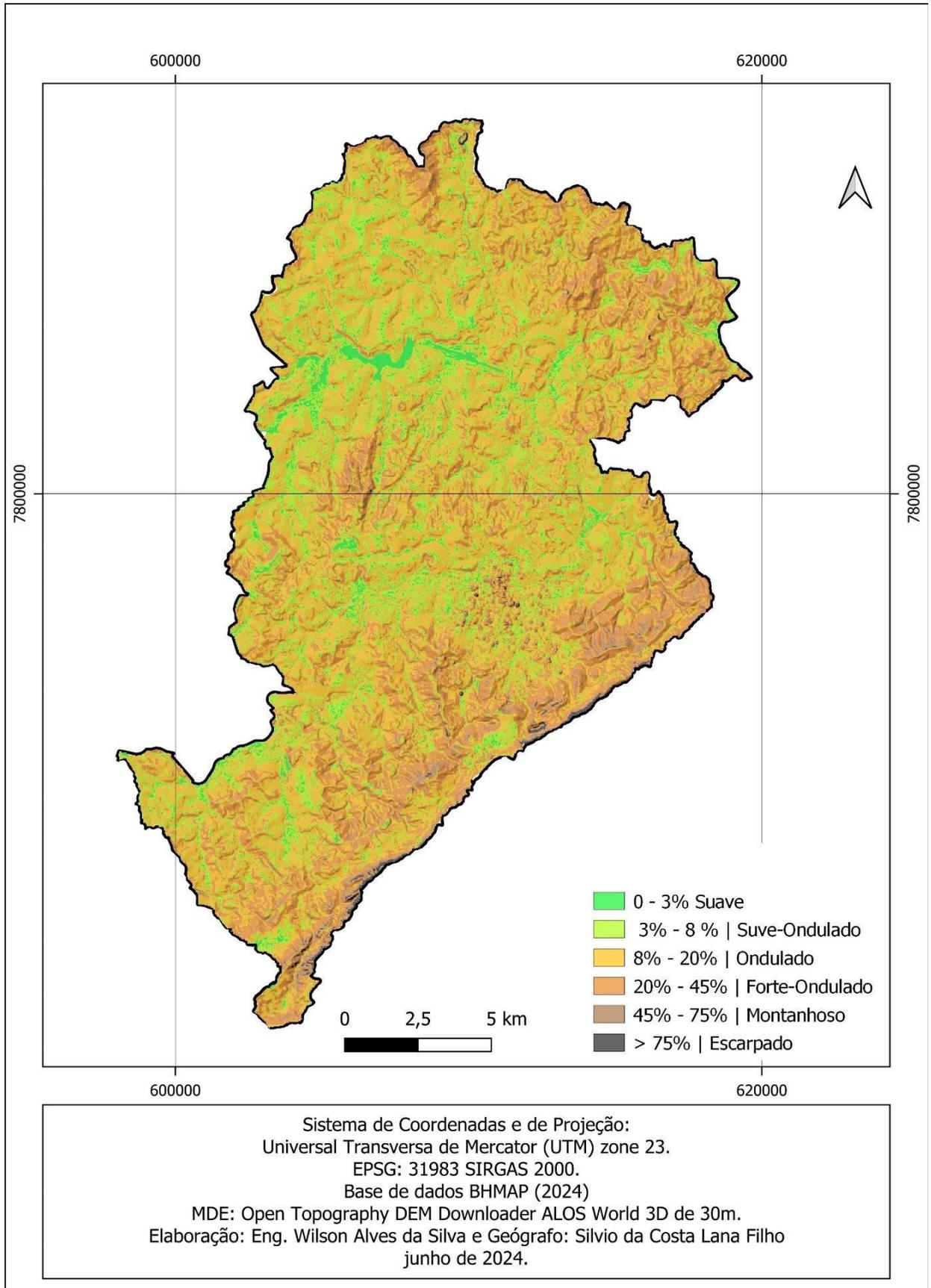


Fonte: Parizzi; Sobreira; Galvão (2011)

O relevo acidentado do Taquaril impõe desafios significativos para a urbanização, afetando desde a construção de moradias até a implementação de serviços básicos como saneamento e transporte. Moreira e Dias (2018) destacam que as encostas íngremes aumentam a vulnerabilidade do bairro a deslizamentos, especialmente em períodos chuvosos, exigindo soluções específicas de engenharia e planejamento urbano para mitigar esses riscos.

A Figura 19 apresenta o mapa de declividade de Belo Horizonte, no qual o bairro Taquaril apresenta declividades entre 8% a 75%, com regiões onduladas, forte-onduladas e montanhosas, parte ocupadas de forma irregular, por ocasião do crescimento desordenado do bairro, indo de encontro em alguns casos com a lei federal n.º 6.766, de 19 de dezembro de 1979 que trata do parcelamento do uso do solo urbano. A referida lei estabelece em seu artigo 3.º, parágrafo único, inciso III, que não será permitido o parcelamento do solo “em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes” (Brasil, 1979, [s.p.]).

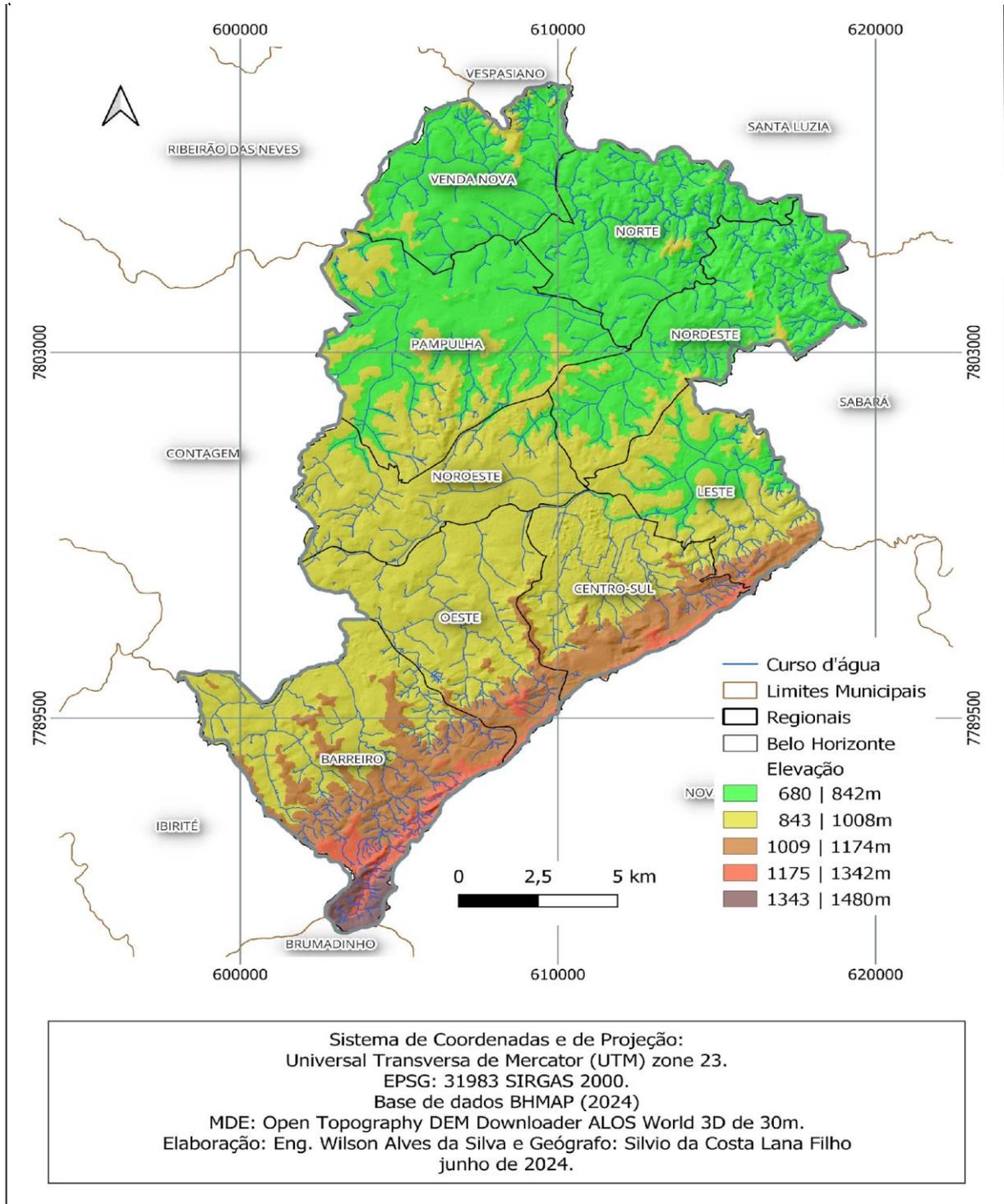
Figura 19 - Mapa de Declividade de Belo Horizonte



Fonte: Silva; Lana Filho (2024)

A Figura 20 apresenta o mapa altimétrico de Belo Horizonte, estando o bairro Taquaril entre 843 a 1008 metros de altitude.

Figura 20 - Mapa Altimétrico do município de Belo Horizonte



Fonte: Silva; Lana Filho (2024).

Ferreira e Gonçalves (2019) enfatizam que as intervenções humanas, como construções inadequadas e falta de infraestrutura de saneamento, podem exacerbar os problemas de estabilidade no bairro. Segundo Ferreira e Gonçalves (2019), é crucial realizar estudos geotécnicos contínuos para monitorar as condições do solo e avaliar a necessidade de intervenções como sistemas de drenagem e implementação de contenções.

Dada a complexidade do relevo e as características do solo no Taquaril, a adoção de estratégias de gestão sustentável é essencial. A implementação de infraestrutura verde, como a utilização de capim vetiver para estabilização de taludes, é uma das medidas recomendadas para melhorar a estabilidade do solo e reduzir o impacto ambiental das práticas de urbanização (Costa; Silva, 2021). Os autores propõem que tais estratégias devem fazer parte de um plano maior de desenvolvimento sustentável para a região.

O bairro Taquaril, devido às suas características geológicas e ao histórico de movimentos de massa, necessita de um planejamento eficaz e contínuo. Conforme discutido por Rodriguez (2021), é essencial que as políticas públicas sejam direcionadas para a criação de um ambiente seguro e resiliente para seus habitantes, considerando tanto as soluções técnicas quanto as comunitárias.

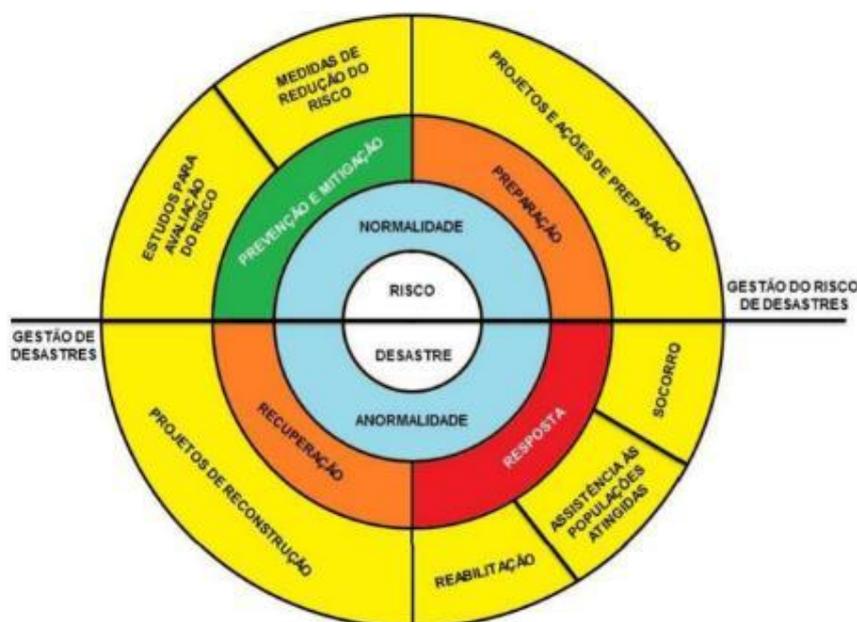
3.2 AÇÕES DE DEFESA CIVIL

As atividades de Proteção e Defesa Civil em Belo Horizonte, respectivamente no bairro Taquaril, são organizadas e consolidadas conforme definido na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012, alterada pela lei nº 14.750 de 12 de dezembro de 2023. A PNPDEC estabelece as responsabilidades da União, dos estados e dos municípios nas atividades de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação destinadas à proteção civil (Brasil, 2012).

A Figura 21 ilustra o Ciclo de Proteção e Defesa Civil, composto por duas fases distintas: normalidade e anormalidade. Na primeira fase, enfatiza-se a gestão do risco de desastres, envolvendo ações de prevenção, mitigação e preparação para situações adversas. Este estágio ocorre quando a população está enfrentando uma ameaça que ainda não se concretizou (Lana Filho, 2022).

Durante e após o desastre, ocorre a segunda fase, caracterizada pela anormalidade. Neste período, é crucial implementar ações coordenadas e sistêmicas de resposta e recuperação. Para essa coordenação, o município de Belo Horizonte utiliza através da Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil (SUPDEC), o Sistema de Comando de Operações (SCO). Essa ferramenta gerencial adota uma abordagem sistêmica e contingencial para padronizar as ações de resposta em situações críticas de qualquer magnitude (Lana Filho, 2022).

Figura 21 - Ciclo de Proteção e Defesa Civil



Fonte: Ferreira 2012; Lana Filho (2022)

Para conter os movimentos de massa, podem ser aplicadas obras estruturais e não estruturais. Dentre as ações estruturais, cita-se o uso de estruturas de contenção, dos quais se destacam os mais diversos tipos de muros de arrimo, dentre estes, muro maciço de concreto armado, muros de bloco armado segmentados, cortina atirantada, muros de gabiões, muro de alvenaria estrutural; muros de pedras argamassadas e muros de sacos de solo-cimento ou areia, soluções de bioengenharia, além da implantação de eficientes sistemas de drenagem (Silva, 2022).

Dentre as ações não estruturais, cita-se a elaboração de política habitacional para realocação e construção de moradias, criação de mapas de risco, planos de alerta e contingência, além de um bom planejamento urbano (Silva, 2022)).

No que tange a prevenção e preparação, são realizadas vistorias de risco nos endereços solicitados por meio da central de atendimento 199 ou por órgãos da esfera municipal, estadual e federal. São utilizados ainda monitoramentos constantes e mapeamento das áreas de risco, sejam de ordem tecnológica ou oriundas de parceria, além de treinamentos e capacitação dos moradores das áreas de risco geológicos, com o objetivo de alertar os munícipes para que possam adotar medidas preventivas visando a diminuição de prejuízos econômicos, sociais e, sobretudo a preservação da vida (SUPDEC, 2024).

Os riscos associados a movimentos de massa são classificados como riscos geológicos exógenos, ou seja, do meio externo, uma subcategoria dos riscos naturais físicos. Esses riscos podem ser entendidos como situações de perigo, prejuízo ou impacto social, decorrentes da possibilidade de ocorrer um processo geológico, quer seja por causas naturais ou antropogênicas. Eles representam a chance de um evento causar danos ou perdas em uma área potencialmente afetada pelo processo geodinâmico (Cerri e Amaral, 1998; Marques e Campos, 2022).

Concernente às ações de socorro e assistência, às estratégias adotadas são: acolhimento de pessoas desabrigadas, auxílio material com doações de cestas básicas, colchões, cobertores, e de transporte para pessoas que desejarem se alojar em casa de parentes, vizinhos ou amigos (Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil, 2024). A Figura 22 ilustra visita domiciliar realizada por agente da Defesa Civil de Belo Horizonte para fins de avaliação de risco e notificação aos moradores.

Figura 22 - Agente Defesa Civil de Belo Horizonte em visita domiciliar



Fonte: Arquivo Defesa Civil de Belo Horizonte (2024)

A Figura 23 apresenta documento emitido pelos agentes da Defesa Civil de Belo Horizonte após avaliação de risco nos imóveis, com a finalidade de orientar e dar ciência ao cidadão munícipe quanto aos riscos e providências necessárias.

Figura 23 - Notificação de Risco Defesa Civil De Belo Horizonte

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE		NOTIFICAÇÃO DE RISCO – DEFESA CIVIL		VISTORIA Nº
1 IDENTIFICAÇÃO DO(A) NOTIFICADO(A)				
NOME		RG	CPF	
RAZÃO SOCIAL		CNPJ		
TIPO DE OCUPANTE	E-MAIL		TELEFONE(S)	
ENDEREÇO			Nº	
COMPLEMENTO	BAIRRO	REGIONAL	CEP	
2 TERMOS DA NOTIFICAÇÃO				S - SIM N - NÃO
2.1 A VISTORIA REALIZADA CONSTATOU				
<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> TRINCAS <input type="checkbox"/> RACHADURAS <input type="checkbox"/> DEFORMAÇÕES <input type="checkbox"/> MARCAS DE INFILTRAÇÕES EM PILARES, VIGAS E LAJES <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> TRINCAS <input type="checkbox"/> RACHADURAS <input type="checkbox"/> DEFORMAÇÕES <input type="checkbox"/> DESPLACEMENTOS <input type="checkbox"/> MARCAS DE INFILTRAÇÕES EM PAREDES, MUROS E PISOS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N INDÍCIOS DE MOVIMENTAÇÕES DO SOLO: <input type="checkbox"/> TRINCA NO TERRENO <input type="checkbox"/> DEGRAU DE ABATIMENTO <input type="checkbox"/> CICATRIZ DE ESCORREGAMENTO <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N SINAIS DE VAZAMENTOS / RUPTURA DE REDES HIDRÁULICAS (ESPECIFICAR): <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N ÁRVORES COM SINAIS DE INCLINAÇÃO, GALHOS SECOS OU PRAGAS URBANAS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N ESCAVAÇÕES E MOVIMENTAÇÕES DE TERRA <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N PROCESSOS EROSIVOS (ESPECIFICAR): <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N INUNDAÇÃO / ALAGAMENTO / ENCHENTE <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N LOCAL SINISTRADO (ACIDENTE DE TRÂNSITO / INCÊNDIO / OUTRO SINISTRO) <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N FOCOS OU PROLIFERAÇÃO DE PRAGAS URBANAS (ESPECIFICAR): <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N OUTROS (ESPECIFICAR):				
2.2 FICA NOTIFICADO(A) O(A) RESPONSÁVEL PELO IMÓVEL QUANTO AO RISCO DE				
<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N EXPOR A PRÓPRIA VIDA E DE DEMAIS FAMILIARES E/OU TERCEIROS A RISCOS DE MORTE <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N DESABAMENTO TOTAL DO IMÓVEL <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N DESABAMENTO PARCIAL DO IMÓVEL (ESPECIFICAR): <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N DANIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS FÍSICAS DO PRÓPRIO IMÓVEL E/OU IMÓVEL VIZINHO <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N AGRAVAMENTO DOS DANOS / PATOLOGIAS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N DESABAMENTO OU TOMBAMENTO DE MURO <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N QUEDA DE MATERIAIS (ESPECIFICAR): <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N DESLIZAMENTO DE ENCOSTA / TALUDE <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N INUNDAÇÃO / ALAGAMENTO / ENCHENTE <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N QUEDA DE ÁRVORES OU GALHOS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N DESASTRE BIOLÓGICO / PROPAGAÇÃO DE DOENÇAS (ESPECIFICAR): <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N OUTROS (ESPECIFICAR):				
2.3 PROVIDÊNCIAS NECESSÁRIAS				
<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N PROVIDENCIAR UMA AVALIAÇÃO TÉCNICA ESPECIALIZADA NO IMÓVEL, VISANDO IDENTIFICAR E SANAR AS CAUSAS DOS PROBLEMAS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N PROVIDENCIAR REFORÇOS E/OU REPARAÇÕES NO IMÓVEL, CONFORME INDICADO NA AVALIAÇÃO TÉCNICA. <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N APRESENTAR UM PAE – PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL CONTENDO AS INTERVENÇÕES A SEREM REALIZADAS E O CRONOGRAMA EM ATÉ ____ DIA(S) <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N CONSTITUIR BARREIRAS FÍSICAS PARA ISOLAMENTO PREVENTIVO DAS ÁREAS AFETADAS OU POSSÍVEIS DE SEREM AFETADAS, ATÉ A SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N ISOLAR PREVENTIVAMENTE O IMÓVEL DEVIDO AOS RISCOS APRESENTADOS, ATÉ SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N ADOTAR MEDIDAS DE AUTOPROTEÇÃO E MONITORAR OS DANOS / PATOLOGIAS, ATÉ A SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N NÃO PERMANECER NO LOCAL EM CASO DE AGRAVAMENTO DOS DANOS / PATOLOGIAS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N ZELAR PERMANENTEMENTE PELAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO, ESTABILIDADE, SEGURANÇA E SALUBRIDADE DO IMÓVEL <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N OUTROS (ESPECIFICAR):				
3 DETALHAMENTO				
INFORMAMOS AOS NOTIFICADOS QUE O NÃO ACATAMENTO A ESTA NOTIFICAÇÃO PODERÁ IMPLICAR NA ADOÇÃO DE MEDIDAS COERCITIVAS PELO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE. INFORMAMOS AINDA QUE, DE ACORDO COM O ARTIGO Nº 132, DO CÓDIGO PENAL BRASILEIRO, EXPOR A VIDA OU SAÚDE DE OUTREM A PERIGO DIRETO E IMINENTE É CRIME E QUE, DE ACORDO COM O ARTIGO 8º, DA LEI MUNICIPAL Nº 9.725/2009, É DEVER DO PROPRIETÁRIO PROMOVER E ZELAR PELAS CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE, SEGURANÇA E SALUBRIDADE DO IMÓVEL.				
DATA	ASSINATURA DO(A) NOTIFICADO(A)			
NOME DO(A) VISTORIADOR(A)	ASSINATURA DO(A) VISTORIADOR(A)		BM	
CÓPIA DO RELATÓRIO DA VISTORIA PODERÁ SER SOLICITADA PELO(A) NOTIFICADO(A) ATRAVÉS DO EMAIL relatorio.defesacivil@pbh.gov.br OU PESSOALMENTE NA RUA DOS GOITACAZES, Nº 1.752, BARRO PRETO, BELO HORIZONTE – MG, TELEFONE 199.				
1ª VIA: DEFESA CIVIL 2ª VIA: CIDADÃO				

Fonte: Arquivo Defesa Civil de Belo Horizonte (2024)

A Figura 24 apresenta documento emitido pelos agentes da Defesa Civil de Belo Horizonte aos munícipes quando da ocorrência de desastres.

Figura 24 - Ficha de Cadastro de Atingidos por Desastres

 PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE		CADASTRO DE ATINGIDOS POR DESASTRES	
1 IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA			
DATA DA OCORRÊNCIA DO DESASTRE ____/____/____ AS _____		Nº DA SOLICITAÇÃO DO SIMDEC	
AGENTE DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL			BM / RG
2 ENDEREÇO DO LOCAL DO DESASTRE			
ENDEREÇO (RUA, AV., PÇA., ETC.)			Nº
BAIRRO			COMPLEMENTO
BELO HORIZONTE		MG	CEP
3 TIPO DO IMÓVEL			
<input type="checkbox"/> RESIDENCIAL <input type="checkbox"/> COMERCIAL <input type="checkbox"/> MISTO <input type="checkbox"/> PÚBLICO <input type="checkbox"/> TEMPLO RELIGIOSO <input type="checkbox"/> INDÚSTRIA <input type="checkbox"/> OUTROS: _____			
4 DADOS DO ENTREVISTADO (RESPONSÁVEL PELO IMÓVEL ATINGIDO)			
NOME			
CPF / RG		TELEFONE(S) DO ENTREVISTADO	
5 TIPO DO DESASTRE			
<input type="checkbox"/> DESLIZAMENTO <input type="checkbox"/> ENXURRADA <input type="checkbox"/> ENCHENTE / ALAGAMENTO / INUNDAÇÃO <input type="checkbox"/> DESABAMENTO			ALTURA DA LÂMINA D'ÁGUA
<input type="checkbox"/> OUTROS: _____			_____ cm
6 DADOS DO DESASTRE			
TOTAL DE PESSOAS AFETADAS	DESABRIGADAS	DESALOJADAS	
7 IDENTIFICAÇÃO DE BENS DANIFICADOS			VALOR ESTIMADO
			RS
VALOR TOTAL ESTIMADO:			RS
8 DECLARAÇÃO			
DECLARO SOB PENA DA LEI QUE TODAS AS INFORMAÇÕES AQUI CONTIDAS, POR MIM AFIRMADAS, SÃO VERDADEIRAS E, POR SEREM VERDADE, FIRMO O PRESENTE DOCUMENTO.			
DATA	ASSINATURA DO ENTREVISTADO		
9 NECESSIDADE DE AJUDA HUMANITÁRIA			
<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		CESTA(S) BÁSICA(S):	COLCHÃO(ÕES):
		OUTRO(S):	COBERTOR(ES)
DATA	ASSINATURA DO AGENTE DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL		
10 RECIBO DE DOAÇÃO DE AJUDA HUMANITÁRIA			
10.1 DADOS DO RECEBEDOR			
NOME		CPF / RG	TELEFONE(S)
10.2 MATERIAIS RECEBIDOS			
CESTA(S) BÁSICA(S):		COLCHÃO(ÕES):	COBERTOR(ES)
OUTRO(S):			
DATA	ASSINATURA DO RECEBEDOR DA DOAÇÃO		
11 DADOS DO ATENDIMENTO - DOAÇÃO			
NOME DO AGENTE DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL			BM / RG
DATA	ASSINATURA DO AGENTE DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL		

DSEC-01301005 - G

01/02/2018 - GEESP

Digitalizado com CamScanner

Fonte: Arquivo Defesa Civil de Belo Horizonte (2024)

3.3 POLÍTICAS DE MITIGAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS ATINGIDAS

A Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (URBEL), é uma empresa de economia mista encarregada da execução da Política Municipal de Habitação Popular em Belo Horizonte. Ela realiza uma série de ações e programas em áreas de interesse social, incluindo o Programa Estrutural em Área de Risco (PEAR) e o Programa Vila Viva (Belo Horizonte, 2024).

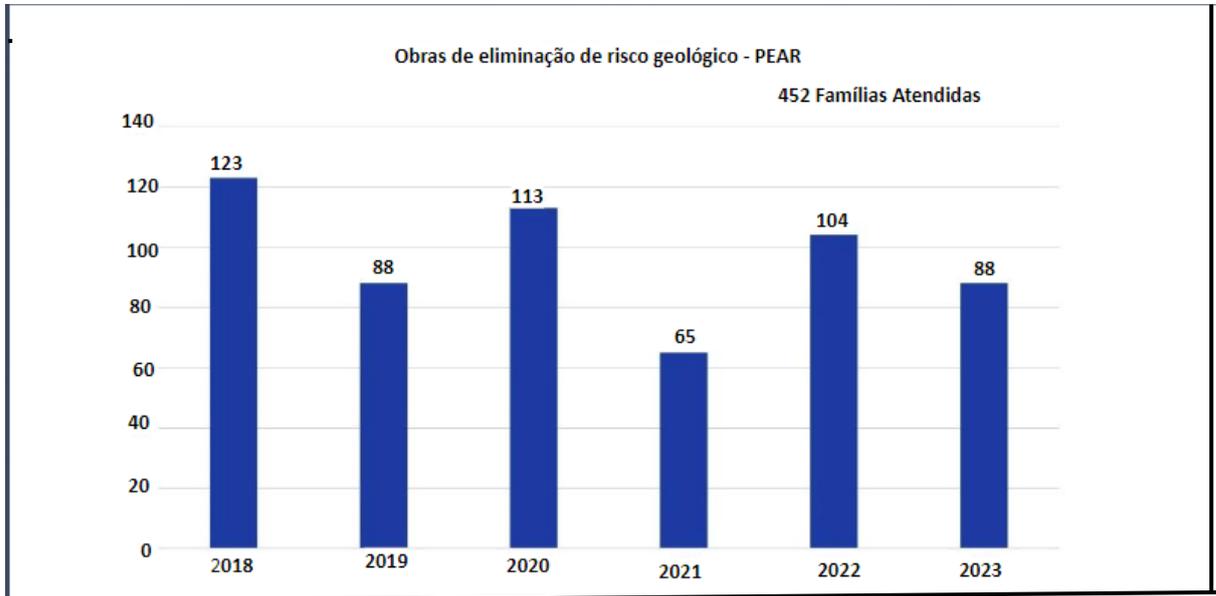
Uma das missões da URBEL é promover condições dignas de moradia para os habitantes de vilas, favelas e para a população de baixa renda, através da urbanização, regularização fundiária, assistência técnica e construção de novas habitações, garantindo qualidade, participação popular e inclusão social (PBH, 2024).

Durante os meses da estiagem, a URBEL intensifica a execução de obras para corrigir ou eliminar situações de risco alto e muito alto, visando prevenir acidentes e transtornos durante o período das chuvas (PBH, 2024).

Segundo dados da empresa, nos anos de 2018 a 2023, foram realizados um total de 581 obras estruturais nas áreas de risco em Belo Horizonte, destas 63 no Conjunto Taquaril, e 01 no bairro Taquaril, dentre estas, muros de contenção, proteção de taludes com uso de concreto projetado, além de infraestrutura de drenagem, beneficiando um total de 452 famílias (PBH, 2024).

A Figura 25 apresenta gráfico com quantitativo de obras de eliminação de risco geológico realizadas pela (URBEL), através do (PEAR), nos anos de 2018 a 2023, porém, não há indicativo da implementação e/ou uso de soluções de bioengenharia, como por exemplo, o capim vetiver, que poderia oferecer uma abordagem mais sustentável e econômica para a estabilização de encostas em comparação com estruturas convencionais (Silva, 2022; PBH, 2024).

Figura 25 - Gráfico com número de obras de eliminação de risco geológico em Belo Horizonte entre os anos de 2018 a 2023, 63 no conjunto Taquaril, e 01 no bairro Taquaril



Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte (2024)

A Figura 26 apresenta um muro de contenção executado em uma encosta no bairro Taquaril, região leste de Belo Horizonte.

Figura 26 - Estabilização de Encosta com Muro de Contenção no bairro Taquaril



Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte (2024)

4 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, focada em compreender as propriedades do capim vetiver e sua eficácia como medida preventiva contra movimentos de massa no bairro Taquaril. A metodologia é dividida em várias fases, detalhadas a seguir:

4.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é exploratória e descritiva, conforme classificação baseada nas orientações de Gil (2022). Este tipo de pesquisa permite um aprofundamento maior sobre o tema estudado, sendo ideal para a fase inicial de investigação onde muitas variáveis ainda não são bem conhecidas.

4.2 COLETA DE DADOS E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada através de Pesquisa Bibliográfica e Documental.

A Pesquisa Bibliográfica consiste em levantamento e análise de literatura existente sobre o uso do capim vetiver em bioengenharia, controle de erosão e prevenção de deslizamentos de solo, bem como estudos anteriores sobre movimentos de massa na região leste de Belo Horizonte.

A Pesquisa Documental buscou coletar dados sobre o Capim Vetiver e foi realizada em visita técnica a empresa Deflor Bioengenharia, cultivadora e fornecedora do capim vetiver, localizada no município de Contagem, região metropolitana de Belo Horizonte.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Quanto ao solo, o bairro Taquaril é composto predominantemente por materiais originários de granito e gnaisse, formando solos lateríticos que são resultado da decomposição de rochas ígneas e metamórficas (McDonald, Erickson; Bambara, 2023). Esses solos são profundos e bem drenados, porém apresentam baixa fertilidade natural e uma estrutura granular que os torna susceptíveis a movimentos de massa (Gilkes, Prakongkep; Meyer, 2019). Nesta situação, pode-se aplicar nitrogênio e fósforo na proporção de 100g por metro de área, além de adicionar esterco ao local onde as mudas serão plantadas. É recomendado ainda que as mudas do capim nestes solos sejam feitas em saquinhos do tipo polybags ou tubos.

Quanto ao seu sistema radicular, o vetiver apresenta-se como uma alternativa viável para estabilização de solo, oferecendo melhorias na resistência ao cisalhamento (Barbosa; Lima, 2013). No bairro Taquaril foi evidenciado superfície de ruptura do tipo planar, o que leva a hipótese de que as raízes funcionam como reforço, caso ultrapasse a superfície potencial de ruptura.

Quanto ao relevo, o bairro Taquaril é caracterizado por encostas íngremes, entre 30% a 40%, conforme mapa de declividade de Belo Horizonte, o que amplia a vulnerabilidade a deslizamentos, principalmente em períodos chuvosos. Silva et al (2020) sugere que essas características topográficas demandam medidas específicas de gestão de risco, como a implantação de vegetação com capacidade de ancoragem do solo. Com base nessas informações, entende-se que o vetiver é adaptável ao terreno no bairro Taquaril no que diz respeito à inclinação.

Quanto às obras estruturais, atualmente, o bairro Taquaril apresenta diversas obras estruturais para contenção de encostas, incluindo muros de contenção e sistemas de drenagem (PBH, 2024). No entanto, não há evidências significativas de uso de soluções de bioengenharia, como a implementação de capim vetiver, que poderia oferecer uma abordagem mais sustentável e econômica para a estabilização de encostas.

Quanto às condições climáticas, conforme ressalta Holanda; Dias; Santos (2021, p.21), (*Chrysopogon zizanioides*) é capaz de suportar variações extremas de clima, o que o torna ideal para regiões que enfrentam períodos intensos de chuvas". Esse é o caso do bairro Taquaril localizado na região leste de Belo Horizonte,

regional que apresentou período chuvoso considerável entre os anos de 2018 a 2023, com média histórica de 1602,6 mm de chuva.

Quanto à qualificação da mão de obra, quando comparada à exigida na execução de um muro de arrimo convencional, a mão de obra solicitada pelo capim vetiver se mostra mais vantajosa, visto que o plantio do capim vetiver não requer mão de obra especializada, ao contrário do muro de arrimo, que exige trabalhadores qualificados.

Quanto ao custo de mão de obra e materiais, quando comparado ao necessário para a construção dos métodos de contenção mais comuns, a técnica de estabilização com Vetiver é menos onerosa.

Por exemplo, uma estrutura de contenção do tipo Gabião, constituída por gaiolas metálicas preenchidas com pedras de mão, pode custar em torno de R\$ 600,00 o metro linear. Já um muro de contenção maciço de concreto armado, pode chegar a valores próximos de R\$ 1.600,00 o metro linear. Enquanto o custo para um cordão de um metro linear plantado com capim vetiver é de R\$ 30, visto que uma muda de capim vetiver tem um custo médio de R\$ 3,00.

A análise global de todos os elementos citados indica que é viável a utilização do vetiver como possível alternativa na prevenção de movimentos de massa no bairro Taquaril. Isso posto, propõe-se a capacitação da população em escala local, bem como aquisição de mudas de vetiver através de convênios, auxílio e a colaboração de Organizações Não Governamentais (ONGs), instituições de ensino, e órgãos públicos, sobretudo a Defesa Civil de Belo Horizonte, a fim de promover, e implementar a cultivação e manutenção da espécie no bairro em estudo, objetivando a mitigação de riscos geológicos na região.

Esta abordagem integrada e fundamentada em evidências científicas visa não apenas mitigar os riscos imediatos, mas também fomentar uma cultura de prevenção e sustentabilidade ambiental no bairro Taquaril, contribuindo para um futuro mais seguro e resiliente para a comunidade.

6 CONCLUSÃO

O estudo desenvolvido neste trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da utilização do capim vetiver como uma possível medida mitigadora para risco geológico/geotécnico no bairro Taquaril, assim como investigar as características do solo e do relevo do bairro Taquaril, identificando áreas vulneráveis a movimentos de massa; e analisar os benefícios na implementação e manutenção do capim vetiver como medida preventiva no bairro Taquaril.

Posto isso, e considerando a topografia oblíqua na qual o bairro Taquaril se encontra, associado às características do solo local, somado às ações antrópicas provocadas pela ação humana ocorridas de forma ininterrupta no bairro muitas das vezes por ocasião do crescimento desordenado na região nas últimas décadas, pode-se concluir conforme o estudo em questão que, a área onde o bairro fora implantado possui alta probabilidade para ocorrência de movimentos de massa, e que para reduzir ou mitigar tais desastres, tornando os terrenos e as propriedades mais segura para construção de moradias e o convívio de seus habitantes, é necessário a implementação de medidas que objetivem a estabilização das encostas, ou seja, é preciso aumentar o fator de segurança dos maciços terrosos quanto a provável ocorrência de deslizamentos.

A utilização do capim vetiver como uma solução bioengenheira para prevenir movimentos de massa em áreas de risco, como o bairro Taquaril em Belo Horizonte, mostra-se não só ecologicamente sustentável, mas uma alternativa eficaz e menos onerosa no que tange a gestão de riscos geológicos, apresentando-se como uma opção promissora como ação preventiva na contenção de encostas devido à sua rusticidade e adaptabilidade. A aplicação do capim vetiver, mas também economicamente viável, oferecendo uma estratégia eficaz e de longo prazo.

O Capim Vetiver, conforme visto, possui um sistema radicular fasciculado profundo que contribui para a estabilização do maciço onde a gramínea é cultivada, aumentando internamente a resistência do solo à força de cisalhamento. A interconexão das raízes, juntamente com sua profundidade e aderência ao solo, confere a essa espécie de planta um papel semelhante ao de tirantes, fortalecendo a resistência do solo à tração.

Além disso, a espécie tem capacidade comprovada de sobreviver em diferentes condições climáticas e de solo, como é o caso do bairro Taquaril, que

possui formação geológica predominantemente de rochas graníticas, filitos de diversas tonalidades, saprólito silto-arenoso, argilas lateríticas avermelhadas, e corpos aluvionares de menor expressão.

Cabe ainda ressaltar que, o sistema de contenção com capim vetiver é prático e viável, dado a sua baixa necessidade de manutenção e eficácia comprovada contra movimentos de massa, controle de sedimentos, conservação da água e reabilitação de terras. O uso do Capim Vetiver como solução para a contenção de encostas é uma prática comprovada que, embora ainda não seja amplamente adotada, seu potencial é promissor e deve ser considerado nas estratégias de gestão de encostas, especialmente em áreas de risco.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, M. C. R.; Lima, H. M. **Resistência ao cisalhamento de solos e taludes vegetados com capim vetiver**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2013.
- BELO HORIZONTE. DEFESA CIVIL DE BELO HORIZONTE. **Plano de Contingência para Enfrentamento de Desastres em Belo Horizonte 2023-2024**. 2023. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2023/plano-contingencia-2023-2024.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- BELO HORIZONTE. PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Programa Estrutural em Área de Risco (PEAR): obras de eliminação e mitigação do risco. Obras de Eliminação e Mitigação do Risco**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/urbel/pear-areas-de-risco>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População bairro Taquaril**. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 26 abr. 2024.
- BRASIL. Lei nº 12608, de 10 de abril de 2012. **Conversão da Medida Provisória Nº 547, de 2011) Institui A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - Pnpdec**. Brasília, DISTRITO FEDERAL, 10 abr. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 20 abr. 2024.
- BRASIL. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe Sobre O Parcelamento do Solo Urbano e dá Outras Providências**. Brasília, DISTRITO FEDERAL, 19 dez. 1979. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 14 jul. 2024.
- Chaves, T. A.; Andrade, A. G. **Capim vetiver: produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas**. Brasília: Embrapa, 2013.
- Chen, M. et al. **Benefícios Econômicos do Capim Vetiver nas Indústrias de Perfumaria e Artesanato**. Botânica Econômica, 2019.
- Costa, M.; Silva, E. **Implementação de infraestrutura verde para gestão de riscos geotécnicos em Belo Horizonte**. Revista de Engenharia e Sustentabilidade Ambiental, 2021.
- Danh, L. T. et al. **O Sistema Vetiver para Proteção Ambiental**. Sistemas Agroflorestais, 2014.
- DEFLOR BIOENGENHARIA (Brasil). **Capim Vetiver**. Disponível em: <https://deflor.com.br/vetiver/>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- Ferreira, P.; Gonçalves, J. **Estabilidade de encostas em solos argilosos: estudo de caso em Belo Horizonte**. Anais do Simpósio Brasileiro de Geotecnia, 2019.

Gilkes, R. J.; Prakongkep, N.; Meyer, W. S. *Vetiver grass systems for water quality improvement on acid sulfate soils*. In: Proceedings of the International Workshop on Vetiver, p. 19-22, 2019.

Greenway, D. R. *The use of vetiver grass for soil and water conservation in Queensland*. Soil Conservation and Land Management Conference, 2023.

Harrison, J. P.; Anderson, M. G. *Case Studies in Environmental and Civil Engineering*. Boston: Elsevier, 2018.

Holanda, F. S. R.; Dias, K. L. L. D.; Santos, L. D. V. **Desenvolvimento e características morfométricas do capim vetiver submetidas a diferentes níveis de adubação orgânica**. Revista Caatinga, 2021.

Johnson, M. A.; Rodine, J. R. *Risk Assessment in Geotechnical Engineering*. New York: Wiley, 2016.

Jones, L.; Stokes, J. *Erosion Control and Land Restoration*. CRC Press, 2018.

LANA FILHO, Silvio da Costa. **Uso do Levantamento Rápido de Atingidos por Desastres (LERAD) como ferramenta auxiliar para o mapeamento de ocorrências de alagamento e de inundações no município de Belo Horizonte (MG)**. 2022. 75 f. TCC (Pós-Graduação) - Curso de Especialização Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2022.

Lee, A. *Practical Guide to Planting Vetiver Grass*. Agricultural Solutions, 2021.

LOPES, Edilene. **Conjunto Taquaril**. Disponível em: <https://www.favelaeissoai.com.br/comunidades/conjunto-taquaril/>. Acesso em: 14 jul. 2024.

MADRUGA, Elder de Lucena; SCHELLE, Elvio Luiz; SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares. **Uso do capim vetiver (sistema vetiver) na estabilização de taludes de rodovias, proteção de drenagens e de áreas marginais**. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20-%202019/PESQUISA%20VETIVER.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

Mascarenhas, Luciana Curi Araújo M. et al. **Projeto BH Vilas Urbanizadas: relatório de avaliação ambiental**. Belo Horizonte: E1122, 2005. 427 p. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/248421468770147799/pdf/E11220CD0P089120Relatorio.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

McDonald, A. J.; Erickson, T. E.; Bambara, S. B. *Erosion control and runoff treatment effectiveness of vetiver grass strips*. Journal of Environmental Management, v. 128, p. 452-459, 2023.

MICHELIN, Marcos. **PBH realiza obras para contenção de chuvas e de saneamento no Taquaril. 2022**. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2022/09/13/interna_gerais,1393371/pbh-realiza-obras-para-contencao-de-chuvas-e-de-saneamento-no-taquaril.shtml. Acesso em: 29 abr. 2024.

Moreira, J. C.; Dias, L. F. **Desafios da urbanização em áreas de relevo acidentado: o caso do bairro Taquaril, Belo Horizonte.** Revista de Urbanismo e Arquitetura, 2018.

Oliveira, M. M.; de Leles Lima, M.; Ucker, F. E. **Capim vetiver: uma alternativa para o plantio direto na agricultura familiar.** Revista Terceiro Incluído, 2018.

PARIZZI, Maria Giovana; SOBREIRA, Frederico Garcia; GALVÃO, Terezinha Cássia de Brito; ARANHA, Paulo Roberto Antunes; ELMIRO, Marcos Antônio Timbó; BEIRIGO, Elder Antônio. **Processos de movimentos de massa em Belo Horizonte, MG.** 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13309/10541>. Acesso em: 29 abr. 2024.

Rodriguez, Tatiana Tavares. **Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil: riscos geotécnicos.** Juiz de Fora: Câmara Brasileira do Livro, 2021.

Rojas-Sandoval, J.; Truong, P. **Potencial de Fitorremediação da Tecnologia do Sistema Vetiver para Melhorar a Qualidade da Água.** Quimosfera, 2017.

Silva, A. R. et al. **Caracterização geotécnica do solo da região leste de Belo Horizonte: implicações para construção urbana.** Revista Brasileira de Geociências, 2020.

Silva, Breno Alcântara. **Mapeamento das áreas de risco de escorregamento de massa na cidade de Teófilo Otoni.** 2019. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade, Engenharia Civil, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2019.

Silva, Breno Alcântara. **Uso do Capim Vetiver como interveniente na prevenção de desastres por movimentos de massa.** 2022. 55 f. TCC (Pós-graduação) - Curso de Especialização em Gestão Pública em Proteção e Defesa Civil, Departamento de Transportes e Geotecnia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2022.

SILVA, Wilson Alves; LANA FILHO, Silvio da Costa. **Mapa Altimétrico do município de Belo Horizonte, 2024.**

SILVA, Wilson Alves; LANA FILHO, Silvio da Costa. **Mapa de Declividade de Belo Horizonte, 2024.**

Singh, R. P. et al. **Papel da grama Vetiver na filtragem da água e no controle da poluição.** Ciência e Tecnologia Ambiental, 2018.

Smith, J.; Griffiths, D. *Geotechnical Engineering Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering.* New York: McGraw-Hill Education, 2015.

Smith, R. *Sustainable Agriculture Practices.* Springer Nature, 2020.

SUPDEC. SUBSECRETARIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL DE BELO HORIZONTE. **Planilha de registro de ocorrências de desastres ou riscos**

de desastres de natureza geológica. DOPD – Diretoria Operacional de Proteção e Defesa Civil.2024.

Suryadevara, M.; Kumari, S.; Mohanty, B. *Evaluation of Vetiver System in Controlling Landslide and Soil Erosion.* In: Advances in Soil Dynamics and Foundation Engineering, Springer, p. 159-172, 2021.

Truong, P.; Baker, D. **O Sistema Vetiver para Conservação do Solo e da Água.** Tecnologia. Boletim, 2016.

Truong, P.; Van, T. T. *Soil and Water Conservation Techniques in Tropical Areas.* Vetiver Network International, 2019.

Truong, Paul; Van, Tran Tan; Pinnars, Elise. *The Vetiver system for slope stabilization.* 1 ed. Vietnam: The Vetiver Network International, 2008. 101 p.

Williams, A. B.; Donaldson, G. *Modern Approaches to Landslide Mitigation and Slope Stabilization.* London: Routledge, 2017.

Ziemer, R. R. *The role of vegetation in the stability of forested slopes.* WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL UNION OF FORESTED RESEARCH ORGANIZATION, 17., Kyoto, 6-17 Sep. 1981. Proceedings... Kyoto: IUFRO, 1981. v. I. p. 297-308.