



UFOP



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Universidade Federal de Ouro Preto

Escola de Minas – Departamento de Engenharia Urba

Curso de Graduação em Engenharia Urbana



ESCOLA DE MINAS

Karina Furst Ferreira

**Requalificação da passagem de pedestres no Campo da Água Limpa:
estudo de viabilidade com enfoque urbanístico e geotécnico**

Ouro Preto

2024

**Requalificação da passagem de pedestres no Campo da Água Limpa:
estudo de viabilidade com enfoque urbanístico e geotécnico**

Karina Furst Ferreira

Projeto Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Urbana na Universidade Federal de Ouro Preto.

Data da aprovação: 11/10/2024

Áreas de concentração: Planejamento Urbano e Geotecnia

Orientadora: Profa. Dra. Wanna Carvalho Fontes - UFOP

Co-orientadora: Profa. Dra. Iraydes Talita de Sena Nola - UFOP

Ouro Preto

2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F383r Ferreira, Karinna Furst.

Requalificação da passagem de pedestres no campo da Água Limpa
[manuscrito]: estudo de viabilidade com enfoque urbanístico e
geotécnico. / Karinna Furst Ferreira. - 2024.

89 f.: il.: color., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Wanna Carvalho Fontes.

Coorientadora: Profa. Dra. Iraydes Tálita de Sena Nola.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola
de Minas. Graduação em Engenharia Urbana .

1. Renovação urbana. 2. Espaços públicos. 3. Áreas para pedestres. 4.
Geotecnia. I. Fontes, Wanna Carvalho. II. Nola, Iraydes Tálita de Sena. III.
Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 62:711.4

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - SIAPE: 1.763.787



FOLHA DE APROVAÇÃO

Karina Furst Ferreira

**Requalificação da passagem de pedestres no campo da Água Limpa:
estudo de viabilidade nos aspectos urbanísticos e geotécnicos**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Urbana da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Urbana.

Aprovada em 11 de outubro de 2024

Membros da banca

Profa. Dra Wanna Carvalho Fontes - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Profa. Ma. Estefânia Momm de Melo (Universidade Federal de Ouro Preto)
Prof. Me. Roberto Aguiar dos Santos - (Universidade Federal de Viçosa)

A Profa. Dra Wanna Carvalho Fontes, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 12/10/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Wanna Carvalho Fontes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/10/2024, às 17:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0794256** e o código CRC **8A4BC7C5**.

Dedico este trabalho a toda população de Ouro Preto como forma de agradecimento pelo caloroso acolhimento durante os cinco anos que morei nessa cidade maravilhosa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e por me direcionar à área da engenharia, onde posso ajudar muitas pessoas.

Agradeço também à minha mãe, Alexandra; ao meu pai, Wellington; à minha avó, Beatriz; meu irmão Vinicius; e à minha amiga de infância, Carol, pelo apoio emocional e técnico, que foi crucial para a realização desse grande sonho.

Agradeço à UFOP pelo ensino gratuito e de qualidade. Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos os professores do DEURB por compartilharem generosamente seus conhecimentos e sabedoria, em especial a Tálita e a Wanna pela orientação e amizade que levarei para o resto da vida.

Agradeço à Secretaria de Obras de Ouro Preto por fornecer os dados, em especial aos profissionais André Costa, César, Ludmila, Vinícius, Júlia, Carlos, Camila, Pedro e Isabela, por compartilharem seus conhecimentos e por contribuírem para este trabalho, que é de grande importância para a população ouro-pretana.

Agradeço à minha amada república Bico Doce e ao Ap.03, onde morei com mulheres fortes e incríveis que não me deixaram desistir.

Agradeço aos técnicos de laboratório do NUGEO, Mariana, Whilison, Diogo e Luiz, por me ajudarem não só nos ensaios laboratoriais realizados para este trabalho, mas também por me ensinarem muitos outros.

Agradeço à equipe de geotecnia da WSP pelo carinho e compressão que foram cruciais nessa etapa final.

Agradeço a Estefânia e ao Roberto por contribuírem na revisão e aprimoramento desse trabalho final.

Por fim, agradeço à MARAVILHOSA Ouro Preto, uma cidade que tem um pedaço de mim.

RESUMO

O crescimento demográfico nas cidades pequenas e médias brasileiras está ocorrendo de forma rápida, o que leva ao adensamento das áreas urbanas consolidadas e ocupação desordenada de áreas de risco. Esses fenômenos resultam em problemas ambientais e sociais, como deslizamentos de terra. Para enfrentar esse desafio, é necessário realizar estudos geotécnicos contextualizados ao planejamento urbano envolvendo requalificação em áreas públicas. Essas medidas visam mitigar os riscos e garantir a segurança das populações. Neste contexto, o presente trabalho visa propor e estudar a viabilidade, urbanística e geotécnica, de estruturas destinadas a requalificação de uma passagem de pedestres situada na encosta do Campo da Água Limpa, em Ouro Preto-MG, de modo a proporcionar a mobilidade ativa dos seus usuários. O estudo de viabilidade das estruturas foi conduzido por meio de uma abordagem multimetodológica. As visitas a campo demonstraram o uso contínuo de certos caminhos informais, evidenciando a necessidade de intervenções para assegurar a segurança da mobilidade. A análise das legislações urbanísticas municipal e do IPHAN, juntamente com as orientações normativas de acessibilidade, orientou o dimensionamento das estruturas propostas. As análises geotécnicas indicaram que a área de intervenção, uma encosta com 14 metros de altura, é composta predominantemente por solo arenoso siltoso, com a presença de quartzito intemperizado, caracterizando-o como um solo residual jovem. Além disso, relatos de moradores antigos sugerem a existência de um aterro antrópico na região. A integração de dados bibliográficos, laboratoriais e de campo indicam a viabilidade das estruturas propostas; no entanto, serão necessárias sondagens para assegurar uma fundação adequada. Sendo a alternativa de requalificação mais apropriada uma escada acoplada a uma plataforma elevatória, visando promover uma mobilidade ativa e segura para a população local.

Palavras-chaves: Requalificação Urbana; Mobilidade Ativa; Caracterização Geotécnica; Espaços Livres Públicos.

ABSTRACT

The demographic growth in smaller and medium-sized Brazilian cities is occurring rapidly, leading to the densification of consolidated urban areas and the disordered occupation of risk areas. These phenomena result in environmental and social problems, such as landslides. To address this challenge, it is necessary to conduct geotechnical studies contextualized to urban planning involving the requalification of public areas. These measures aim to mitigate risks and ensure the safety of populations. In this context, the present work aims to propose and study the urbanistic and geotechnical feasibility of structures intended for the requalification of a pedestrian passage located on the slope of the Água Limpa field in Ouro Preto-MG, in order to provide active mobility for its users. The feasibility study of the structures was conducted through a multi-methodological approach. Field visits demonstrated the continuous use of certain informais paths, highlighting the need for interventions to ensure mobility safety. The analysis of municipal urban legislation and IPHAN, along with accessibility normative guidelines, guided the design of the proposed structures. Geotechnical analyses indicated that the intervention area, a 14-meter-high slope, is predominantly composed of silty sandy soil, with the presence of weathered quartzite, characterizing it as a young residual soil. Additionally, reports from long-time residents suggest the existence of an anthropic landfill in the region. The integration of bibliographic, laboratory, and field data indicates the feasibility of the proposed structures; however, surveys will be necessary to ensure an adequate foundation. The most appropriate alternative for requalification is a staircase coupled with a lift platform, aimed at promoting active and safe mobility for the local population.

Keywords: Urban Requalification, Active Mobility, Geotechnical Characterization, Public Open Spaces.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Deslizamento de terra no Morro da Forca em Ouro Preto	2
Figura 2: Campo da Água Limpa	3
Figura 3: Primeiro Carnaval realizado no Campo da Água Limpa	4
Figura 4: Mapa de localização do Campo da Água Limpa no Município de Ouro Preto.....	23
Figura 5: Percurso de pedestres para acesso a policlínica.....	24
Figura 6: Vista frontal (a) e superior (b) da encosta do Campo do Água Limpa com o caminho informal	25
Figura 7: Caminho informal dos moradores (em vermelho) na encosta do Campo da Água Limpa	25
Figura 8: Sopé da encosta	26
Figura 9: Solo coletado no sopé do talude.....	26
Figura 10: Mapa das unidades geotécnicas com a localização do Campo da Água Limpa.....	27
Figura 11: Solo do empreendimento localizado próximo ao Campo da Água Limpa.	29
Figura 12: Local da Encosta e do Empreendimento Privado por onde se coletou a amostra de solo.....	30
Figura 13: Destorroamento da amostra de solo coletada.	32
Figura 14: : Início da etapa de sedimentação	33
Figura 15: Após as 12 horas de leitura	33
Figura 16: Gráfico de Granulometria da amostra coletada	34
Figura 17: Planta de situação do Campo da Água Limpa, com ênfase na área de intervenção (sem escala).	35

Figura 18: Planta de implantação das estruturas propostas (escada e rampa) para a requalificação (sem escala).....	36
Figura 19: Mapa com a setorização dos riscos, com enfoque na área de intervenção.....	38
Figura 20: Perspectiva da escada, com os elementos recomendados na NBR9050 (sem escala).....	40
Figura 21: Figura esquemática do guarda-corpo e do corrimão da escada,.....	41
Figura 22: Locais que devem ser colocados os pisos tátil em escadas.....	42
Figura 23: Locais que devem ser colocados os pisos tátil em escadas.....	42
Figura 24: Cortes esquemático com a indicação dos cortes e aterros necessários para a implementação da escada	43
Figura 25: Corte esquemático da escada com a fundação (sem escala).....	43
Figura 26: Canaleta e caixa coletora com medidas em centímetros - Padrão SUDECA (sem escala).....	44
Figura 27: Poço de Infiltração	45
Figura 28: Parâmetros para rampa em curvas.....	46
Figura 29: Parâmetros para rampa com inclinação de 8,33%.	47
Figura 30: Corte esquemático da Rampa no sopé do talude.....	48
Figura 31: Elevador de escada para áreas abertas instalado em Belo Horizonte.	49
Figura 32: Dimensões do elevador de escadas	50
Figura 33: Desenho esquemáticos de contenções de solo de solo grampeado e de cortina atirantada.....	53

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PMOP	Prefeitura Municipal de Ouro Preto
SUS	Sistema Único de Saúde
UBS	Unidade Básica de Saúde
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
ZPE	Zona de Proteção Especial
CA	Coeficiente de Aproveitamento
TO	Taxa de Ocupação
TP	Taxa de Permeabilidade
GT	Grupo Técnico
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
APE	Área de Preservação Especial
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
SPT	<i>Standard Penetration Test</i>
SUDECAP	Superintendência de Desenvolvimento da Capital de Belo Horizonte
SINAP	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção
SICOR	Civil Sistema de Custos e Orçamentos Referenciais de Obras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivos.....	5
1.1.1	Objetivo Geral	5
1.1.2	Objetivos Específicos	5
1.2	Justificativa.....	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1	Espaços Livres Públicos.....	6
2.1.1	Conceitos e Transformações.....	6
2.1.2	Intervenções Urbanas	9
2.1.3	A mobilidade urbana ativa como estratégia de requalificação.....	10
2.2	Estudo de viabilidade da intervenção urbana.....	12
2.2.1	Legislação urbanística aplicada ao estudo de viabilidade.....	14
2.2.2	Caracterização geológica-geotécnica aplicada ao estudo de viabilidade.....	16
2.2.3	Estudo da estabilidade do terreno.....	17
3	METODOLOGIA	21
3.1	Método de revisão bibliográfica e documental.....	21
3.2	Métodos de caracterização geológica-geotécnica preliminar da área de intervenção.....	22
3.3	Estudo de viabilidade das soluções propostas	22
4	RESULTADOS.....	23
4.1	O Campo da Água Limpa	23
4.2	Caracterização geotécnica preliminar da área de intervenção.....	26
4.3	Caracterização do solo por ensaios laboratoriais	30
4.3.1	Massa específica dos grãos.....	30
4.3.2	Granulometria do solo.....	31

4.4	Estudo de viabilidade das soluções propostas.....	34
4.5	Previsões de contenções	52
5	Conclusão.....	54
5.1	Sugestões para trabalhos futuros.....	55
	Referências.....	56
	Apêndice A – Ensaio de laboratório	64
A.1	Granulometria	64
A.2	Massa Específica dos Grãos	65
	Apêndice B – Projeto final e Projeto Inicial em escala formato A4.....	66

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o crescimento demográfico das cidades do Brasil de pequeno e médio porte, crescem em um ritmo mais acelerado do que nas metrópoles (Mota, 2008). Este rápido crescimento demográfico, atrelado à desigualdade de acesso ao solo urbano e a queda do poder aquisitivo econômico, proporcionou um maior adensamento de áreas urbanas consolidadas e a ocupação desordenada das áreas em riscos, inclusive em encostas.

Conceitualmente, encosta, muitas vezes situadas em terrenos acidentados e íngremes compostas por solos ou rochas fraturadas que se comportam como solo, são áreas que podem ser expostas a riscos de deslizamento de terra e erosão, especialmente em locais onde há intensas chuvas ou outros eventos climáticos extremos (Guidicini, *et al.*, 1976). A distinção entre deslizamentos de terra e processos erosivos reside na quantidade de massa transportada a elevadas velocidades. Ademais, é importante salientar que esses fenômenos, sejam de origem natural ou antrópica, acarretam impactos imediatos tanto ao meio ambiente quanto à população, independentemente de sua condição socioeconômica.

Este fenômeno ocorre devido a uma multiplicidade de fatores, incluindo a inclinação do terreno, cujo grau determina o ângulo de repouso, influenciado pelo peso das camadas, granulometria e nível de coesão; a natureza do solo, considerando sua constituição, granulometria e coesão; e a presença de água, que contribui para o aumento do peso específico das camadas, além de reduzir a coesão e o atrito (Braja das, 2012). Adicionalmente, os fatores desencadeantes desses processos estão associados à remoção da cobertura vegetal em áreas de relevo acidentado, precipitações intensas, ocupações em áreas inadequadas e a ausência de planejamento adequado das construções. Tais condições elevam a probabilidade de ocorrência de deslizamentos de massa em encostas, ressaltando a importância de sua estabilização, ou se construir sobre estas que tenha uma fundação adequada.

A estabilização da encosta pode ser alcançada por meio de várias técnicas, que dependem das condições específicas do terreno e da natureza dos riscos envolvidos. Alguns dos métodos mais comuns incluem a utilização de sistemas de contenção,

como redes de contenção e muros de gabiões, a estruturação do solo com a inclusão de material de elevada resistência e a drenagem da área (Fonseca, 2016). E para que esses projetos de contenção sejam executados é necessária uma investigação geotécnica com sondagens e ensaios de laboratórios com amostras do solo local para entender o seu comportamento e poder empreender qualquer projeto de urbanização.

Na cidade de Ouro Preto, localizada no estado de Minas Gerais, a ocorrência de deslizamentos de terra e erosão são frequentes e causa prejuízos incalculável até a perda de vidas humanas. O exemplo mais recente, que aconteceu no dia 13 de janeiro de 2022, foi o deslizamento de terra do Morro da Forca, localizado no centro histórico da cidade tombada pela UNESCO como mostra na Figura 1. Não houve feridos, porém destruiu um casarão antigo fundado no século XIX. Vale ressaltar que o casarão não era tombado de forma isolada, mas sim como parte integrante do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de Ouro Preto.

Figura 1: Deslizamento de terra no Morro da Forca em Ouro Preto



Fonte: Soares, 2022.

Em decorrência desse incidente, o Campo da Água Limpa passou a ser objeto de uma nova atenção por parte da gestão municipal. Os blocos de carnaval, que tradicionalmente ocorriam no estacionamento do Centro de Convenções da UFOP, nas proximidades da área afetada pelo deslizamento, foram transferidos para o Campo da Água Limpa, conforme ilustrado na Figura 2. Essa mudança ressalta a necessidade de requalificação do espaço, de modo a garantir sua adequação para a realização desses eventos.

Figura 2: Campo da Água Limpa



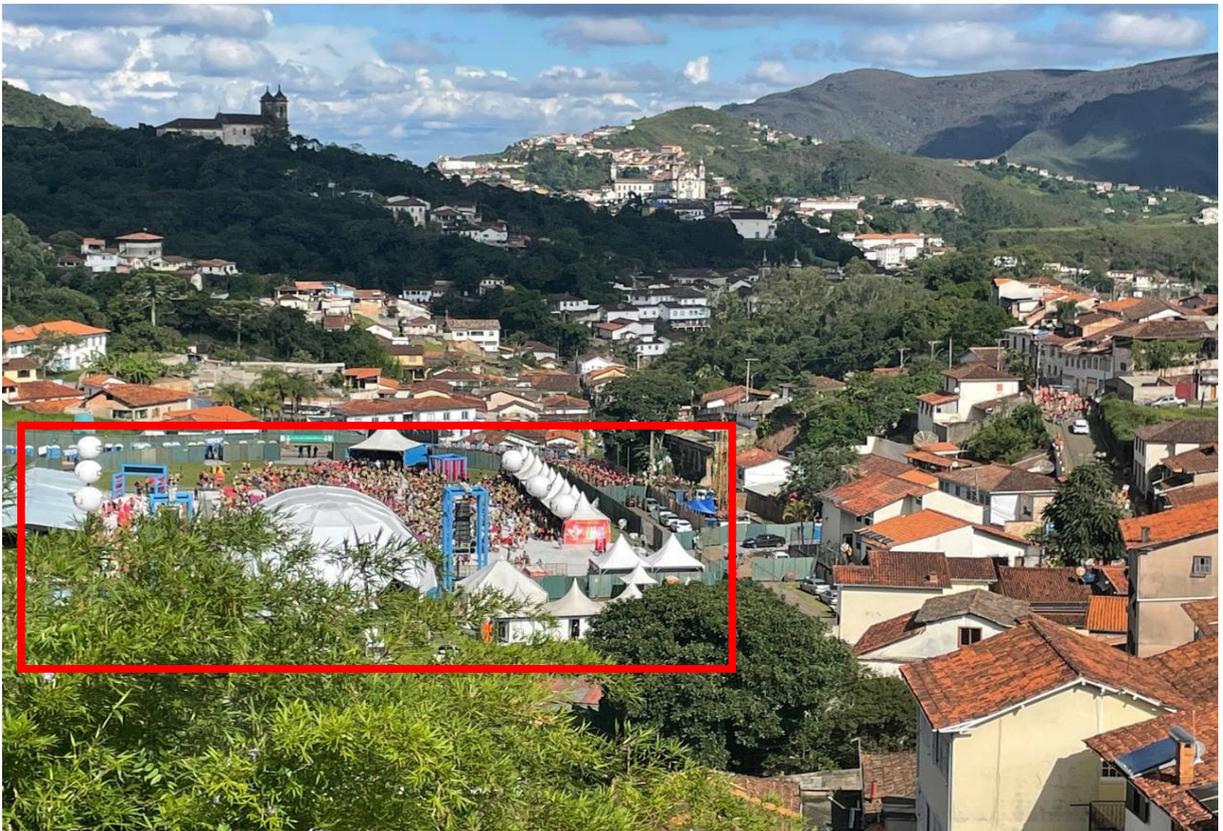
Fonte: Autorial, 2023.

A requalificação urbana visa a melhoria da qualidade do ambiente e da vida das pessoas, e envolve a articulação e integração de diversas componentes como, por exemplo, a habitação, a cultura, a coesão social e a mobilidade de uma cidade. A adoção e implementação de programas urbanos como, por exemplo, o Programa Polis¹ (SGDS, 2024), revelam a primazia da reutilização de infraestruturas e equipamentos existentes em detrimento da construção nova e a reutilização/reconversão de espaços urbanos (devolutos, abandonados ou degradados) para melhorar as suas condições de uso e fruição. Este estudo ajuda a

¹ O projeto, desenvolvido pela SGDES, visa implementar a Estratégia Paraná de Olho nos ODS. Seu objetivo principal é apoiar o planejamento, a execução e o monitoramento de políticas públicas que estejam em conformidade com a Agenda 2030 da ONU.

identificar os riscos envolvidos em um projeto, permitindo que sejam criados planos adequados de prevenção e mitigação destes. Isso é particularmente importante em áreas urbanas densamente povoadas, onde a construção de edifícios e a infraestrutura podem aumentar o risco de deslizamentos de terra e outras emergências. Neste contexto, o Campo da Água Limpa, é um espaço livre público de Ouro Preto propício a requalificação urbana. Ademais, este espaço é bastante utilizado não apenas pela população local, mas por pessoas de todos os estados, especialmente ao ser destinado a realização de eventos de grande porte, como por exemplo o carnaval, que segundo Machado (2023) o local comportou em torno de 7.000 pessoas por dia, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3: Primeiro Carnaval realizado no Campo da Água Limpa



Fonte: Aural, 2023.

Sendo assim, o estudo de viabilidade do Campo permite a compreensão do local sob uma perspectiva urbanística e geotécnica, de modo a subsidiar projetos urbanísticos voltados para a sua requalificação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho visa propor e estudar a viabilidade, urbanística e geotécnica, de estruturas destinadas a requalificação da passagem de pedestres informal situada na encosta do Campo da Água Limpa, em Ouro Preto-MG, de modo a proporcionar a mobilidade ativa dos usuários.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar na literatura a evolução dos espaços livres públicos e o uso estratégico da mobilidade ativa na requalificação deles;
- Identificar, na literatura e em documentos legais e normativos vigentes, as informações e orientações relacionadas a área de estudo, especialmente no que se refere a seus aspectos urbanísticos e geotécnicos;
- Caracterizar o solo local;
- Propor estruturas para a requalificação da área de estudo, de modo a promover a mobilidade ativa dos usuários; e
- Avaliar a viabilidade urbanística e geotécnica das estruturas propostas.

1.2 Justificativa

As áreas de risco são regiões onde as pessoas estão sujeitas a sofrer danos físicos, perdas humanas e materiais devido a ação antrópica. A distribuição das áreas de risco varia no território brasileiro devido às características físicas e ao modo de ocupação do país, assim como às diferenças regionais na densidade populacional e na fragmentação territorial (IBGE, 2018).

No Brasil, em 2010, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), aproximadamente 8,2 milhões de pessoas residem em áreas suscetíveis a enchentes ou deslizamentos (Agência IBGE, 2019). É importante

ressaltar que, entre essa população, 9,2% são crianças com menos de 5 anos, enquanto os idosos com mais de 60 anos representam 8,5%. A região Sudeste concentra a maior quantidade de áreas de risco. Dados do IBGE (2018) indicam que 308 municípios são monitorados, abrigando 4.266.301 moradores em situações de vulnerabilidade, o que corresponde a 9,8% da população total e em Minas Gerais, essa proporção é ainda mais alarmante, atingindo 14,8% da população total nessa condição.

Em paralelo a este contexto, existe também a demanda por espaços livres públicos no Brasil, que pode variar dependendo da região. Sabe-se que, em geral, espaços livres públicos, como praças, parques, áreas verdes e espaços de lazer, são importantes para proporcionar qualidade de vida, promover atividades físicas, recreação, convivência social e contato com a natureza (Lamas, 1993). Neste cenário, o espaço urbano deve priorizar os pedestres de modo a garantir a mobilidade segura, seguindo as legislações que se referem à mobilidade e acessibilidade.

Dessa forma, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de realizar um estudo de viabilidade antes da requalificação de áreas públicas, como o Campo da Água Limpa. Esse estudo é fundamental para compreender o comportamento do solo no contexto geotécnico e para prevenir movimentos de terra. Além disso, é importante considerar o aspecto urbanístico, uma vez que a área em questão é um importante instrumento urbanístico para o município de Ouro Preto. Dado que o local é de interesse público e, recentemente, também despertou interesse privado devido ao número de pessoas durante o Carnaval (Machado, 2023), torna-se essencial adotar uma nova perspectiva sobre essa área.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Espaços Livres Públicos

2.1.1 Conceitos e Transformações

As concepções de Milton Santos sobre o espaço transfiguram-no a um híbrido que integra materialidade e sociedade, forma e conteúdo, fixidez e fluidez, inércia e

dinâmica, além de relacionar sistemas de objetos e sistemas de ações (Santos, 1996). Assim, o espaço é considerado uma instância social, assim como a economia, a cultura e a política (Santos, 1985). Contudo é importante não apenas observar a dialética presente no espaço, mas também entender a dialética do próprio espaço, conforme sugere a abordagem de Milton Santos.

Os espaços livres, segundo a definição de Miranda Magnoli (1982), referem-se a todas as áreas "livres de edificação", englobando espaços descobertos, sejam urbanos ou rurais, vegetados ou pavimentados, e que podem ser públicos ou privados. Desta maneira, o espaço livre público é uma área acessível a todos os cidadãos. Esses espaços podem incluir parques, praças, calçadas, áreas verdes ou pavimentadas. A principal característica desses locais é que eles são mantidos geralmente pelo poder público e são projetados para promover a interação social, atividades recreativas e a convivência comunitária.

O espaço livre público é um instrumento urbanístico recorrente em debates sobre a cidade e a vida urbana, sendo essencial para a construção de uma cidade mais justa, democrática e saudável e, por isso, deve ser pensado de forma crítica e reflexiva. Seu conceito evoluiu ao longo da história das cidades, se redefinindo de acordo com as necessidades da sociedade em cada época. Nesse sentido, é importante explorar a sua evolução conceitual e suas configurações segundo as demandas sociais de cada época, começando pelo início da urbanização até os dias atuais (Narcísio, 2009).

A urbanização é um processo histórico que surge a partir da organização espacial das sociedades humanas. No início, as cidades eram organizadas em torno de uma praça central, que tinha uma função religiosa ou política. Essas praças eram o principal espaço livre público das cidades e eram destinadas a atividades coletivas. Com o passar do tempo, a cidade se expandiu, e novos espaços livres públicos surgiram, como as ruas e as praças de mercado. Esses espaços públicos permitiam que as pessoas se encontrassem, trocassem informações e realizassem atividades cotidianas. Nesse contexto, o espaço livre público era visto como um espaço comum, onde as pessoas se encontravam e conviviam (Lamas, 1993).

Com o passar do tempo, a cidade se tornou mais complexa e passou a exigir novos espaços públicos. Na Idade Média, por exemplo, as cidades fortificadas criaram espaços públicos para abrigar as feiras e os mercados, que eram locais de encontro entre pessoas de diferentes classes sociais. Durante o Renascimento, o desenvolvimento de praças e jardins urbanos foi uma das principais características da evolução do espaço livre público. Esses espaços foram criados para serem locais de lazer e contemplação, além de serem utilizados como local de encontro e de protestos políticos (Lamas, 1993).

Com o início da industrialização, as cidades foram se expandindo rapidamente, tornando-se mais densas e heterogêneas. A falta de espaços públicos tornou-se um problema grave, levando a cidade a adotar novas estratégias para atender às demandas da população. Surgiram, então, as praças e os jardins públicos, além de *playgrounds*, bibliotecas, teatros, cinemas, museus e outros equipamentos culturais. Esses espaços públicos foram criados para atender às necessidades crescentes da população, permitindo que as pessoas tivessem acesso a lazer, cultura e informação (Narcísio, 2009).

Presentemente, a cidade continua a evoluir e a demandar novos espaços públicos. O conceito de espaço livre público tem se transformado, adaptando-se às necessidades sociais de cada época. Em um contexto em que o espaço privado é cada vez mais valorizado, é imperativo que o espaço livre público receba uma atenção ainda maior, destacando sua importância para a coesão social e o bem-estar coletivo. A cidade contemporânea é caracterizada pela diversidade, pela complexidade, pela heterogeneidade e pelo conflito. As pessoas buscam espaços públicos democráticos, que permitam a convivência e a troca de experiências. Desta forma, os espaços livres públicos precisam ser acessíveis, atraentes, seguros e inclusivos, contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa e democrática (Narcísio, 2009).

A requalificação dos espaços livres públicos existentes nem sempre acompanhou as demandas de sua época, especialmente em cidades históricas como Ouro Preto. Essa questão é de extrema importância, pois esses espaços são fundamentais para a vida urbana. As praças, que historicamente foram os primeiros locais de

aglomeração e de encontro, continuam a ser palcos de festas religiosas, manifestações sociais e políticas. A restauração desses espaços visa resgatar sua qualidade urbanística, promovendo a implantação de mobiliário urbano e a remoção de interferências visuais, como vegetação excessiva, postes e fiação aérea. Esse processo recupera as feições originais dos espaços e destaca os monumentos que os cercam (Talarico, 2017). Enquanto a requalificação busca adaptar e revitalizar esses locais para atender às necessidades contemporâneas da população, promovendo acessibilidade, segurança e integração social. Ao requalificar cidades históricas esses espaços permanecem relevantes e funcionais, preservando sua identidade cultural e estimulando a convivência comunitária.

2.1.2 Intervenções Urbanas

As intervenções urbanas surgem na Europa e Estados Unidos quando há intensa migração das áreas rurais para urbanas, causando rápido aumento populacional e com isso necessidade de ampliações de infraestruturas e adequações dos espaços para garantir a qualidade de vida nas cidades (Lamas, 2010). No Brasil, tal processo começa com a industrialização, especialmente a partir dos anos 1950, quando uma grande parcela da população rural se desloca para as metrópoles em busca de trabalho e novas oportunidades. Este processo intenso, desprovido de um planejamento territorial adequado que garantisse um padrão de vida satisfatório nas cidades, resultou em problemas como falta de saneamento básico, habitação, infraestrutura urbana e vários conflitos sociais. Diante desses desafios, torna-se necessário implementar intervenções que atendam às demandas e adaptem as infraestruturas existentes (Talarico, 2017).

A reestruturação e requalificação são formas de intervenção urbana, frequentemente referidas por termos como reabilitação, renovação, revitalização e regeneração, entre outros. Contudo são conceitualmente diferentes, a reestruturação urbana baseia-se em projetos pontuais destinados à recuperação de pequenos espaços públicos frequentemente em desuso. Enquanto a requalificação refere-se a espaços públicos com uso significativo, integrando-se a outros instrumentos

urbanísticos. Embora sejam intervenções de pequeno porte, quando distribuídas pela cidade, promovem um uso mais democrático e convidativo desses espaços (Linardi, 2012).

2.1.3 A mobilidade urbana ativa como estratégia de requalificação

A utilização da mobilidade ativa pode ser adotada de forma estratégica na requalificação urbana, especialmente diante dos desafios urbanísticos contemporâneos enfrentados, resultantes do adensamento populacional: este fenômeno não apenas acelera o processo de urbanização, mas também evidencia as consequências que isso traz para a população (Souza, 2003).

No Brasil, o processo de urbanização com frequência ignora a mobilidade ativa, que abrange deslocamentos realizados com a própria energia, como caminhar ou andar de bicicleta. Esse tipo de mobilidade traz significativos benefícios para a saúde. Os espaços livres urbanos, frequentemente mal projetados, são inadequados para a prática de atividades físicas, contribuindo para o aumento de doenças crônicas entre a população. Portanto, a mobilidade ativa deve ser uma prioridade em todos os projetos urbanísticos. Um exemplo notável são as cartilhas desenvolvidas em Belo Horizonte. Esses materiais informativos foram criados com o intuito de incentivar a mobilidade ativa na cidade. As cartilhas fornecem diretrizes e informações detalhadas sobre a prática de caminhar, andar de bicicleta e utilizar outros meios de transporte que dependem da energia humana. Além disso, elas ressaltam os benefícios para a saúde e o meio ambiente, oferecendo orientações práticas para a incorporação da mobilidade ativa no cotidiano das pessoas (Associação Nos BH, 2024).

Todavia, cada localidade possui características únicas, exigindo soluções específicas e adaptadas às suas particularidades (Queiroga, 2011). Para viabilizar a mobilidade ativa, é necessário realizar estudos que identifiquem não apenas os caminhos mais rápidos, mas também a conformidade com a legislação urbanística, juntamente com normas e estudos geotécnicos para assegurar que os espaços sejam projetados de maneira adequada, segura e acessível.

Ouro Preto é um exemplo interessante de urbanização desafiadora. Localizado na Região Central de Minas Gerais, no Quadrilátero Ferrífero, o município abrange 1.245,86 km². Sua topografia apresenta 5% de áreas planas, 40% de áreas onduladas e 55% de áreas montanhosas, com uma altitude média de 1.150 metros (IBGE, 2020). Essa configuração não apenas define o relevo local, mas também influencia a morfologia e o planejamento urbano.

Diante desse cenário, é essencial que as áreas identificadas como de risco geotécnico sejam mantidas livres de habitações, assegurando a segurança e a sustentabilidade do desenvolvimento urbano (Brasil, 2012). No entanto, Ouro Preto iniciou seu processo de urbanização antes da criação de estudos e normativas que abordassem esses riscos, tornando urgente a necessidade de um planejamento cuidadoso para o futuro.

A cidade foi fundada em 1698 por bandeirantes paulistas e se tornou a sede da Capitania das Minas Gerais em 1711, recebendo o nome de Vila Rica de Albuquerque. A urbanização de Ouro Preto foi impulsionada pela mineração, o que resultou na ocupação de áreas sem estudos adequados para suportar a expansão urbana, levando à construção em encostas e regiões instáveis (IPHAN, 2014). Nesse contexto, o estudo geotécnico é fundamental para a implementação de projetos, especialmente devido à inclinação do terreno.

Nos estudos geotécnicos realizados em Ouro Preto, são avaliados diversos parâmetros, como a resistência do solo, a permeabilidade, a erosão, a compactação, a presença de águas subterrâneas e a estabilidade das encostas. Essas informações subsidiam o dimensionamento das fundações, de obras de contenção de encostas, drenagem, entre outras. Enquanto o planejamento urbano permite conciliar o crescimento da cidade com a preservação de seu patrimônio histórico-cultural e a qualidade de vida da população.

Além disso, a geologia local é predominantemente formada por rochas metamórficas, como xistos e quartzitos, que se originaram ao longo de processos geológicos. Essas rochas possuem propriedades físicas e mecânicas que influenciam a estabilidade do terreno e a capacidade de suporte das construções. Portanto,

entender a composição do solo, resultante do intemperismo dessas rochas, é fundamental para a reorganização adequada dos usos do solo (Sobreira *et al.*, 2001).

Nesse contexto, o zoneamento emerge como um elemento-chave do planejamento urbano em Ouro Preto. A cidade possui uma área central que é protegida e considerada Patrimônio Mundial pela UNESCO (IPHAN, 2024). Essa área é caracterizada por suas escadarias, igrejas, casario colonial e ruas estreitas. O zoneamento, portanto, determina as restrições e diretrizes para o desenvolvimento urbano nessa região, visando preservar sua identidade histórica (Souza, 2003).

Outro aspecto importante é a mobilidade urbana. Devido à topografia acidentada, as vias e acessos em Ouro Preto apresentam desafios adicionais. Ruas estreitas e ladeiras íngremes exigem um planejamento meticuloso para garantir a fluidez do tráfego e a acessibilidade aos moradores e visitantes da cidade. Projetos de infraestrutura além de considerar a topografia e a capacidade de suporte do solo para evitar problemas como deslizamentos, falhas na drenagem e instabilidade das estruturas, devem também seguir diretrizes urbanísticas em âmbito nacional e municipal, para promover a acessibilidade a todos (Zanchetti, 2023).

2.2 Estudo de viabilidade da intervenção urbana

A execução de uma intervenção para a requalificação de um espaço livre público, seja ela pontual ou de grande estrutura, passa por fases definidas como estudo de viabilidade de projeto, anteprojeto, projeto básico e projeto executivo. O estudo técnico preliminar de viabilidade de projeto é o documento inicial do planejamento de uma contratação, caracterizando o público-alvo e fornecendo soluções, servindo de base para a elaboração do anteprojeto.

De acordo com a NBR 13531 (ABNT, 2005), um estudo de viabilidade de um projeto urbanístico é uma etapa destinada à elaboração de soluções alternativas e avaliação delas para a seleção e recomendação da alternativa mais adequada a concepção da obra e de seus elementos. O objetivo dessa etapa é definir todos os limites impostos por fatores externos ao projeto, como legislação e requisitos técnicos das atividades a serem realizadas, além de levantar possibilidades de soluções para

o problema de projeto. Essa etapa é constituída pelo embasamento teórico, por meio da análise de dados condicionantes para o trabalho, e pela elaboração das necessidades e diretrizes do projeto. O produto é um documento denominado estudo de viabilidade, que contém soluções alternativas ao projeto devidamente analisadas e justificadas.

Em obras públicas, essas definições são essenciais, pois toda obra a ser licitada, deve ser subsidiada por um estudo prévio. A Lei Federal nº 14.133/2021 (Brasil, 2021) define anteprojeto, projeto básico e projeto executivo como etapas para a implementação de uma obra pública:

O anteprojeto é uma peça técnica que contém todas as informações necessárias para a elaboração do projeto básico, e este é amparado por um estudo de viabilidade. Ele deve incluir, no mínimo, a demonstração e justificativa da necessidade do projeto, avaliação de demanda do público-alvo, visão global dos investimentos, definição do nível de serviço necessário, condições de solidez, segurança e durabilidade, estética do projeto arquitetônico, parâmetros de adequação ao interesse público, economia na utilização, facilidade de execução, impacto ambiental e acessibilidade, proposta de concepção da obra ou serviço de engenharia, levantamento topográfico e parecer de sondagens.

O projeto básico, por sua vez, é o conjunto de elementos e informações com precisão adequada para definir e dimensionar a obra ou serviço a ser licitado. Ele é elaborado com estudos técnicos preliminares que asseguram a viabilidade técnica, o tratamento correto do impacto ambiental, o custo e o cronograma de execução, incluindo sondagens, levantamentos topográficos, ensaios e análises laboratoriais, estudos socioambientais, soluções técnicas detalhadas, preço e prazo definidos, identificação dos tipos de serviços, subsídios para a licitação e gestão da obra, orçamento detalhado do custo global e quantitativos.

Por fim, o projeto executivo é a última fase, gerado a partir das informações do projeto básico, contendo todos os elementos e informações necessárias para a execução completa da obra, com soluções técnicas detalhadas, definições de serviços, materiais e normas técnicas pertinentes. Geralmente, em obras públicas, o

projeto executivo é solicitado pela empresa vencedora da licitação, enquanto o projeto básico é fornecido no momento da licitação (Brasil, 2021).

2.2.1 Legislação urbanística aplicada ao estudo de viabilidade

Em âmbito nacional, a Lei Federal nº 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, estabelece diretrizes gerais para a política urbana no Brasil. Este estatuto destaca a importância da elaboração de um Plano Diretor Municipal e a obrigatoriedade da participação da sociedade nesse processo. Além disso, a legislação prevê diversos instrumentos para a gestão urbana, como o parcelamento, a edificação e a utilização compulsórios, o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) progressivo ao longo do tempo, e a desapropriação com pagamento em títulos da dívida pública.

Em Ouro Preto, a legislação urbanística é regida pelo Plano Diretor (PMOP, 2006), que estabelece as diretrizes e objetivos para o desenvolvimento urbano. Este plano é atualizado periodicamente por meio de um processo participativo que envolve tanto a sociedade civil quanto o poder público. No capítulo VI do Plano Diretor, intitulado "Da Operação Urbana Consorciada", o art.61 descreve:

Considera-se como Operação Urbana Consorciada o conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Público Municipal, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, com o objetivo de alcançar, em determinada área da cidade transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e a valorização ambiental.

O Campo da Água Limpa se localiza na Zona de Proteção Especial (ZPE) que, de acordo com a Lei Complementar nº 93, de 20 de janeiro de 2011 (PMOP, 2011), que estabelece as normas e as condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo no Município, descreve da seguinte forma este zoneamento:

Art. 7º A ZPE - Zona de Proteção Especial compreende as áreas que contêm os valores essenciais a serem preservados nos conjuntos urbanos, resultantes da presença de traçados urbanísticos originais e de tipologias urbanísticas, arquitetônicas e paisagísticas que configuram a imagem do lugar.

O parcelamento, uso e ocupação do solo na ZPE deve seguir as diretrizes do capítulo VII, intitulado “Das diretrizes e parâmetros para intervenções urbanísticas e arquitetônicas na ZPE – distrito sede”, considerando as características específicas e necessárias a preservação do patrimônio natural e construído. Neste contexto, a PMOP deve colaborar com instituições estaduais e federais para a preservação do patrimônio cultural e natural. Todas as intervenções urbanísticas e arquitetônicas na ZPE, sejam privados ou públicas, estão sujeitas a Lei Complementar nº 93 (PMOP, 2011).

Ainda, a notabilidade do acervo paisagístico-urbano-arquitetônico é garantida pela unidade e originalidade do patrimônio, qualidade do conjunto e harmonia da paisagem. A preservação dessas características envolve o quadro natural, morfologia urbana, unidade dos conjuntos, relação entre áreas edificadas e não edificadas, tipologias arquitetônicas, diversidade de usos, espaços públicos e manifestações culturais. As intervenções devem compatibilizar-se com os valores e necessidades urbanas atuais e contribuir para a melhoria da qualidade de vida e do ambiente urbano. Os parâmetros urbanísticos, como Coeficiente de Aproveitamento (CA), Taxa de Ocupação (TO) e Taxa de Permeabilidade (TP), são definidos no Anexo III da Lei Complementar nº 93 (PMOP, 2011). Na ZPE os projetos de edificações com área de projeção superior a 450 m² em terrenos maiores que 3.000 m² necessitam de parecer favorável da Secretaria Municipal de Patrimônio e Desenvolvimento Urbano, com consulta ao grupo técnico.

Além disso, existem também leis específicas para a proteção dos diversos bens da cidade tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). A Portaria nº 312, de 20 de outubro de 2010, estabelece critérios para a preservação do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de Ouro Preto, em Minas Gerais (IPHAN, 2010). Ela regulamenta as intervenções nessa área protegida em nível federal, visando garantir a integridade, visibilidade e ambiência do patrimônio cultural.

A área em questão, de acordo com essa portaria, é uma zona de transição entre o tecido urbano mais preservado da Área de Proteção Especial 01 (APE 01) e as encostas visíveis da Serra de Ouro Preto, contendo bens arquitetônicos de valor

histórico, arqueológico e paisagístico. As intervenções e as construções novas devem seguir critérios específicos, entre estes: os telhados devem ser de telha cerâmica com inclinação entre 25% e 40%, voltados para a via pública, sendo proibidos terraços superiores e coberturas metálicas ou de fibrocimento; as fachadas devem ter esquadrias de madeira, alvenarias rebocadas e pintadas em cores claras, com aberturas verticais que mantenham a proporção e ritmo de cheios e vazios; não são permitidas edificações com estrutura vazada ou elementos estruturais aparentes, devendo a área ser fechada com alvenaria rebocada e pintada em cores claras; a altura máxima permitida é de 12 metros, limitada a dois pavimentos, a partir da menor cota do terreno; os muros de divisa podem ter até 2,10 metros de altura e devem receber tratamento específico (IPHAN, 2010).

2.2.2 Caracterização geológica-geotécnica aplicada ao estudo de viabilidade

As investigações geotécnicas são estudos para caracterização geológica-geotécnica de uma área que indicarão entre várias informações: a distribuição dos materiais que compõem o subsolo e os parâmetros físicos dos materiais, visando mostrar as aptidões naturais do local para a produção de uma intervenção urbana segura, econômica e harmônica com a natureza do terreno (Souza, Silva e Iyomasa, 1998).

Os ensaios de laboratórios e as sondagens mecânicas são ferramentas utilizadas pelos engenheiros e projetistas para analisar o comportamento do solo em questão definindo as características do meio físico. Estes procedimentos constituem uma etapa importante nos estudos de viabilidades do projeto, pois é por meio das análises geradas que é possível prever a estabilidade de qualquer intervenção.

Por serem procedimentos de alto custo, a parte de anteprojeto prevê um estudo anterior usando mapeamento geológico, que traz informações de rocha que constitui o embasamento da área e pode-se estimar o tipo de solo local. Além do mapa de uso e ocupação do solo da zona urbana do município, o qual informa a expansão urbana da cidade e onde é viável investir em projetos em prol da requalificação urbana.

No artigo “Procedimentos de mapeamento geológico de engenharia aplicados ao planejamento urbano em uma área com escassez de dados: aplicação no Sul do Brasil”, Nola e Zuquette (2021) apresentam os resultados de um estudo de mapeamento geológico-geotécnico na área urbana de Ouro Preto, em Minas Gerais com o objetivo de avaliar a eficácia de procedimentos, métodos e esquemas de classificação fundamentados nos princípios do mapeamento geológico aplicado à engenharia. Assim, os autores produziram dados e mapas que delimitam 51 unidades geológicas-geotécnicas em termos de distribuição espacial de materiais geológicos, características genéticas, resistência estimada, interfaces de condutividade hidráulica e superfícies de falha potencial em prol do planejamento urbano. Estudos como estes são utilizados para a reorganização dos usos do solo de Ouro Preto, haja visto que a cidade sofre com os fenômenos de movimentos de massa frequentes em áreas urbanizadas.

2.2.3 Estudo da estabilidade do terreno

A estabilidade do terreno é uma questão crítica no planejamento e na gestão do espaço urbano, especialmente em regiões montanhosas ou com relevo acidentado. Compreender os fatores que influenciam a segurança dessas estruturas naturais ou artificiais é essencial para a prevenção de deslizamentos e outros movimentos de massa que podem resultar em danos significativos. O estudo do terreno envolve a análise das características geotécnicas do solo e das rochas, bem como a avaliação de condições climáticas e de uso do solo.

O termo "talude" refere-se a qualquer superfície inclinada, seja composta de solo ou rocha. Existem taludes naturais, conhecidos como encostas, e taludes artificiais, como os encontrados em aterros, barragens de terra ou cortes de estrada (Gerscovich, 2016). As encostas podem ser formadas por solo residual, coluvionar ou rochas, e estão constantemente expostas a questões de estabilidade, especialmente em climas tropicais, como o brasileiro, que apresentam variações sazonais. É comum observar encostas que, após longos períodos de estabilidade, começam a apresentar movimentações, como o Morro da Forca em Ouro Preto, mencionado anteriormente.

Esse fenômeno ocorre quando a alta pluviosidade satura o solo ou a rocha, alterando o estado de tensões do material e aumentando as tensões de cisalhamento até que superem a resistência ao cisalhamento do solo.

A instabilidade das encostas naturais resulta da dinâmica evolutiva da crosta terrestre. À medida que os processos físico-químicos alteram as rochas, o material resultante se torna progressivamente menos resistente. Dependendo dos fatores condicionantes e dos agentes desencadeadores, condições favoráveis para o movimento de massa podem ser criadas (Gerscovich, 2012). Na cidade de Ouro Preto, esses fenômenos são frequentes devido a diversos fatores, incluindo a inclinação do terreno, a natureza do solo, o clima e a presença ou ausência de vegetação. Além disso, a ocupação desordenada do espaço urbano em áreas de risco e a falta de planejamento adequado das construções aumentam a probabilidade de movimentos de massa.

Portanto, a realização de estudos geotécnicos é fundamental antes de qualquer proposta de projeto. Através dessas análises, é possível prever e evitar instabilidades no terreno, especialmente em áreas urbanas, onde tais eventos podem causar danos sociais e econômicos representativos.

2.2.3.1 Caracterização do Solo

Os solos são classificados por meio das partículas que as constituem, ou seja, o que diferencia um solo de outro é pelo tamanho dessas partículas e esses tamanhos são definidos pela ABNT NBR 6502/1995 como na tabela a seguir:

Tabela 1: Tamanho das partículas do solo definidos pela ABNT NBR 6502/1995.

Partícula do solo	Limites de definição da ABNT
Pedra	7,6cm a 25 cm
Pedregulho	4,8 mm a 7,6 mm
Areia Grossa	2mm a 4,8 mm
Areia Média	0,42 mm a 2 mm
Areia Fina	0,05mm a 0,42mm
Silte	0,005 mm a 0,05
Argila	Inferior a 0,005 mm

Fonte: ABNT, 1995

Esses tamanhos são definidos por meio do ensaio de granulometria conjunta. O ensaio de granulometria é o processo utilizado para a determinação da percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas do solo (como indica na tabela 1) representa na massa total ensaiada. Para isso, a granulometria pode ser realizada por peneiramento ou por peneiramento e sedimentação, se necessário. Para a realização deste ensaio tem-se a norma ABNT NBR 7181(2016). Por meio dos resultados obtidos das porcentagens dos tamanhos de partículas encontradas para a amostra, é possível a construção da curva de distribuição granulométrica. Essa curva é um importante instrumento para a classificação dos solos (Pinto, 2015).

A depender da fase de projeto, pode-se não ter a disponibilização deste ensaio, então, estima-se a granulometria do solo por meio da identificação tátil-visual de amostras de solo. Este teste visa sentir o solo através do tato buscando avaliar a predominância do tamanho dos grãos, podendo adicionar água na amostra para realização do exame.

Outro índice necessário para caracterizar o solo é a massa específica real dos grãos que é a relação entre quantidade de massa e o volume. Sabe-se que o solo é composto por ar, líquido e sólido, com isso a massa específica é a relação entre a massa das partículas sólidas que compõe o solo e do seu volume inicial. Esse ensaio é determinado em laboratório e dirigido pela NBR 6508 (ABNT, 1984) e os resultados são em tonelada/m³, kg/dm³ ou g/cm³.

Sabendo-se como o solo é constituído, pode-se concluir que sua caracterização é identificar cada composto presente na amostra de solo coletada e levada ao laboratório, por isso é necessário saber a umidade deste solo. Este parâmetro é a relação entre o peso da água e o peso dos sólidos. Também são necessários o índice de vazios que é a relação entre o volume de vazios e o volume das partículas sólidas, porosidade que é a relação entre volume de vazios e o volume total e peso específico da água que adota-se 1 kN/m³ para este caso e vale ressaltar que pode ser valor diferente dependendo da temperatura da água (Pinto, 2015).

2.2.3.2 Classificação do solo

Como exposto no item anterior, antes de desenvolver os projetos de engenharia devem-se reconhecer os solos envolvidos, identificando-os, avaliando seu estado e, quando necessário, coletando amostras para ensaios específicos. Os procedimentos utilizados para esse fim incluem amostragem em taludes, abertura de poços e perfurações no subsolo. O método mais comum para reconhecimento do subsolo é a Sondagem Simples, amplamente conhecida por seu acrônimo SPT proveniente do inglês (*Standard Penetration Test*), realizada conforme os critérios estabelecidos pela NBR 6484 (ABNT, 2020). Esse processo envolve basicamente duas operações: perfuração e amostragem, a qual pode ser encaminhada para o laboratório a fim de realizar o ensaio de granulometria.

A classificação geológica do solo é dividida em dois grandes grupos: os solos residuais que são de origem local e produzidos pela decomposição da rocha matriz, e os solos transportados que é a composição de partículas que foram levadas seja pela água, pelo vento, pela gravidade ou pelo homem (Pastore e Fontes, 1998). Essas partículas se acumulam em lugares de baixa altitude dando origem a solos coluvionares (por ação da gravidade) ou solos aluvionares (transportados pela água).

Os solos residuais apresentam uma resistência significativamente maior devido à sua estrutura intacta e à ligação direta com a rocha matriz, o que resulta em ligações entre partículas mais fortes e menor grau de intemperismo. Em contraste, solos transportados, como os coluvionares, possuem uma estrutura mais solta e heterogênea, o que pode fragmentar as partículas e enfraquecer as ligações das partículas sólidas que compõe o solo, reduzindo assim a resistência do solo (Sousa Pinto, 2006). A distinção entre esses tipos de solos é registrada em relatórios técnicos de geotecnia, pois suas propriedades mecânicas afetam diretamente a estabilidade e o desempenho das fundações e estruturas de engenharia civil. Apesar de ser um solo de baixa resistência é possível realizar empreendimento sobre estes, como acontece em muitas estradas no Brasil. À exemplo, Ehrlich, Silva e Costa (2018) avaliaram o comportamento de trechos da Rodovia BR 116, construída sobre três tipos de coluvião.

3 METODOLOGIA

3.1 Método de revisão bibliográfica e documental

O método de revisão da literatura e documental adotado proporcionou uma análise da evolução dos espaços livres públicos e do uso estratégico da mobilidade ativa para a requalificação, bem como identificar informações relevantes em documentos legais e normativos que abordam aspectos urbanísticos e geotécnicos. Este método foi realizado em quatro etapas:

1. Identificação e Seleção de Fontes - a identificação de fontes relevantes, primárias e secundárias, incluíram artigos acadêmicos, livros, teses e dissertações, além de documentos legais e normativos pertinentes ao tema. As bases de dados científicos, como *Scielo* e *Google Scholar*, foram exploradas para localizar as publicações. Também foram considerados relatórios e diretrizes de órgãos governamentais e institutos de pesquisa.

2. Análise Temática - após a seleção das fontes, realizou-se uma análise temática que permitiu a identificação de padrões e tendências na literatura. Essa etapa envolveu a organização dos dados coletados em itens descritivos.

3. Avaliação de Documentos Legais e Normativos - paralelamente, foram revisados documentos legais e normativos que estabelecem diretrizes para o planejamento urbano e a gestão de espaços livres públicos, especialmente os direcionados à área de intervenção. Isso incluiu legislações federais e municipais, além de normas técnicas relacionadas aos aspectos urbanísticos e geotécnicos.

4. Síntese e Interpretação dos Dados - a revisão culminou na síntese e interpretação dos dados coletados, buscando estabelecer conexões entre a literatura revisada e as orientações legais e normativas vigentes. Essa etapa permitiu desenvolver uma compreensão integrada dos aspectos urbanísticos e geotécnicos nas estratégias de requalificação propostas para a área de intervenção.

3.2 Métodos de caracterização geológica-geotécnica preliminar da área de intervenção

A caracterização geotécnica preliminar da área de intervenção foi iniciada com uma visita a campo, para familiarizar-se com a área de interesse e subsidiar o estudo de viabilidade. Além da visita, foi realizada uma análise do solo do terreno onde serão implementados os instrumentos urbanísticos. Para a execução dos ensaios laboratoriais com as amostras coletadas, foram seguidas as diretrizes da norma NBR 7181 (ABNT, 2018), que trata do ensaio de granulometria, e da norma NBR 6508 (ABNT, 1984), que orienta a determinação da massa específica dos grãos de solo. Todos os ensaios foram conduzidos no CTGA-NUGEO – Centro Tecnológico de Geotecnia Aplicada do Núcleo de Geotecnia, Escola de Minas/UFOP.

Adicionalmente, utilizou-se o estudo de Nola e Zuquette (2021) como referência para obter dados de geologia de engenharia sobre a distribuição espacial dos materiais geológicos-geotécnicos. Essa análise foi relevante para a identificação no mapa, a distribuição desses materiais na área de estudo, informações necessárias para o planejamento territorial, projetos de engenharia e reabilitação urbana, de forma complementar aos estudos em campo e laboratoriais. Por fim, os estudos de Mauricio et al. (2018) foram utilizados para compreender o comportamento de solos coluvionares em relação à sua estabilidade, seus parâmetros geotécnicos característicos e as contenções mais adequadas para esse tipo de solo. de intervenção.

3.3 Estudo de viabilidade das soluções propostas

A metodologia deste estudo baseou-se na coleta de informações abrangentes, incluindo dados bibliográficos, documentais, laboratoriais e de campo. Esses dados foram fundamentais para avaliar a viabilidade das estruturas propostas, especialmente em relação ao cumprimento das diretrizes da NBR 9050 (ABNT, 2020). A NBR 9050 foi aplicada em conjunto com as normativas urbanísticas do plano diretor, com o objetivo de promover a mobilidade ativa e segura na área de intervenção. As diretrizes visam garantir igualdade de acesso a todas as pessoas, incluindo idosos,

peças com deficiência, gestantes, crianças e demais indivíduos que necessitam de acessibilidade. Além disso, o estudo incluiu informações topográficas e geológicas-geotécnicas para compreender as características físicas da área e fundamentar a análise das intervenções propostas.

4 RESULTADOS

4.1 O Campo da Água Limpa

O Campo do Água Limpa é um espaço livre público localizado no município de Ouro Preto - MG, como mostra a Figura 4. Este espaço foi palco de diversas atividades ao longo dos anos. Criado inicialmente no século XVIII como área de treinamento para soldados durante o período colonial, o local foi adaptado para atividades esportivas e eventos culturais ao longo do tempo.

Figura 4: Mapa de localização do Campo da Água Limpa no Município de Ouro Preto



Fonte: autoral, 2023

Recentemente, em resposta ao deslizamento de terra no Morro da Forca (Fig.1), a gestão municipal decidiu transferir o Carnaval para o Campo da Água Limpa. Antes, o evento ocorria no estacionamento do Centro de Convenções da UFOP, próximo à encosta afetada. Essa mudança visa garantir a segurança dos participantes, evitando

riscos associados à instabilidade do terreno. Durante a festividade, o campo se tornou um ponto de encontro para diferentes blocos e foliões, celebrando a festa mais tradicional do Brasil (IPHAN, 2014).

Além disso, as festividades de carnaval representam uma importante fonte econômica para o município, atraindo o maior número de turistas ao longo do ano. Para atender essa demanda, a Prefeitura Municipal de Ouro Preto (PMOP) identificou o Campo da Água Limpa como o local mais adequado para a celebração (Machado, 2023). Assim, o campo se consolida como um espaço essencial para a convivência e celebração das tradições culturais de Ouro Preto.

Após visitas de campo, constatou-se que o Campo da Água Limpa é amplamente utilizado por diversas faixas etárias. O espaço não se restringe a um campo de futebol; inclui também uma pista de caminhada, uma academia ao ar livre, estacionamento e a proximidade da Policlínica, onde são oferecidas especialidades médicas do Sistema Único de Saúde (SUS). Observou-se que a população utiliza o campo não apenas para lazer, mas também como acesso à Policlínica e à UBS da região. Um caminho informal foi criado pela própria população, embora seja inseguro. A Figura 5 mostra o trajeto mais utilizado, destacado em vermelho, enquanto a Figura 6 ilustra o uso desse caminho informal.

Figura 5: Percurso de pedestres para acesso a policlínica



Fonte: Google Earth-adaptado

Figura 6: Vista frontal (a) e superior (b) da encosta do Campo do Água Limpa com o caminho informal



(a)



(b)

Fonte: Autoral, 2023

A população criou um trajeto informal para encurtar o tempo e a distância entre os pontos de acesso. No entanto, a falta de infraestrutura adequada é evidente, como demonstram as marcas visíveis no solo. As visitas de campo revelaram que esse caminho é utilizado continuamente pela comunidade, evidenciando a necessidade de intervenção para garantir a segurança dos usuários e promover a mobilidade ativa. Além disso, deve-se implementar melhorias na infraestrutura local, atendendo às necessidades mínimas dos moradores. A situação é ilustrada nas Figuras 6 e 7, que destacam o percurso mencionado na encosta.

Figura 7: Caminho informal dos moradores (em vermelho) na encosta do Campo da Água Limpa



Fonte: Autoral, 2023

Áreas adjacentes à encosta que abriga o caminho informal indicam a necessidade de estudos adicionais de acessibilidade, tanto para a rua onde se localiza a Policlínica quanto para a Rua Irmão Kenedy, que dá acesso ao Campo da Água Limpa. Esses estudos podem contribuir ainda mais para que todo o percurso, especialmente os que conduzem aos centros de saúde, seja acessível e seguro para todos os usuários.

4.2 Caracterização geotécnica preliminar da área de intervenção

Durante a análise do solo local, foram identificados grãos minerais areno-siltosos, raízes de plantas e manchas escuras com odores característicos de matéria orgânica em avançado estado de decomposição. Além disso, foram encontrados fragmentos brancos endurecidos, sugerindo a presença de resíduos sólidos de construção civil.

A avaliação não revelou corpos hídricos nas proximidades da encosta, e a análise tátil-visual indicou que o solo apresenta características de alta friabilidade, predominantemente resultantes de processos de deposição e/ou transporte por ação antrópica. Com base nessas observações, conclui-se que o solo é superficialmente classificado como coluvionar de origem antrópica, conforme as Figuras 8 e 9.

Figura 8: Sopé da encosta



Fonte: autoral, 2023

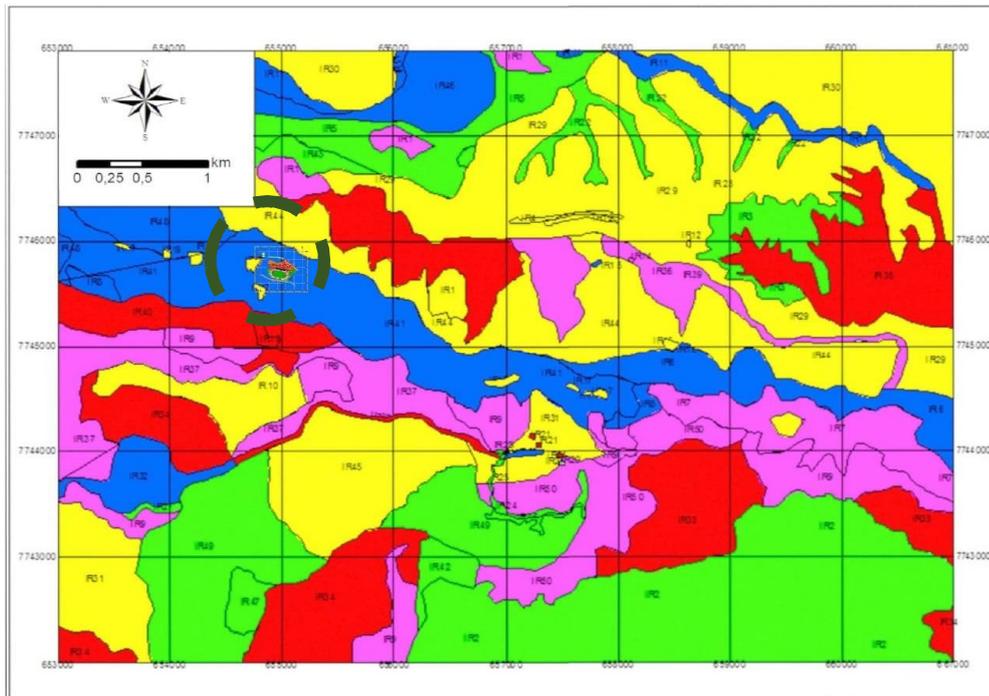
Figura 9: Solo coletado no sopé do talude



Fonte: autoral, 2023

Ao sobrepor a área de estudo ao mapa de Nola e Zuquette (2021), conforme ilustrado na Figura 10, identificou-se as seções típicas das unidades geológicas e geotécnicas em Ouro Preto. A análise revelou a presença de filitos e quartzitos de baixa resistência.

Figura 10: Mapa das unidades geotécnicas com a localização do Campo da Água Limpa



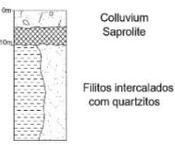
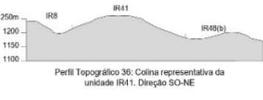
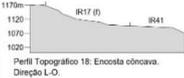
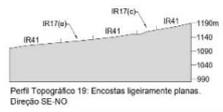
Fonte: Adaptado de Nola e Zuquetti, 2021.

A escala do mapa, 1:10.000, limita o detalhamento necessário para avaliar áreas menores, como os 1.000 m² do campo. Considerando essa escala e a presença da unidade IR17, que se estende pela unidade IR41, pode-se inferir que a IR17 aflora na área em estudo.

Segundo Nola e Zuquette (2021), a unidade IR17 é composta por materiais antropogênicos, como aterros não compactados, depósitos de entulho e resíduos urbanos, possivelmente oriundos de lixões ou de atividades mineradoras anteriores. Sua espessura varia entre 2 e 10 m, com texturas que dependem do material de origem. Durante as visitas, moradores relataram um aterro antrópico de origem desconhecida, realizado há alguns anos, informação que é crucial para entender a dinâmica do solo e suas implicações na estabilidade da encosta, além de orientar futuras intervenções. A unidade IR41 apresenta colúvios ou solos residuais de filitos

e quartzitos, sobrepostos por filitos ou quartzitos de diferentes graus de dureza. As texturas predominantes são arenosas e siltosas, podendo incluir compostos mineralógicos como quartzo e micas. As características de cada unidade geotécnica associada ao subsolo estudado estão detalhadas na Tabela 2.

Tabela 2: Tabela com as propriedades referentes a unidade geotécnica IR41 e IR17

	IR41	IR17
Perfil de Intemperismo	 <p>Colúvium Saprolite</p> <p>Filitos intercalados com quartzitos</p>	 <p>Material Antropogénico</p> <p>Intercalação de filitos e quartzitos</p>
Interfaces de Condutividade Hidráulica	$>10^{-2}$ m/s <hr/> 10^{-4} a 10^{-7} m/s <hr/> $<10^{-7}$ m/s	$>10^{-2}$ m/s <hr/> $<10^{-7}$ m/s
Encosta	<p>Faixa de grande extensão e direção E-W. Ocupa topos de morro, encostas adjacentes e vales principais. As encostas possuem inclinação próxima a 25°.</p>	<p>Possui 10 subunidades de (a) até (j). As subunidades (a), (c), (e), (g) e (h) estão em encostas de declividades baixas e médias. As subunidades (b) e (f) estão localizadas em vale aberto e encaixado, respectivamente. (d) e (i) estão sobre topos de morro de baixa altimetria. A subunidade (j) é a que apresenta maior área e ocupa tanto parte da encosta quanto do topo do morro.</p>
Perfis topográficos típicos	 <p>Perfil Topográfico 36: Colina representativa da unidade IR41. Direção SO-NE</p>	 <p>Perfil Topográfico 18: Encosta côncava. Direção L-O.</p>  <p>Perfil Topográfico 19: Encostas ligeiramente planas. Direção SE-NO</p>
Superfícies Potenciais de Ruptura	<p>Pode romper no contato entre o colúvium e o saprolito quando em profundidade próxima a 2m, ou em descontinuidades da rocha/saprolito. Quando em profundidades maiores (próximas a 10m) a superfície de ruptura será mais profunda e acontecerá de forma indefinida no saprolito.</p>	<p>Pode romper no contato entre os materiais tecnogénicos e a rocha ou solo sotoposto a uma profundidade próxima a 2m. E também nos planos de descontinuidade presentes nas rochas. Quando em espessuras maiores (próximas a 10m) a superfície de ruptura será definida por outros fatores.</p>
Condições de Resistência Mecânica	<p>Solo Rígido</p> <hr/> <p>Rocha muito fraca</p> <hr/> <p>Rocha de dureza média</p>	<p>Materiais Macios</p> <hr/> <p>Rocha de dureza média</p>

Fonte: Adaptado de NOLA e ZUQUETTI, 2021.

A Figura 11 mostra o solo de um empreendimento em frente à entrada do Campo da Água Limpa.

Figura 11: Solo do empreendimento localizado próximo ao Campo da Água Limpa.

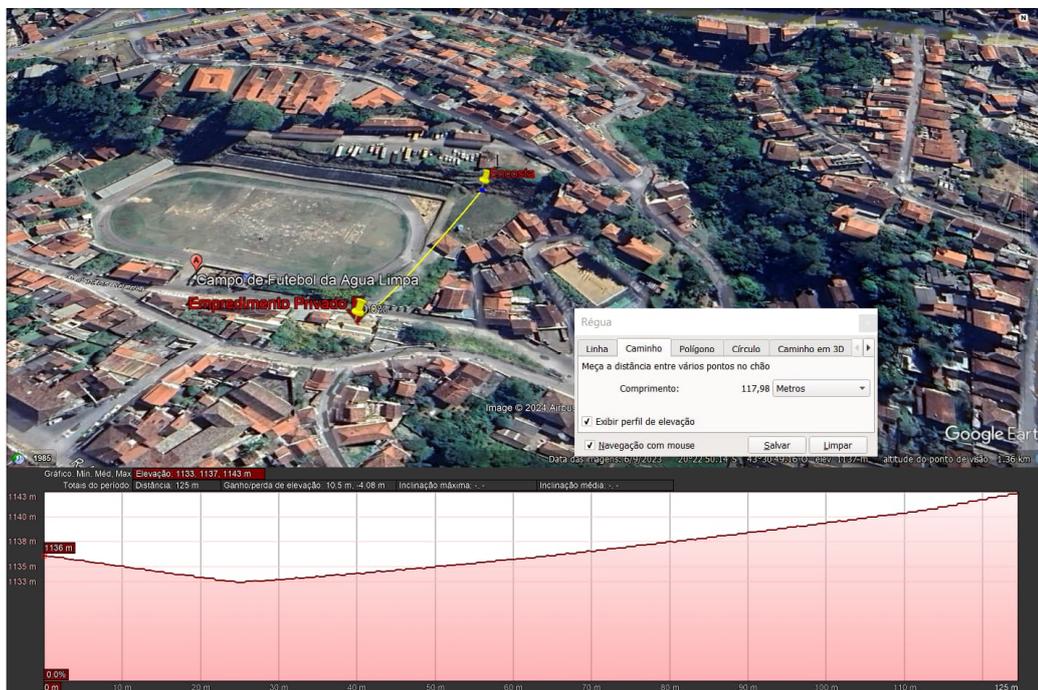


Fonte: autoral, 2023

Ao observar esse solo é possível verificar que se trata de um solo pouco evoluído, resultante do intemperismo direto de rochas que apresentam intercalações entre filitos e quartzitos, como evidenciado pela sua coloração heterogênea, que varia entre amarelo e cinza. Este solo pode ser classificado como um resíduo jovem, uma vez que não passou por um processo de intemperismo completo, ao contrário dos solos residuais maduros.

Tal solo pode ser considerado um representante da unidade geotécnica IR41. Os registros obtidos no empreendimento referem-se a uma altimetria situada próxima ao sopé do talude do Campo da Água Limpa, sugerindo que a encosta em questão no estudo provavelmente se assenta sobre solos resultantes da intercalação de filitos e quartzitos.

Figura 12: Local da Encosta e do Empreendimento Privado por onde se coletou a amostra de solo



Fonte: Google Adaptado, 2024.

O empreendimento privado, de onde foram recolhidas as amostras de solo para os ensaios de laboratório, está localizado próximo à encosta que atualmente serve como passagem de pedestres do Campo da Água Limpa. Conforme ilustrado na Figura 12, a coleta dessas amostras ocorreu em um terreno com elevação de 1136 metros, enquanto o sopé da encosta está a 1142 metros, com uma distância aproximada de 86 metros entre esses dois pontos.

4.3 Caracterização do solo por ensaios laboratoriais

4.3.1 Massa específica dos grãos

A massa específica dos grãos do solo foi determinada pelo material que passou na peneira de 4,8 mm, utilizando um picnômetro, conforme a metodologia estabelecida pela NBR 6508 (ABNT, 1984). Essa massa específica reflete, indiretamente, os minerais que compõem o solo e suas respectivas porcentagens, estando, portanto, relacionada à rocha matriz que deu origem ao solo.

A obtenção da massa específica é necessária para a caracterização do solo, pois permite o conhecimento dos índices físicos. Essa informação é relevante em cálculos de capacidade de carga, que avaliam a habilidade do solo em suportar as cargas de uma estrutura. Com a massa específica dos grãos, é possível determinar a pressão vertical que o solo pode resistir sem sofrer colapsos ou deformações excessivas.

São considerados ensaios satisfatórios quando os resultados não diferem de mais de $0,02\text{g/cm}^3$ e este resultado deve ser uma média de dois ensaios satisfatórios. Portanto foram feitos dois ensaios e calculados na planilha eletrônica e o solo em estudo obteve uma densidade média de $2,686\text{ g/cm}^3$. Desta maneira, a massa específica encontrada condiz com solos ricos em quartzo, em sua grande maioria provenientes de rochas quartzíticas como mostra a Figura 11 haja vista que o mapeamento bibliográfico relaciona com a massa específica do quartzo que é de $2,65\text{ g/cm}^3$ (Cruz, 1996).

4.3.2 Granulometria do solo

Para determinar o tamanho dos grãos de um solo, realizou-se a análise granulométrica, que consiste em duas fases: peneiramento e sedimentação. O peneiramento é limitado pela abertura da malha da peneira, enquanto a sedimentação é utilizada para classificar a fração mais fina do solo, baseando-se na Lei de Stokes.

O ensaio de granulometria foi realizado de acordo com os critérios estabelecidos pela NBR 7181 (ABNT, 2016). Para a realização deste ensaio, foi necessária uma preparação prévia do solo, conforme a norma NBR 6457 (ABNT, 2016), que orienta sobre a preparação para ensaios de compactação e caracterização. Essa norma descreve os procedimentos adequados para preparar o solo antes dos ensaios.

A análise granulométrica envolve as etapas de peneiramento grosso, sedimentação e peneiramento fino. Para a execução desses ensaios, são utilizados os equipamentos especificados na norma, todos os quais foram disponibilizados pelo CTGA-NUGEO (Centro Tecnológico de Geotecnia Aplicada do Núcleo de Geotecnia, Escola de Minas/UFOP).

Inicialmente, o material foi deixado para secar ao ar livre por uma semana. Em seguida, passou pelo processo de destorroamento, como ilustrado na Figura 13, utilizando um almofariz de mão para garantir que o solo ficasse homogêneo e livre de torrões.

Figura 13: Destorroamento da amostra de solo coletada.



Fonte: autoral, 2023

Para o procedimento foram utilizadas 1000 gramas de solo, conforme exigido pela norma NBR 6457. Essa quantidade é necessária para a análise de solos que apresentam partículas de até 5 milímetros. O material foi então submetido à peneira de malha de 2 milímetros. Os grãos retidos nessa peneira são classificados como pedregulho, enquanto o material que passou por ela consiste em areias, siltes ou argilas, que seguirão para as etapas de peneiramento fino e sedimentação. O peso do material retido na peneira de 2 milímetros foi de 1,20 gramas.

De acordo com a norma, se o material visível for arenoso é necessário 120 grama para a etapa de sedimentação. Para dar início a essa etapa é necessário misturar esse material com uma solução diluída com defloculante hexametáfosfato de sódio o qual é utilizado para dispersar as partículas de solo na proporção de 45,7 gramas para

cada 1000 ml, seguida de agitação. Após esse procedimento, a mistura de solução e solo foi deixada em repouso por 13 horas. O uso do defloculante separa as partículas, evitando que elas fiquem aglomeradas.

Depois foi utilizado um equipamento para misturar bem a solução, que foi então transferida para uma proveta graduada e calibrada. Em seguida, adicionou-se água destilada até atingir a marca de 1000 ml, momento em que se inicia a leitura da densidade com um decímetro, conforme o tempo estabelecido pela norma. As Figuras 14 e 15 ilustram esse procedimento.

Figura 14: : Início da etapa de sedimentação



Fonte: autoral, 2023

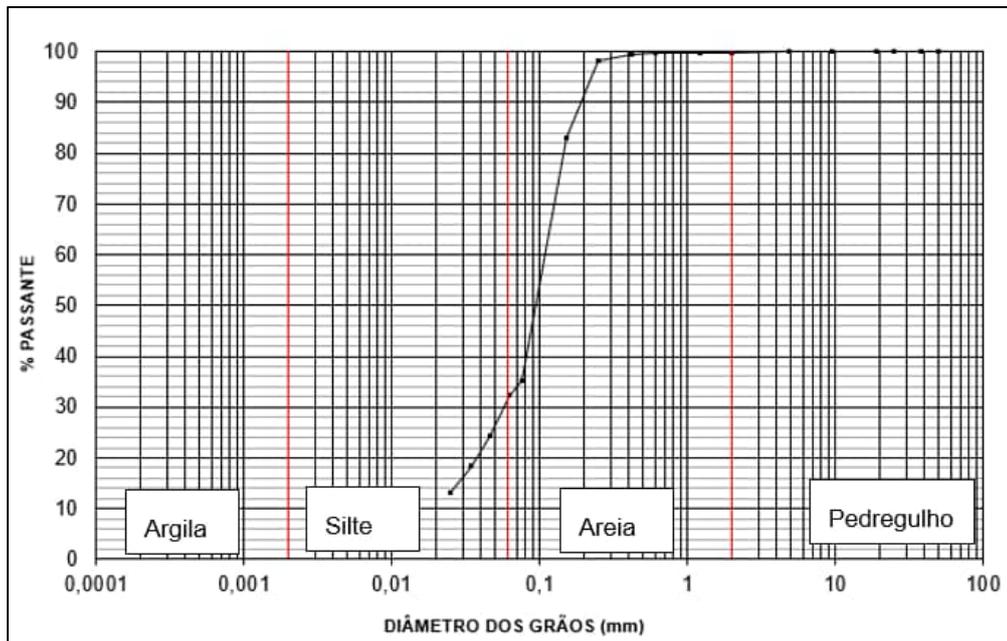
Figura 15: Após as 12 horas de leitura



Fonte: autoral, 2023

Após a realização dos procedimentos estabelecidos pela NBR 7181 (ABNT, 2016) e com o auxílio de planilhas eletrônicas no software Excel, foi possível elaborar o gráfico (Figura 16), que apresenta a porcentagem do material passante em cada peneira, permitindo assim a análise da composição granulométrica deste solo. Os resultados obtidos estão no Apêndice A.

Figura 16: Gráfico de Granulometria da amostra coletada



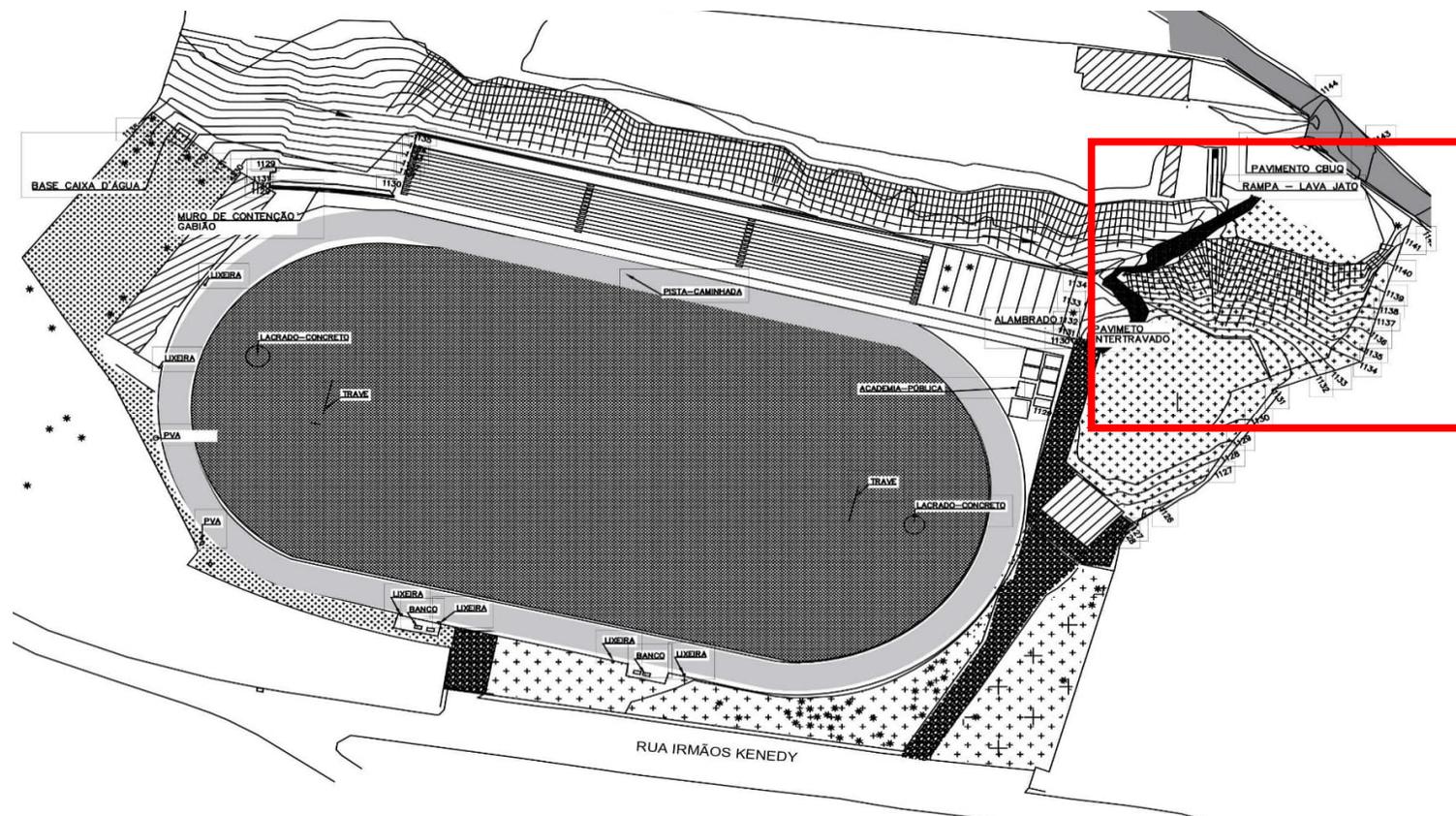
Fonte: autoral, 2023

Com base na análise do gráfico, conclui-se que o solo submetido ao ensaio possui características arenosas, sendo classificado como areno-siltoso devido à predominância de grãos arenosos, acompanhados de partículas típicas de silte. É importante destacar que o quartzito, ao ser intemperizado, origina solos com essas características arenosas. Além disso, conforme observado na Figura 11, o solo do empreendimento apresenta características de um solo residual jovem, evidenciadas pela variação de cores que indicam um intemperismo pouco evoluído da rocha matriz. Esses resultados corroboram diretamente as informações apresentadas no estudo de Nola e Zuquette (2021).

4.4 Estudo de viabilidade das soluções propostas

Foram realizadas buscas de dados existentes na PMOP, na Secretaria de Obras, onde foram obtidas as plantas dos projetos arquitetônico e topográfico do Campo da Água Limpa. A Figura 17 apresenta a planta de situação do Campo, com a área de intervenção destacada em vermelho, onde foram propostas as soluções para a requalificação

Figura 17: Planta de situação do Campo da Água Limpa, com ênfase na área de intervenção (sem escala).

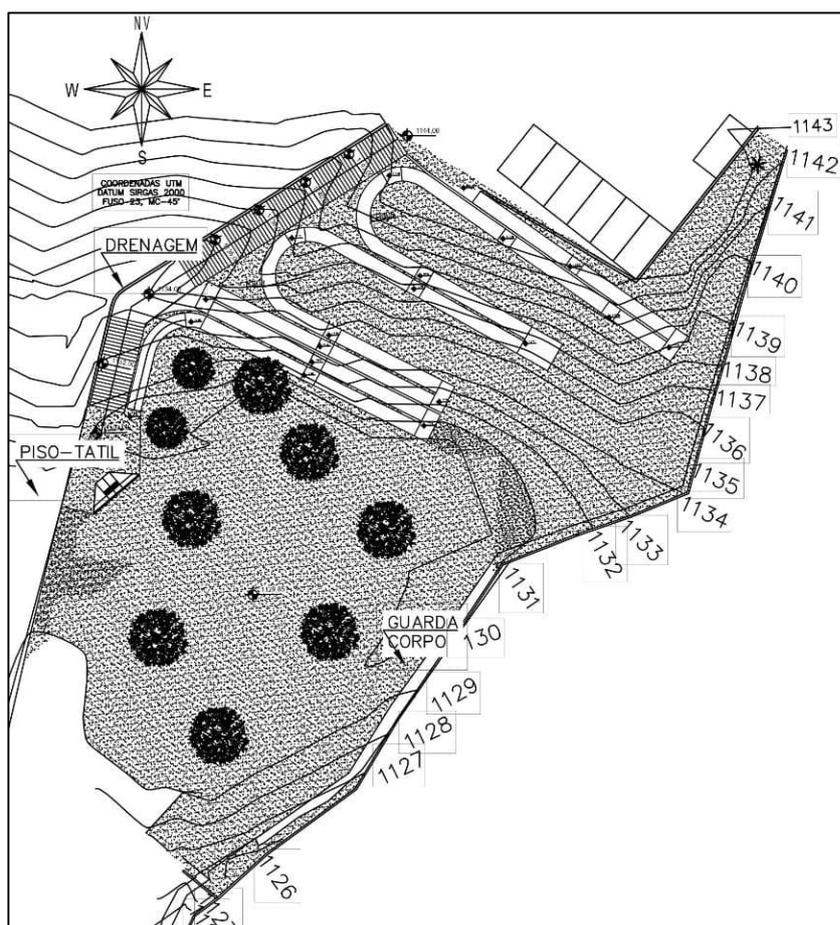


Fonte: PMOP, 2023

4.3.3 Planta de implantação das estruturas para a requalificação da passagem de pedestre no Campo da Água Limpa

Considerando as condições topográficas e arquitetônicas existentes, especificamente na área de intervenção, foram projetadas estruturas em prol da mobilidade ativa e segura dos usuários, representadas na Figura 18. Este desenho é preliminar e não pretende ser exaustivo, embora tenha sido elaborado buscando a melhor configuração de implantação possível. O objetivo é fornecer uma base inicial para o planejamento urbano, permitindo ajustes e refinamentos futuros conforme necessário. A configuração apresentada visa otimizar a funcionalidade e a integração com o entorno, mas ainda requer análises e validações adicionais para assegurar sua viabilidade completa.

Figura 18: Planta de implantação das estruturas propostas (escada e rampa) para a requalificação (sem escala).



Fonte: Autoral, 2023

4.3.3.1 *Estudos dos aspectos técnicos e legais das soluções propostas*

Este estudo visa avaliar os aspectos técnicos e legais pertinentes as estruturas para a requalificação da passagem de pedestre propostas, sendo estas: escada, uma rampa de acessibilidade e arborização do local. A análise foi procedida segundo três diretrizes urbanísticas: a Portaria nº312 (IPHAN, 2010); a Lei Complementar nº93 (PMOP, 2011) e a NBR 9050 (ABNT, 2020).

A Portaria nº 312, de 20 de outubro de 2010, estabelece critérios para a preservação do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de Ouro Preto - MG. Ela regulamenta as intervenções nessa área protegida na estância federal, garantindo a integridade, visibilidade e ambiência do patrimônio cultural da cidade. No capítulo III, intitulado “das áreas de preservação”, a cidade é dividida em quatro áreas com os devidos critérios (IPHAN, 2010).

Art.44. Ficam estabelecidas 04 (quatro) Áreas de Preservação, denominadas: P 01; AP 02; AP 03 e AP 04. Seção IV - Área de Preservação AP - 04 - Regiões de acesso e saída ao SÍTIO TOMBADO de Ouro Preto compreendida pela região de Vila Pereira, Padre Faria, Água Limpa e Taquaral.

Os critérios de construção nova nessa área de estudo estão previstos no Art.58 e as intervenções desse trabalho não abrange nenhuma delas, portanto, está de acordo com a portaria.

A Lei Complementar nº93 é uma legislação que define as regras e os requisitos para a divisão, utilização e ocupação do solo no município, em conformidade com a Lei Orgânica Municipal e as orientações estabelecidas pelo Plano Diretor de Ouro Preto (PMOP, 2011). Importante salientar que o Campo da Água Limpa está localizado na ZPE e no capítulo III são especificados os critérios para intervenções urbanísticas nesta área.

Art. 81 O parcelamento, o uso e a ocupação do solo na ZPE do núcleo urbano do Distrito Sede de Ouro Preto, dadas as suas características específicas e as necessidades de preservação de seu patrimônio natural e construído, sujeitar-se-ão ao disposto neste Capítulo.”

Na subseção II do parcelamento do solo na ZPE:

Art. 91 Em função da necessidade de preservar seus valores culturais, urbanísticos e ambientais, só serão permitidos parcelamentos e remembramentos do solo no perímetro da ZPE nos casos em que

impliquem a requalificação arquitetônica e urbanística, com parecer favorável da Secretaria Municipal de Patrimônio e Desenvolvimento Urbano e aprovação do Grupo Técnico – GT.

Conforme o exposto, considera-se as estruturas propostas para a requalificação arquitetônica possível de implementação.

Em relação aos critérios indicados no art. 95 da Lei (PMOP, 2011):

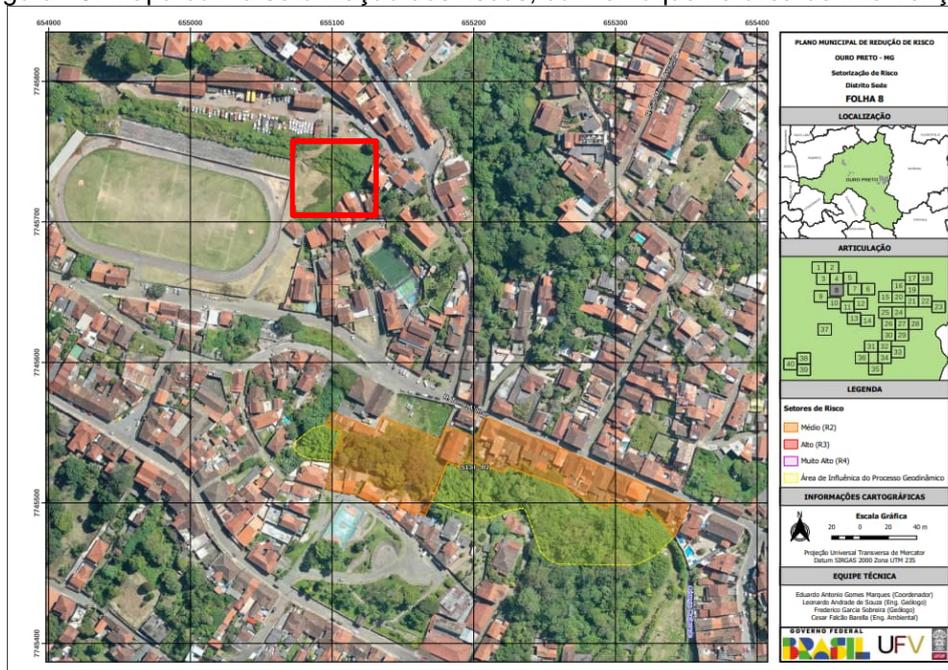
Art. 95 A ocupação dos terrenos deverá respeitar o perfil topográfico e a condição geológica deles, exigindo-se:

I. para implantação de edificações que resultem em aterro ou corte no terreno igual ou maior a 4,00m (quatro metros) de altura, será obrigatória a apresentação de justificativa, acompanhada de peças gráficas indicativas do movimento de terra e do projeto estrutural do sistema de contenção que deve assegurar a estabilização dos terrenos lindeiros, os dispositivos de drenagem e o tratamento de recomposição e recobrimento vegetal;

II. apresentação de laudos geotécnicos para as áreas classificadas como de risco três na Carta Geotécnica de Ouro Preto e suas atualizações, e para áreas consideradas perigosas ou inadequadas geologicamente.

A área de intervenção não se encontra em área de risco como consta no Plano Municipal de Redução de Riscos do Município de Ouro Preto, como pode ser observado na Figura 19.

Figura 19: Mapa com a setorização dos riscos, com enfoque na área de intervenção.



Fonte: PMRR, 2023

Ainda, o sistema de contenção da encosta inclui drenagem e recobrimento vegetal, e a escada está alinhada às curvas de nível, respeitando o perfil topográfico e a condição geológica da área, conforme previsto na legislação.

A Lei Complementar nº 93 define diretrizes essenciais para assegurar a acessibilidade em edificações de uso público, permitindo que todas as pessoas, independentemente de suas limitações físicas ou sensoriais, possam acessar e utilizar esses espaços de forma segura e autônoma como previsto no parágrafo único do Capítulo VIII:

Parágrafo único - As edificações destinadas a uso público, em especial aquelas que abriguem funções culturais, de saúde, de educação e demais usos que promovam o desenvolvimento urbano local, bem como para habitações de portadores de mobilidade reduzida, poderão ser tratadas dentro de suas especificidades, justificando-se análise pormenorizada, tendo como referência a volumetria, o ritmo e proporção das aberturas, o material e a forma da cobertura observados na quadra onde o lote está inserido (PMOP,2011).

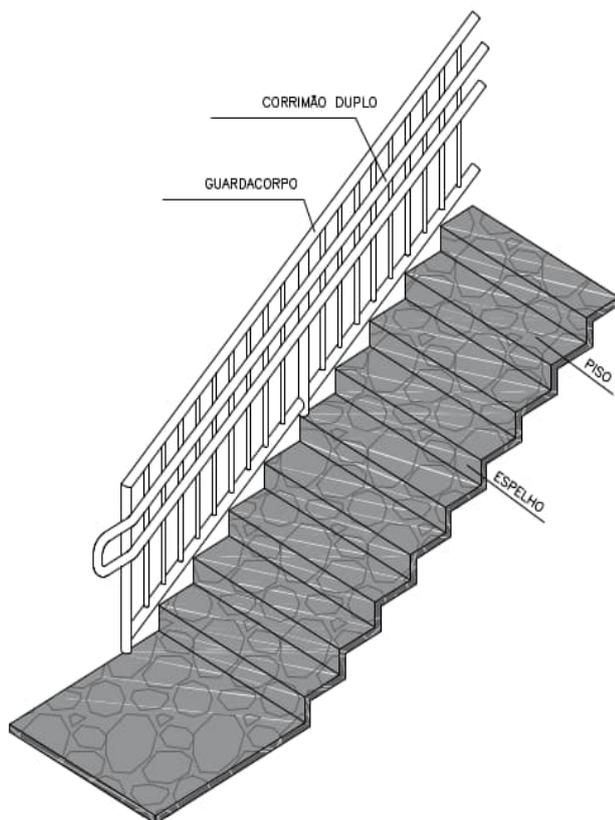
As propostas de intervenção apresentadas neste estudo de viabilidade foram elaboradas em conformidade com as orientações normativas descritas na NBR 9050, que estabelece critérios e parâmetros técnicos de acessibilidade para edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, além das legislações mencionadas anteriormente. Esse alinhamento normativo garante que todas as soluções urbanísticas promovam a inclusão e a acessibilidade universal, atendendo às necessidades de todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiência ou mobilidade reduzida. Assim, a escada e a rampa foram dimensionadas de acordo com as diretrizes especificadas nos itens 6.6, 6.7, 6.8 e 6.9 da norma (ABNT, 2020).

A NBR 9050 (ABNT, 2020) recomenda que as dimensões dos pisos e espelhos das escadas sejam constantes ao longo de toda a sua extensão, seguindo a fórmula de Blondel. Os pisos devem ter entre 28 e 32 centímetros de largura, enquanto os espelhos devem medir entre 16 e 18 centímetros de altura. Para escadas em rotas acessíveis, a largura mínima deve ser de 1,20 metros.

Em escadas novas, o primeiro e o último degraus de um lance devem estar a, no mínimo, 30 centímetros da área de circulação adjacente e devem ser devidamente

sinalizados. A inclinação transversal dos degraus e patamares não pode exceder 1% em escadas internas e 2% em escadas externas. Além disso, é necessário que haja pelo menos um patamar a cada 3,20 metros de desnível e sempre que houver mudança de direção. Os patamares entre lances de escada devem ter uma dimensão longitudinal mínima de 1,20 metros, e, nas mudanças de direção, suas dimensões devem ser iguais à largura da escada. Neste contexto a Figura 20 ilustra os elementos preconizados na NBR9050 (ABNT, 2020).

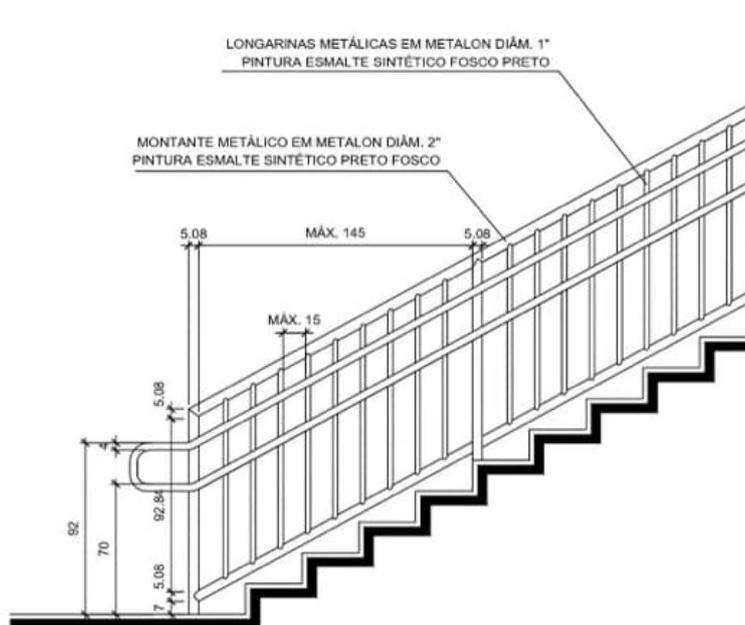
Figura 20: Perspectiva da escada, com os elementos recomendados na NBR9050 (sem escala



Fonte: PMOP, 2023.

Para garantir a acessibilidade e a segurança nas escadas, a NBR 9050 (ABNT, 2020) estabelece diretrizes específicas que devem ser seguidas. A norma enfatiza a importância de ter corrimão em ambos os lados das escadas e a instalação de guarda-corpos, como ilustrado na Figura 21. Essas medidas são essenciais para proporcionar apoio e segurança aos usuários, especialmente para aqueles com mobilidade reduzida.

Figura 21: Figura esquemática do guarda-corpo e do corrimão da escada, de acordo com as exigências da NBR 9050 e pinturas de acordo com as legislações vigentes



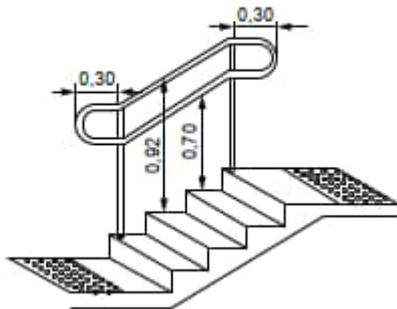
Fonte: PMOP, 2024.

Os pisos das escadas devem ser antiderrapantes, mantendo essa característica mesmo após o uso. Isso é vital para prevenir acidentes, uma vez que superfícies escorregadias podem representar um risco significativo. Além disso, a norma orienta que as escadas devem ter acessos livres, garantindo a circulação sem obstruções. Em relação à largura, a NBR 9050 (ABNT, 2020) determina que ela deve ser proporcional ao número de usuários, estabelecendo um mínimo de 1,20 metros. Essa largura permite a passagem simultânea de pessoas, especialmente em emergências.

Os lanços das escadas também devem seguir critérios rigorosos. A norma especifica que as larguras e alturas dos degraus devem ser uniformes, com uma diferença máxima de 0,5 cm entre degraus sucessivos. Isso assegura que os usuários tenham uma experiência consistente ao subir ou descer, reduzindo o risco de tropeços. O lance mínimo deve conter três degraus, enquanto a altura máxima entre dois patamares consecutivos não deve exceder 3,70 metros. Essas especificações garantem que as escadas sejam projetadas de maneira a facilitar o acesso e a segurança, promovendo a inclusão de todos os usuários.

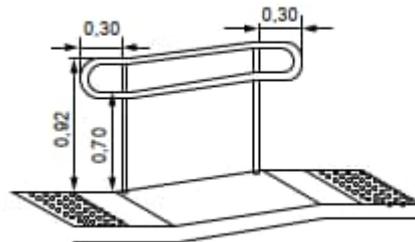
Outro parâmetro importante é a instalação do piso tátil, conforme estipulado na NBR 9050. Este piso deve estar presente no início e no final da escada, bem como em todos os patamares, conforme ilustrado nas Figuras 22 e 23. Essa medida permite garantir a orientação e a segurança de pessoas com deficiência visual, proporcionando uma experiência de percurso mais segura e acessível.

Figura 22: Locais que devem ser colocados os pisos tátil em escadas.



Fonte: NBR 9050,2020

Figura 23: Locais que devem ser colocados os pisos tátil em escadas



Fonte: NBR 9050,2020

A escada do Campo da Água Limpa foi calculada e dimensionada em planilha eletrônica e obteve-se os parâmetros indicados na Tabela 3:

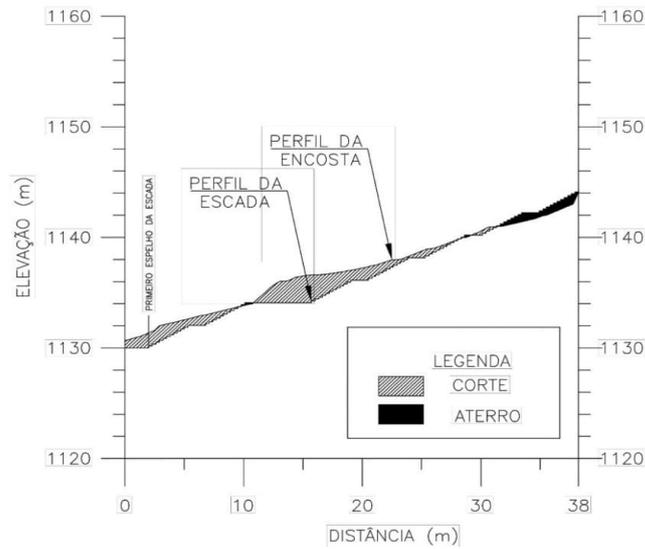
Tabela 3: Parâmetros da escada dimensionada

Altura do espelho:	0,17 metros
Largura do piso:	0,30 metros
Número de patamares:	6
Número de degraus:	77
Altura da escada entre patamares:	2 metros
Comprimento do Patamar:	1.50 metros
Largura da escada:	3 metros

Fonte: Autoral, 2024

Para a implementação dessa escada, é fundamental também prever o movimento de terra. A Figura 24 ilustra as áreas destinadas ao aterro e à escavação do empreendimento. Os cálculos necessários foram realizados utilizando o software AUTOCAD CIVIL 3D, resultando 38,22 m³ de corte.

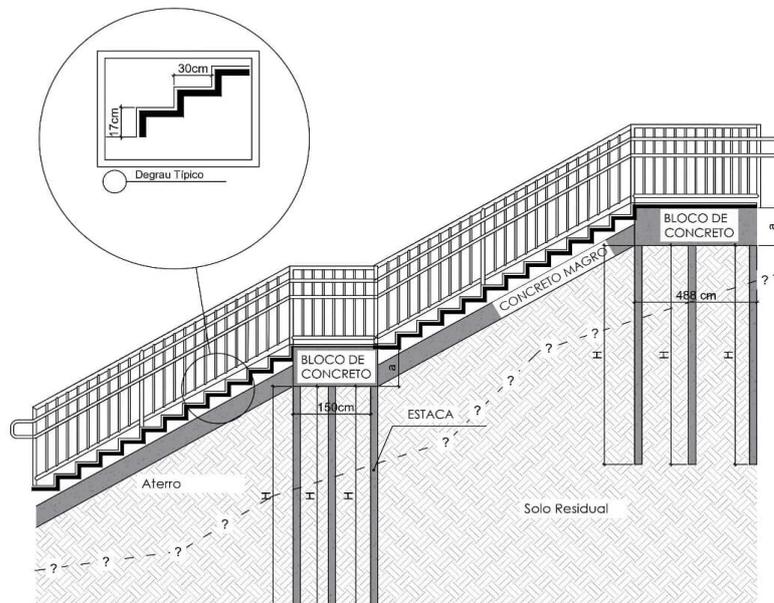
Figura 24: Cortes esquemático com a indicação dos cortes e aterros necessários para a implementação da escada



Fonte: Autorial, 2024

Adicionalmente, é imprescindível dimensionar a fundação da estrutura devido à baixa resistência do solo superficial. Recomenda-se remover o solo superficial antrópico e usar estacas que cheguem ao solo residual mais resistente (Fig.25).

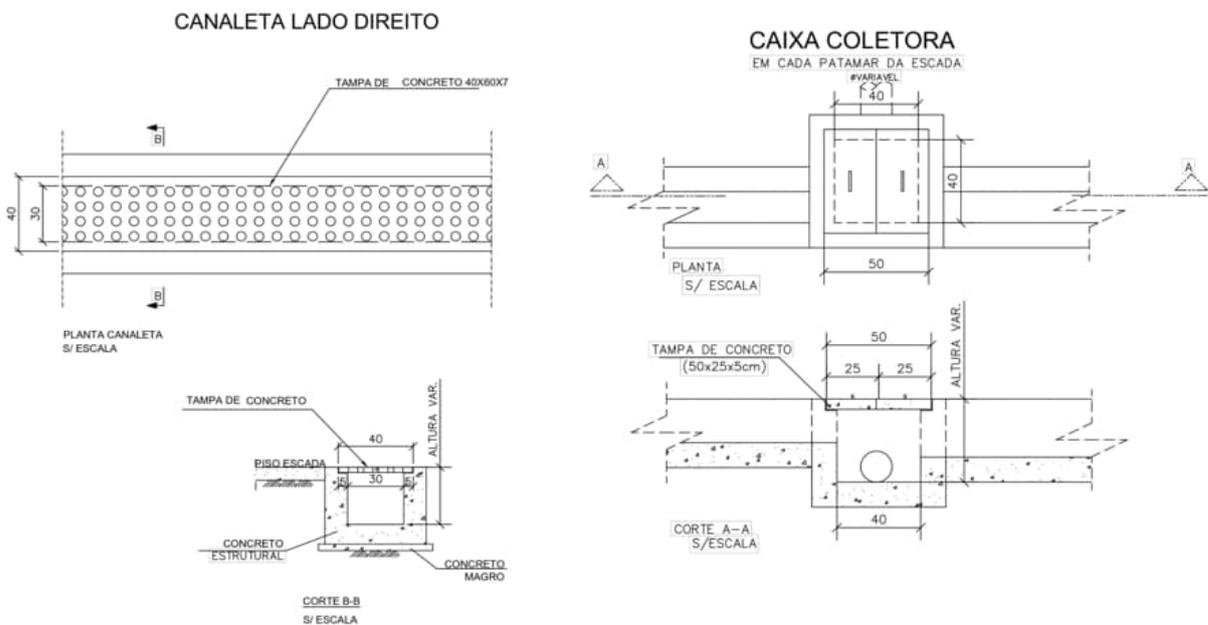
Figura 25: Corte esquemático da escada com a fundação (sem escala).



Fonte: Autorial, 2024

Também deve-se elaborar um projeto de drenagem para garantir que a escada seja exclusiva para pedestres. Isso envolve o dimensionamento preciso da microdrenagem. Recomenda-se a implementação de canaletas em ambos os lados da escada para coletar a água pluvial, equipadas com caixas de inspeção em cada patamar, direcionando a água para poços de infiltração. A Figura 26 apresenta um modelo de canaleta conforme os padrões da SUDECAP (Superintendência de Desenvolvimento da Capital de Belo Horizonte), uma vez que o Município de Ouro Preto não possui um instrumento semelhante.

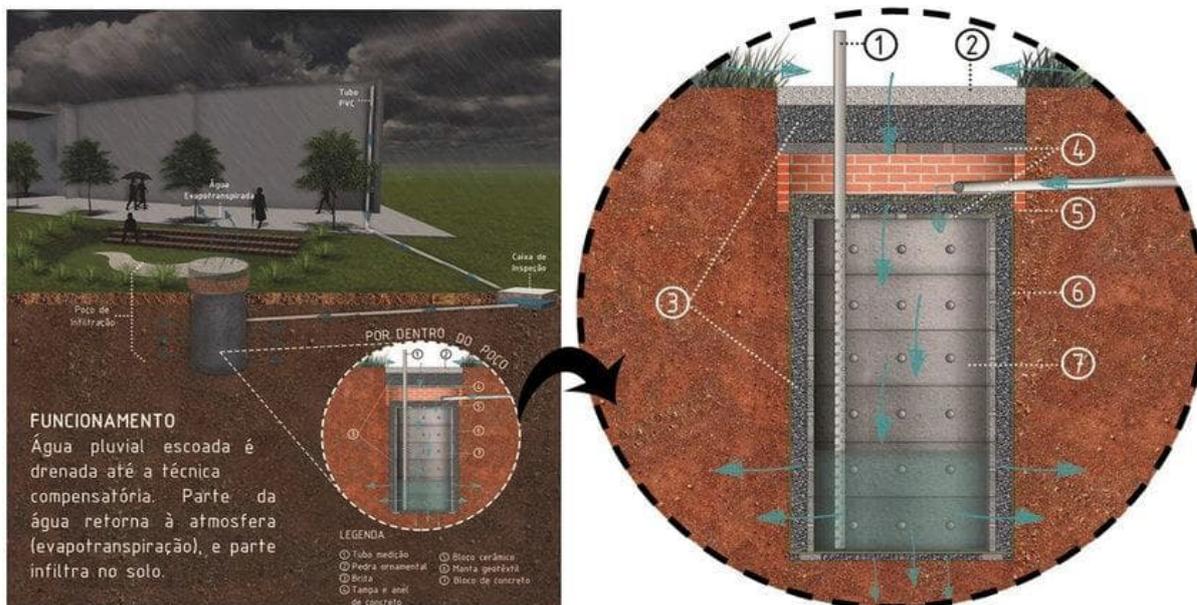
Figura 26: Canaleta e caixa coletora com medidas em centímetros - Padrão SUDECA (sem escala).



Fonte: Autoral, 2024

A Figura 27 apresenta o desenho esquemático de um poço de infiltração proposto por Dos Santos et al. (2017), que capta a água da chuva e se integra à paisagem. É essencial que a área de passagem de pedestres no Campo da Água Limpa preserve o Conjunto Arquitetônico e Urbanístico da região. Sendo assim a proposta é viável, pois conta com uma área verde, e o estudo sugere o plantio de árvores, promovendo a harmonia com o ambiente. Essa técnica não apenas contribui para a gestão da água, mas também valoriza esteticamente a área.

Figura 27: Poço de Infiltração



Fonte: DOS SANTOS, *et al.*; 2017

O capítulo VII na seção I no parágrafo único da Lei Complementar 93 (PMOP, 2011) prevê que todas as edificações de uso público devem adaptar o uso para portadores de mobilidade reduzida, assim a NBR 9050 (ABNT, 2020) no item 6.7 diz:

Quando houver degraus ou escadas em rotas acessíveis, estes devem estar associados a rampas ou equipamentos eletromecânicos de transporte vertical. Deve-se dar preferência à rampa.

Com isso, a proposta de execução de uma rampa foi analisada com todos os parâmetros estabelecidos na NBR 9050 (ABNT, 2020) para rampas, considerando que a estrutura deve ter uma inclinação máxima de 8,33% e uma largura mínima de 1,20 metros, o que equivale a dois locais de passagem. Entre os desníveis, deve haver um guarda-corpo com altura máxima de 1,10 metros. O corrimão deve ser duplo e contínuo, com seção circular e alturas de 70 centímetros e 92 centímetros. A guia de balizamento deve ter altura mínima de 5 centímetros. Além disso, é necessário um patamar no início, no término e em pontos intermediários da rampa, com largura mínima de 1,20 metros, sendo que os patamares em mudanças de seguimento devem ter a mesma largura da rampa. Há uma equação para determinar a inclinação da rampa prevista na Norma, esta é:

$$i = \frac{H \times 100}{c} \quad c = \frac{H \times 100}{i}$$

Onde:

i= Inclinação (%)

H= altura do desnível (m)

C= comprimento da rampa (m)

Porém essas inclinações devem estar de acordo com limites estabelecidos pela Norma. Essas referências estão na Tabela 4.

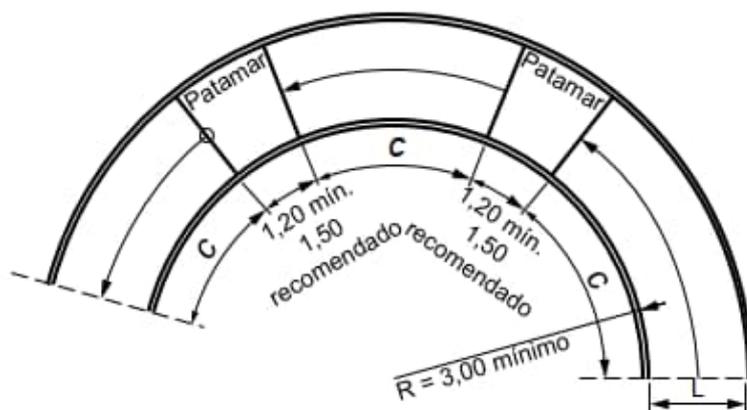
Tabela 4: Parâmetros da escada dimensionada

Desníveis máximos de cada segmento de rampa h (m)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa i (%)	Número máximo de segmentos de rampa
1,5	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	5,00 (1:20) < i ≤ 6,25 (1:16)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) < i ≤ 8,33 (1:12)	15

Fonte: NBR 9050, 2020.

Além disso, as rampas em curvas também têm padrões como; inclinação máxima de 8,33% e um raio mínimo de 3 metros e largura da rampa de no mínimo 1,5 metros, como mostra a Figura 28.

Figura 28: Parâmetros para rampa em curvas



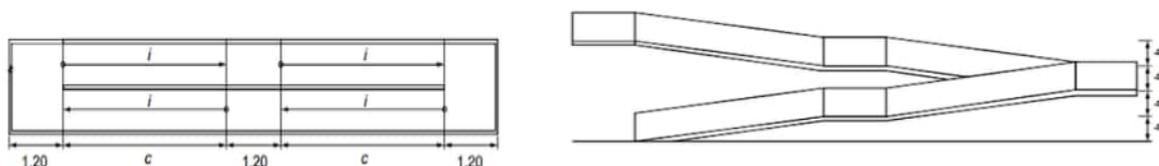
Fonte: NBR 9050, 2020

Para dimensionar a rampa na área de estudo, utilizou-se um desnível de 0,8 metros. De acordo com a Tabela 4, para esse desnível é necessária uma inclinação entre 6,25% e 8,33%. Para melhor adequação do projeto à topografia local, optou-se pela inclinação de 8,33%, o que resulta na necessidade de mais de um segmento. Dessa forma, o comprimento da rampa foi calculado conforme as diretrizes estipuladas na NBR 9050 (ABNT, 2020):

$$c = \frac{0,8 \times 100}{8,33} = 9,6 \text{ metros}$$

Portanto, após o dimensionamento, a rampa do projeto terá um comprimento de 9,6 metros entre cada patamar, com um desnível de 0,8 metros e uma inclinação de 8,33%. A Figura 29 ilustra como a norma prevê as vistas superior e lateral da rampa, evidenciando a declividade máxima permitida. Essa configuração assegura que a rampa atenda aos requisitos de acessibilidade, proporcionando um acesso seguro e confortável para todos os usuários.

Figura 29: Parâmetros para rampa com inclinação de 8,33%.



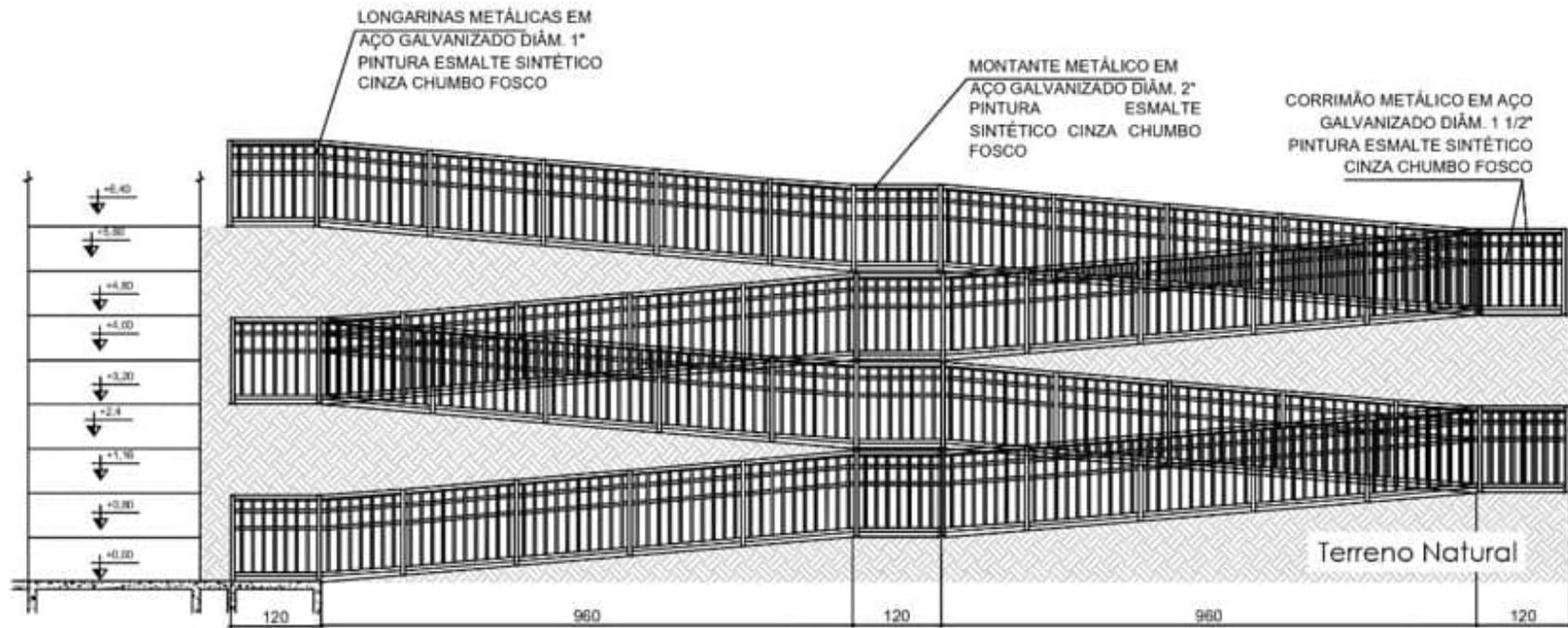
a) Vista Superior

b) Vista Lateral

Como previsto na norma, a altura máxima entre um patamar e outro é de 1,5 metros, com uma inclinação recomendada de 5%. No entanto, a encosta apresenta uma inclinação de 45 graus, o que torna inviável a utilização dessa inclinação menor. Assim, a inclinação de 8,33% foi considerada a mais adequada para garantir a acessibilidade e a segurança na rampa.

O corte da rampa no sopé do talude será configurado conforme ilustrado na Figura 30. Essa abordagem permite uma integração eficiente da rampa ao terreno, respeitando as diretrizes normativas enquanto se adapta à topografia existente.

Figura 30: Corte esquemático da Rampa no sopé do talude



Fonte: Autor, 2024.

De acordo com a norma NBR 9050, a passagem de pedestres do Campo da Água Limpa pode ser adaptada para acessibilidade, mas sua viabilidade geotécnica é questionável. O dimensionamento da rampa indica que, embora o projeto cumpra as normas urbanísticas, sua implementação é inviável devido à sobrecarga que impõe ao solo de baixa resistência, comprometendo a estabilidade da estrutura. Essa configuração também pode resultar em altos custos de movimentação de terra e exigir intervenções adicionais para garantir a segurança do projeto. Além disso, a falta de investigações geotécnicas específicas torna o projeto ainda mais problemático. Portanto, deve-se reconsiderar a abordagem para assegurar a acessibilidade sem comprometer a integridade do solo e a viabilidade do empreendimento. Essa análise reforça que, mesmo em conformidade com as normativas, a viabilidade geotécnica do projeto da rampa deve ser cuidadosamente avaliada antes de sua execução.

Por outro lado, retomando a NBR 9050 em seu capítulo VI prevê:

6.7 Degraus e escadas fixas em rotas acessíveis: Quando houver degraus ou escadas em rotas acessíveis, estes devem estar associados a rampas ou equipamentos eletromecânicos de transporte vertical. Deve-se dar preferência à rampa.

Diante da inviabilidade de execução, é necessário adotar equipamentos eletromecânicos para transporte vertical. Sendo a solução mais adequada para promover a mobilidade ativa e atender às legislações vigentes a instalação de uma plataforma elevatória, com o elevador de escada para ambientes externos (Fig. 31).

Figura 31: Elevador de escada para áreas abertas instalado em Belo Horizonte.



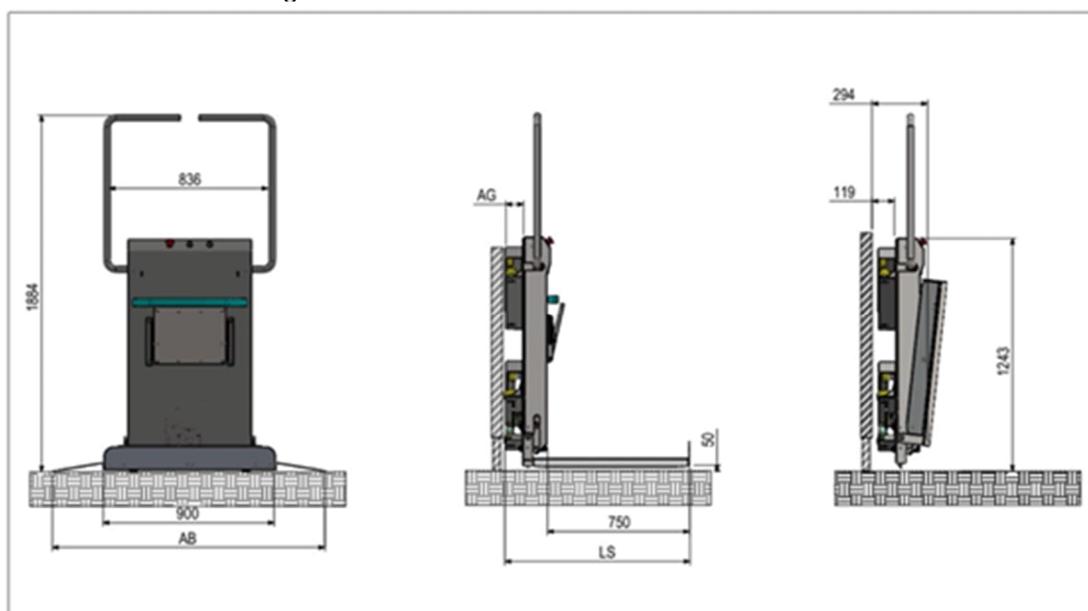
Fonte: IESAB, 2024.

Ao entrar em contato com a empresa fornecedora do equipamento, constatou-se que é possível implementar a plataforma a cada 2 metros de desnível. Assim, a cada patamar da escada, teria o equipamento representado nas Figuras 31 e 32. O valor estimado informado para cada plataforma seria entorno de R\$ 50.000,00 (valor referente ao ano de 2024).

Considerando que a escada proposta possui seis patamares, o valor total para a implementação das plataformas seria de aproximadamente R\$ 300.000,00. De acordo com a empresa, esse valor inclui toda a implementação do equipamento, mas é importante ressaltar que é uma estimativa e deve ser também considerado o projeto estrutural da escada para que a instalação do equipamento seja viável.

É fundamental destacar que esta plataforma está em conformidade com as normas NBR 9050, NBR ISO 9386-2, NR10, bem como com a legislação municipal pertinente, conforme as especificidades de cada município. As dimensões principais do elevador de escadas da empresa são informadas na imagem a seguir e são expostas em centímetro. Atenta-se que a empresa possui diferentes modelos, portanto essas dimensões podem sofrer modificações, mas que a escada deve ter no mínimo 1,10 metros de largura e a escada dimensionada neste trabalho possui largura de 3 metros, ou seja, é possível a implementação.

Figura 32: Dimensões do elevador de escadas



Fonte: IESAB, 2024.

A seguir, a Tabela 5 tem as especificações técnicas do elevador de escada.

Tabela 5: Especificações técnicas das plataformas de acessibilidade junto com o orçamento fornecido pela empresa

Tabela Especificação Técnica

Capacidade de carga	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 usuário por vez ✓ 225 kg ou 325 Kg
Modelos	<ul style="list-style-type: none"> • PI Reta: Modelo Supra línea (trajeto linear) • PI Curva: Modelo curvilinea (modelo que realiza curvas, incluindo de patamar)
Dimensões cabina	Largura: 750 ou 900 mm; Comprimento: 900 ou 1250 mm
Percurso	Atende à até 30 metros de percurso com até dois patamares intermediários
Velocidade	4,5 m/min (máximo 9 m/min) <i>Conforme ABNT NBR ISO 9386-2, a velocidade nominal da plataforma deve ser menor ou igual a 9 m/min</i>
Configuração entrada/saída	Disponível para entrada e saída em lados opostos ou entrada e saída em lados adjacentes, conforme necessidade
Ambiente externo	Opção com e sem adicional de proteção para sol e chuva
Nível de ruído	30 Db <i>Equipamento silencioso</i>
Ciclo diário	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Normal: 40 ✓ Máximo de partidas por hora: 10 <i>Equipamento de classe robusta (permite uso residencial ou comercial)</i>
Energia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 220 V ✓ Monofásico ou bifásico ✓ 50 ou 60 Hz <i>Se adequa a disponibilidade de energia do local</i>
Nivelamento	Sistema de nivelamento e alinhamento milimétrico para garantia de ajuste ao local de instalação
Máquina	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipo: Corrente de transmissão e engrenagens ✓ Motor principal: 1,0 cv (motor elétrico) ✓ Motores secundários: motor de rampa e motor do piso retrátil
Kit completo sistema de operação	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Botão de energização geral com chave ✓ Botão liga/desliga com retroalimentação em led ✓ Botões de chamada tipo pressão constante (sobe/desce) ✓ Botões com proteção antivandalismo ✓ Botão de emergência ✓ Botão para piso dobrável e portabilidade automática ✓ Botões de controle alimentados em baixa tensão ✓ Parada automática ao chegar no nível desejado ✓ Movimentação automática do piso e dos braços articulados ✓ Painel de operação para chamada da plataforma Opcional: <ul style="list-style-type: none"> • Acionamento via controle remoto

Acabamento do piso	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Piso emborrachado antiderrapante ✓ Cantos arredondados (sem bordas e/ou cantos vivos) <p>Opcional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapa xadrez antiderrapante em alumínio
Kit completo sistema de segurança	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sensor de sobrecarga elétrico ✓ Botão de emergência ✓ Freio de segurança ✓ Sistema de resgate em caso de queda de energia elétrica ✓ Guarda-corpo automático em aço inox ✓ Piso com proteção antiderrapante ✓ Chave de movimentação manual em caso de queda de energia ✓ Alarme sonoro ✓ Proteção completa (enclausuramento total) dos componentes dotados de movimento relativo (polias, correntes e pistões). Esses componentes são de acesso a somente os profissionais de manutenção ✓ Material resistente à propagação de chamas e quando queimados não liberam substâncias tóxicas <p><i>Conforme NBR 9050</i></p>
Sinalização visual	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Placa de identificação do equipamento com indicativo de carga nominal, fabricante do equipamento, modelo, número de série e ano de instalação ✓ Texto explicativo sobre a operação da plataforma ✓ Indicativo de modo de operação em caso de emergência e falta de energia ✓ Indicativo de peso máximo a ser transportado ✓ Símbolo internacional de equipamento de acessibilidade
Banco retrátil	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A plataforma possui banco retrátil (assento dobrável) permitindo utilização tanto por cadeirantes como por não cadeirantes. <p><i>Conforme requisito obrigatório da NBR 9050</i></p>
Opções de acabamento	<ul style="list-style-type: none"> • Para ambientes cobertos: Cabine em aço com pintura Eletrostática (livre escolha da cor conforme disponibilidade da tinta no mercado). • Para ambientes com exposição a luz solar e chuva: Cabine em aço inox (livre escolha de acabamento em superfície polida ou superfície escovada)

4.5 Previsões de contenções

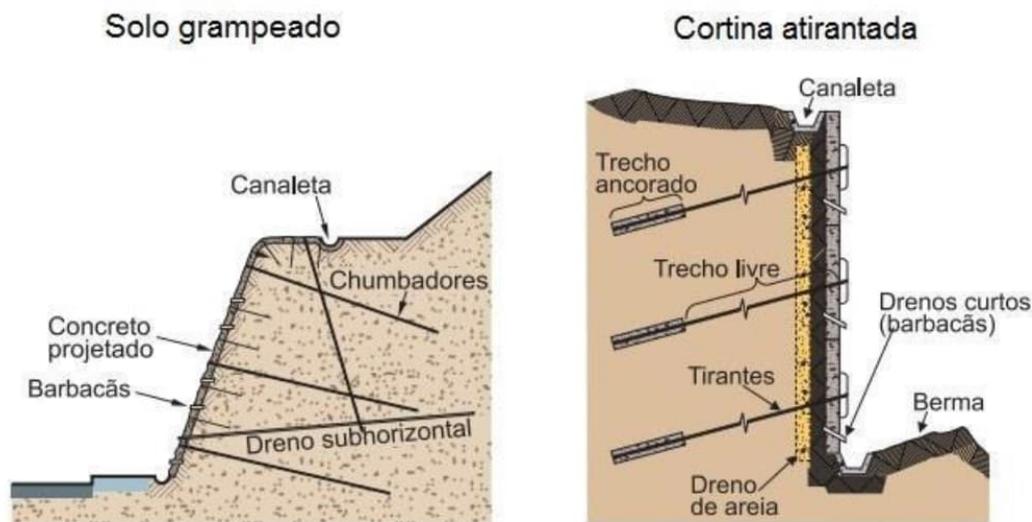
As estruturas de contenção de taludes são essenciais quando as forças que causam instabilidade superam as forças estabilizadoras (Gerscovich, 2022). Para determinar a contenção viável, tanto técnica quanto financeiramente, é necessário realizar uma análise de estabilidade de taludes utilizando softwares como Slide e GeoStudio. Esse estudo permite prever a geometria de ruptura e projetar contenções adequadas para suportar o volume de material, aumentando a segurança do projeto.

O estudo de Ehrlich et al. (2018) analisa três tipos de colúviões na Rodovia BR116/RJ. No quilômetro 29, um colúvio de aproximadamente 19 metros de profundidade, inclinação média de 19° e 450 metros de comprimento foi investigado.

As geotécnicas concluíram que os mecanismos de estabilização podem ser analisados pelo método do talude infinito²,, aplicável quando a extensão horizontal é muito maior que a altura (Gerscovich, 2022). A encosta do Campo da Água Limpa apresenta características semelhantes, indicando que a contenção deve seguir o método de taludes finitos. Contudo, é vital realizar investigações geotécnicas e cálculos de estabilidade, considerando o peso da estrutura a ser instalada. O estudo de viabilidade inclui uma análise preliminar para direcionar as investigações necessárias para o projeto básico.

O modelo de “Interação entre Construtor, Executor e Projetista na Superação dos Desafios” de Barreira et al. (2019) aborda a contenção de encostas na Serra do Mar, onde o solo é predominantemente coluvional com profundidades superiores a 10 metros. As soluções técnicas adotadas incluíram contenções com cortinas atirantadas de concreto e estabilização com solo grampeado. Para reduzir custos, foram realizados retaludamentos iniciais, tratando os taludes inferiores com solo grampeado e cortinas atirantadas (Figura 33).

Figura 33: Desenho esquemáticos de contenções de solo de solo grampeado e de cortina atirantada



Fonte: Talus Engenharia, 2024

² Taludes finitos são encostas ou superfícies inclinadas de solo ou rocha que possuem limites definidos, tanto em extensão quanto em altura. Ao contrário dos taludes infinitos, que são teóricos e assumem uma extensão infinita, os taludes finitos são aqueles encontrados na prática, como em cortes de estradas, escavações, aterros e encostas naturais.

A cortina atirantada é recomendada para cortes em terrenos que suportarão grandes cargas, sendo amplamente utilizada em rodovias. Em contraste, o solo grampeado é mais indicado para pequenas cargas e apresenta um custo inferior em comparação à cortina atirantada. Ambas as soluções são adequadas para solos de baixa resistência, como coluviões e aluviões.

É importante salientar que existem outras opções de contenção, como muros de gravidade e muros de gabião. Antes de propor um sistema de contenção, são necessárias investigações geotécnicas locais e um estudo de análise de estabilidade do talude. Esses estudos permitem prever a geometria e o volume do material que pode se desestabilizar na encosta, considerando as sobrecargas e as cargas geradas pela fundação da escada, além de avaliar a viabilidade econômica de cada obra de contenção.

5 Conclusão

O Campo da Água Limpa possui múltiplos usos, tanto públicos quanto privados. Dada sua utilização constante, é recomendada a requalificação, com a implementação de uma escada acoplada a uma plataforma elevatória para promover mobilidade ativa e segura para a população.

As visitas a campo e a análise tátil-visual evidenciaram o uso contínuo de certos caminhos pela população, ressaltando a necessidade de intervenções para garantir segurança e promover mobilidade. A coleta de dados urbanísticos e geotécnicos, incluindo informações da PMOP, permitiu dimensionar as intervenções de acordo com a NBR 9050 e as normativas locais.

As análises realizadas revelaram que o solo da área de intervenção é predominantemente arenoso siltoso, com grãos arenosos e partículas de silte, e a presença de quartzito intemperizado indica que se trata de um solo residual jovem. Relatos de moradores antigos mencionam um aterro antrópico de origem desconhecida, o que complica a análise geotécnica da área. A integração de dados bibliográficos, laboratoriais e de campo possibilitou uma compreensão abrangente das condições do solo e das necessidades urbanísticas, fundamentando a viabilidade das

intervenções propostas. No entanto, é necessário complementar a investigação geotécnica com sondagens do subsolo para obter um estudo mais confiável sobre o comportamento do solo e a fundação adequada para a escada, além de avaliar novos traçados para a rampa de acesso.

Em suma, este estudo enfatiza a importância de uma abordagem multidisciplinar na requalificação urbana, combinando análises geotécnicas com um planejamento urbanístico criterioso, visando à segurança, mobilidade ativa e bem-estar da população.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para garantir as próximas etapas do projeto — anteprojeto, projeto básico e projeto executivo — deve-se realizar uma investigação geotécnica abrangente, incluindo sondagens do subsolo e ensaios de laboratório, como os triaxiais. Esses dados fornecerão parâmetros geotécnicos essenciais para a análise de estabilidade do solo local, permitindo prever se a encosta suportará o empreendimento e possibilitando a elaboração de projetos de contenção e fundações.

Esses estudos também permitirão o redimensionamento ou reposicionamento da rampa proposta, assegurando que atenda à norma NBR 9050 de forma segura e viável. Além disso, deve-se desenvolver projetos de terraplanagem detalhados e um projeto de drenagem que dimensione manilhas e caixas de passagem.

Para garantir iluminação pública adequada, também devem ser elaborados projetos elétricos específicos. Considerando que o empreendimento está em uma cidade histórica com restrições urbanísticas, é essencial realizar estudos de impacto em áreas tombadas, conforme exigido pelo IPHAN.

Também são necessárias planilhas orçamentárias com preços atualizados conforme o SINAP e o SICOR-MG, além de um orçamento para a plataforma elevatória. Por fim, é importante desenvolver uma proposta de arborização urbana para tornar o local mais agradável, promovendo estabilidade climática, conforto ambiental e melhoria da qualidade do ar, beneficiando a saúde física e mental da população e criando um espaço adequado para descanso e atividades físicas.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11682: Estabilidade de Encostas. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6502: Rochas e Solos. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6508: Grãos de Solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da Massa específica. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços públicos e equipamentos urbanos. 4 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ÁLVARES, P. M. F.; COELHO, P. P.; SOUZA, HA de. Os desafios da mobilidade urbana nas cidades históricas: o contexto da elaboração do plano de mobilidade urbana da cidade de Ouro Preto–MG. europa. eu/social/main.jsp, 2016.

ASSOCIAÇÃO NÓS BH. Mobilidade Ativa. Belo Horizonte: Associação Nós BH, 2019. Disponível em: https://nossabh.org.br/uploads/2019/07/NBH_MobAtiva_digital.pdf. Acesso em: 15 out. 2024

BARREIRA, Renato Hoppe et al. Contenções na Serra do Mar: Modelo da Interação entre Construtor, Executor e Projetista na Superação dos Desafios. **9º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia–SEFE**, v. 9. Disponível em: https://proevento.com.br/sefe9/palestras-tecnicas/palestra_tecnica_4.pdf. Acesso em: 04 de agosto de 2024.

BONDUKI, Nabil. **Intervenções urbanas na recuperação de centros históricos**. 2010.

Caderno de Encargos SUDECAP, Capítulo 19: Drenagem, 4ª Edição, setembro 2019.

DE JESUS BONUCCELLI, Teresinha. **Estudo dos movimentos gravitacionais de massa e processos erosivos com aplicação na área urbana de Ouro Preto (MG): escala 1: 10.000**. 1999. Tese de Doutorado.

BRASIL. **Lei nº. 14.133, de 01 de abril de 2021**. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm
Acesso em 28 de junho em 2024.

BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Portaria nº 312, de 20 de outubro de 2010**. Estabelece critérios para a preservação do Conjunto Arquitetônico e Urbanístico de Ouro Preto. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 out. 2010. Seção 1, p. 45.

BRASIL. **Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2021**. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/////LEIS/LEIS_2001/L10257.htm
Acesso em 10 de junho em 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera a Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm.
Acesso em: 15 out. 2024.

CARLOS, A. F. A. **O poder do corpo no espaço público: o urbano como privação e o direito à cidade**. GEOUSP – Espaço e Tempo São Paulo v. 18 n. 2 p. 472-486, 2014.

CRUZ, Paulo Teixeira da. **100 barragens brasileiras: casos históricos, materiais de construção**, projeto. 1996.

DADOS Geográficos. 1. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ouropreto.mg.gov.br/turismo/dados-geograficos>. Acesso em: 23 out. 2024.

Das BRAJA M. Fundamentos de engenharia geotécnica, 7 ed. Rio de Janeiro: Cengage. 2012.

DE CARVALHO, Izabela Ribas Vianna. **Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/RAOA-BAPPDF>. Acesso em 10 set 2024

DE SENA NOLA, Iraydes Talita; ZUQUETTE, Lazaro Valentim. Procedures of engineering geological mapping applied to urban planning in a data-scarce area: Application in southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 107, p. 103141, 2021.

DE SOUZA, Renato C. Ferreira. **Mobilidade ativa e os novos ferramentais para projeto e gestão da cidade contemporânea**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. https://www.researchgate.net/profile/Souza-F/publication/313666132_Mobilidade_ativa_e_os_novos_ferramentais_para_projeto_e_gestao_da_cidade_contemporanea/links/58a2229aaca272046aafe528/Mobilidade-ativa-e-os-novos-ferramentais-para-projeto-e-gestao-da-cidade-contemporanea.pdf

DOS SANTOS, Maria Fernanda Nóbrega et al. **ESTRATÉGIAS PARA SENSIBILIZAÇÃO DOS USUÁRIOS EM ÁREAS COM TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS INTEGRADAS.** X Encontro Nacional de Águas Urbanas – Belo Horizonte – MG.2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Fernanda-Santos/publication/346727385_Estrategias_para_sensibilizacao_dos_usuarios_em_areas_com_Tecnicas_Compensatorias_Integradas/links/5fcfc1c3a6fdc

c697bef4e5e/Estrategias-para-sensibilizacao-dos-usuarios-em-areas-com-Tecnicas-Compensatorias-Integradas.pdf. Acesso em: 18 de agosto de 2024.

EHRlich, Mauricio, et al. **Depósitos Coluviais na Rodovia BR-116/RJ-km 15 ao km 101**. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Pereira-Da-Costa/publication/335188865_Depositos_Coluviais_na_Rodovia_BR-116RJ_-_km_15_ao_km_101/links/5d5560e092851cb74c6d2674/Depositos-Coluviais-na-Rodovia-BR-116-RJ-km-15-ao-km-101.pdf. Acesso em 31 de julho de 2024.

FONSECA, France Dielle de Freitas. **Riscos de desastres ambientais urbanos: estudo de diferentes áreas de conhecimento uma perspectiva teórica para a geotecnia**. 2016. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/18613>

GERSCOVICH, Denise M.S. *Estabilidade de Taludes*. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2022.

GERSCOVICH, Denise MS. **Estabilidade de Taludes (2ª edição)**. Oficina de textos, 2016.

SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (SGDES). Secretaria de Estado da Segurança Pública. Sistema de Gestão de Desempenho e Estatística. POLIS. Paraná. Disponível em: <https://www.sgdes.pr.gov.br/Pagina/POLIS>. Acesso em: 18 set. 2024.

GUIDICINI, Guido; NIEBLE, Carlos M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. Editora Blucher, 1976.

IBGE (Brasil). Em 2010, Brasil tinha 8,3 milhões de pessoas morando em áreas com risco de desastres naturais. **Editora Geociência**, [s. l.], 17 maio 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21565-em-2010-brasil-tinha-8-3-milhoes-de-pessoas-morando-em-areas-com-risco-de-desastres-naturais>. Acesso em: 12 abr. 2023.

IBGE (Coordenação de Geografia) (ed.). *População em áreas de risco no Brasil: Base Territorial Estatística de Áreas de Risco - BATER; Brasil; Catástrofes naturais; Desastres; Setores censitários*. Rio de Janeiro: IBGE,

Coordenação de Geografia, 2018. 90 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101589>. Acesso em: 20 jul. 2023.

IPHAN (Brasília). História - Ouro Preto (MG). **Conjuntos Urbanos Tombados**, [s. l.], 2014. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1493/#:~:text=Fundada%20em%201698%2C%20por%20bandeirantes,de%20Vila%20Rica%20de%20Albuquerque>. Acesso em: 31 ago. 2024.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/30>. Acesso em: 20 set. 2024.

LAMAS, José M. Morfologia urbana e desenho da cidade. **(No Title)**, 1993.

LINARDI, Fabricio de Francisco. Estratégias e ações de requalificação urbana: o caso da cidade de Sorocaba. 2012. Disponível em: https://btdt.ibict.br/vufind/Record/PCAM_eb9ea5cf02e2c5a4da6cd0a9c39ceb51. Acesso em 25 jun. 2023

MACHADO, Nivia. Liga dos Blocos de Ouro Preto confirma local para o carnaval: Carnaval de Ouro Preto. Estado de Minas, [S. l.], p. 2, 4 fev. 2023. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2023/02/04/interna_gerais,1453319/liga-dos-blocos-de-ouro-preto-confirma-local-para-o-carnaval.shtml#:~:text=Ap%C3%B3s%20o%20Conselho%20Universit%C3%A1rio%20\(Cuni,garantida%20em%20um%20novo%20endere%C3%A7o](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2023/02/04/interna_gerais,1453319/liga-dos-blocos-de-ouro-preto-confirma-local-para-o-carnaval.shtml#:~:text=Ap%C3%B3s%20o%20Conselho%20Universit%C3%A1rio%20(Cuni,garantida%20em%20um%20novo%20endere%C3%A7o). Acesso em: 24 jul. 2023.

MAGALHÃES, Joany Silva Lins de Albuquerque. Estudo de estabilidade da Encosta Alto do Padre Cícero no Município de Camaragibe-PE. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

MOTTA, Diana Meirelles da; MATA, Daniel da. **Crescimento das cidades médias**. 2008. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5525>. Acesso em: 21 nov. 2023

NARCISO, Carla Alexandra Filipe. Espaço público: ação política e práticas de apropriação. Conceito e procedências. **Estudos e pesquisas em psicologia**, v. 9, n. 2, p. 265-291, 2009. Disponível em: <http://www.revispsi.uerj.br/v9n2/artigos/html/v9n2a02.html>. Acesso em: 31 de agosto de 2024.

NOLA, Iraydes Tálita de Sena. **Avaliação de dados geológico-geotécnicos prévios para elaboração de carta de eventos perigosos de movimentos de massa gravitacionais por meio de redes neurais artificiais e probabilidade**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NUNES, A. C.; SANTOS, L. C. M.; ARAUJO, R. C.. Comparação de métodos da análise de estabilidade e modelagem estatística para previsão do fator de segurança do talude. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.6, p.246-259, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.006.0021>

OURO PRETO. **Lei Complementar nº 93, de 20 de janeiro de 2011**. Estabelece normas e condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo urbano no Município de Ouro Preto. Diário Oficial do Município de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 21 jan. 2011.

OURO PRETO (Município). **Lei Complementar nº 29, de 28 de dezembro de 2006**. Estabelece o Plano Diretor do Município de Ouro Preto. Disponível em: <https://www.ouopreto.mg.gov.br/static/lc-29-2006-plano-diretor.pdf>. Acesso em: 01 out. 2024.

PASTORE, E. L., & FONTES, R. M. (1998). Caracterização e classificação de solos. *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 197-210

PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO (Brasil). O que é o Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR)? **Plano Municipal de Redução de Riscos de Ouro Preto - PMRR**, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ouopreto.mg.gov.br/seguranca/pmrr>. Acesso em: 10 set. 2024

PINTO, Carlos de Souza. Curso básico de mecânica dos solos. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PREFEITURA DE OURO PRETO. Levantamento topográfico do Campo da Água Limpa. Enviado por e-mail. 2024.

QUEIROGA, Eugênio Fernandes. Sistemas de espaços livres e esfera pública em metrópoles brasileiras. **Resgate: Revista Interdisciplinar de Cultura**, v. 19, n. 1, p. 25-35, 2011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/resgate/article/view/8645703>. Acesso em: 22 de março de 2023.

SANTOS, M. Espaço e método. São Paulo: Nobel, 1985. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996. MAGNOLI, Miranda M. E. M. “Espaços livres e urbanização: uma introdução a aspectos da paisagem metropolitana”. 1982. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, José da. *Título do artigo*. Cadernos de Estudos Sociais, v. 35, n. 2, p. 123-145, 2024. Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CAD/article/view/1312/1032>. Acesso em: 20 set. 2024.

SOARES, Rômulo. Ouro Preto: retirada da terra que caiu do Morro da Forca deve durar até abril. **Mais Minas**, [S. l.], p. 1, 24 fev. 2022. DOI <https://maisminas.org/ouro-preto-retirada-da-terra-que-caiu-do-morro-da-forca-deve-durar-ate-abril/>. Disponível em: Ouro Preto: retirada da terra que caiu do Morro da Forca deve durar até abril. Acesso em: 15 set. 2023.

SOBREIRA, F. G.; SOUZA, L. A. de. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v. 2, p. 79-97, 2012. Disponível em: <<https://www.abge.org.br/volume-2-n-1>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SOBREIRA, Frederico Garcia; FONSECA, Marco Antônio. Impactos físicos e sociais de antigas atividades de mineração em Ouro Preto, Brasil. 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufop.br/> Acesso em: 31 ago.2024.

SOUZA, Clarissa Duarte de Castro. **Planejamento urbano e políticas públicas em projetos de requalificação de áreas portuárias: porto de**

Santos-desafio deste novo século. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, Marcelo José Lopes. **ABC do desenvolvimento urbano.** Bertrand Brasil, 2003.

TALARICO, Carolina Contiero. **Urbanismo e projeto de requalificação urbana: estudo sobre proposta arco do futuro e seu eixo central-Arco Tietê.** 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde-07122017-125617/en.php>. Acesso em: 16 de julho de 2024.

TALUS ENGENHARIA (Brasil). O que é cortina atirantada. **Blog Talus Engenharia**, [S. l.], p. 1, 15 jan. 2021. Disponível em: <https://talusengenharia.com.br/o-que-e-a-cortina-atirantada/>. Acesso em: 13 mar. 2024.

ZANCHETTI, Silvio Mendes. Conservação Integrada e planejamento urbano: uma revisão. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 19, n. 1, 2003. Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CAD/article/view/1312>. Acesso em: 20 de março de 2024.

ZUQUETTE, Lázaro Valentim. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras.** 1987. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, L. D., SILVA, R. D., & Iyomasa, W. S. (1998). Métodos de investigação. *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE

APÊNDICE A – ENSAIOS DE LABORATÓRIO

A.1 Granulometria

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA - NBR 7181/84

AMOSTRA: Campo da Água Limpa FOLHA:

LOCAL DA AMOSTRAGEM:

AMOSTRA TOTAL		DESCRIÇÃO DA AMOSTRA
SOLO ÚMIDO TOTAL (g)	1000,40	
SOLO SECO TOTAL (g)	997,49	
SOLO RETIDO #10 SECO (g)	2171,08	
SOLO PASSADO #10 SECO (g)	1173,59	
% PASSA #10	117,66%	

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA				PENEIRAMENTO GROSSO				
CAPSULA Nº	F4	Z1	R06	PENEIRA		SOLO RETIDO(g)	SOLO acum PASSA (g)	(%) acum PASSA
SOLO ÚMIDO +TARA (g)	16,24	19,27	21,26	Nº	(mm)			
SOLO SECO+TARA (g)	16,22	19,25	21,25	2"	50	0,00	997,49	100,00
ÁGUA (g)	0,02	0,02	0,01	1 1/2"	38	0,00	997,49	100,00
TARA (g)	4,33	15,09	16,85	1"	25	0,00	997,49	100,00
SOLO SECO (g)	11,89	4,16	4,40	3/4"	19	0,00	997,49	100,00
UMIDADE (%)	0,17	0,48	0,23	3/8"	9,5	0,00	997,49	100,00
UMIDADE MÉDIA (%)	0,29			nº 4	4,8	0,00	997,49	100,00
fator correção	0,9971			nº10	2,0	1,20	996,29	99,88

PENEIRAMENTO FINO						
PENEIRA		AMOSTRA PARCIAL			(%) QUE PASSA acum (AMOSTRA TOTAL)	AMOSTRA PARCIAL
Nº	ABERT (mm)	SOLO RETIDO(g)	SOLO acum PASSA(g)	(%) acum PASSA		
16	1,200	0,00	119,65	100,00	99,88	SOLO ÚMIDO (g) 120,00
30	0,600	0,30	119,35	99,75	99,63	
40	0,420	0,27	119,08	99,52	99,40	
60	0,250	1,33	117,75	98,41	98,29	SOLO SECO(g) 119,65
100	0,150	18,50	99,25	82,95	82,85	
200	0,075	57,01	42,24	35,30	35,26	

SEDIMENTAÇÃO			
SEDIMENTO ÚMIDO (g)	120,00	DENSÍMETRO	88662
SEDIMENTO SECO (g)	119,65	PROVETA	4
SOLO TOTAL PASSADO NA #200 (g)	42,24	DEFLOCULANTE	Hexa
AMOSTRA REPRESENTADA		DENSIDADE DOS GRÃOS	2,686

TEMPO (s)	LEITURA L	TEMPERAT. (°C)	LEITURA CORRIGIDA Li=L+Cm	DIÂMETRO DOS GRÃOS D (mm)	LEITURA CORRIGIDA L=L-Ld	(%) QUE PASSA
15	30,5	24,8	31,0000	0,07500	29,9989	35,26
30	24,8	24,8	25,2500	0,06244	24,2489	32,25
60	18,8	24,8	19,2500	0,04639	18,2489	24,27
120	14,3	24,8	14,7500	0,03393	13,7489	18,28
240	10,5	24,8	11,0000	0,02464	9,9989	13,30
480	8,0	24,8	8,5000	0,01773	7,4989	9,97
900	6,0	24,8	6,5000	0,01312	5,4989	7,31
1800	5,0	25,0	5,5000	0,00931	4,4990	5,98
3600	4,0	25,0	4,5000	0,00663	3,4990	4,65
7200	4,0	24,8	4,5000	0,00470	3,4989	4,65
14400	4,0	24,8	4,5000	0,00332	3,4989	4,65
28800	3,5	24,7	4,0000	0,00236	2,9989	3,99
86400	3,5	24,2	4,0000	0,00137	2,9988	3,99

OPERADOR

CÁLCULO

VISTO

A.2 Massa Específica dos Grãos

	MASSA ESPECÍFICA REAL DOS GRÃOS			CENTRO TECNOLÓGICO DE GEOTECNIA APLICADA
	NORMA DE REFERÊNCIA: NBR 6457:2016; NBR 6508:1984			
IDENT. ENSAIO:	Amostra de Solo do Campo da Água Limpa no município de Ouro Preto			
INTERESSADO:	Karinna Furst		DATA EXEC.:	
OBRA:			RESP. EXEC.:	
MATERIAL:				
DISPOSITIVOS DE PRECISÃO	BALANÇA:		ESTUFA:	
	TERMÔMETRO:		CRONÔMETRO:	
TEOR DE UMIDADE				
CÁPSULA N°	39	76	54	
SOLO ÚMIDO + TARA (g)	16,24	19,27	21,26	
SOLO SECO + TARA (g)	16,22	19,25	21,25	
TARA (g)	4,33	15,09	16,85	
SOLO SECO (g)	11,89	4,16	4,4	
ÁGUA (g)	0,02	0,02	0,01	
UMIDADE (%)	0,168208579	0,480769231	0,227272727	
UMIDADE MÉDIA (%)	0,292083512			
DETERMINAÇÃO N°:	1		2	
PICNÔMETRO N°:	2		3	
MASSA DO PIC. + AMOSTRA + ÁGUA (g):	723,19		732,5	
TEMPERATURA (°C):	22,4		22,8	
MASSA DO PIC + ÁGUA (g):	685,86104		694,773248	
DENSIDADE DA ÁGUA À TEMPERATURA (g/cm³):	0,9977		0,9976	
MASSA DO SOLO ÚMIDO (g):	60,04		60,03	
MASSA DO SOLO SECO (g):	59,87		59,86	
DENSIDADE REAL DOS GRÃOS (g/cm³):	2,674		2,698	
DIFERENÇA (g/cm³):	0,024			
MÉDIA - DENSIDADE REAL DOS GRÃOS (g/cm³):	2,686			
STATUS DO ENSAIO:	APROVADO	REPROVADO	Assinatura Responsável:	
Observações:				

APÊNDICE B – PROJETO FINAL E PROJETO INICIAL EM ESCALA FORMATO A4

