



À

Coordenadoria Municipal de Defesa Civil

Rua Mecânico José Português - São Cristóvão, Ouro Preto - MG, 35400-000

A/C

Charles Romazâmu Murta

Engenheiro Geólogo

Referência: Contrato de Cooperação Técnica entre IGEO e PMOP

Local: Ouro Preto - MG

Prezado,

Apresentamos o laudo técnico sobre a investigação geológico-geotécnica executada para a caracterização dos mecanismos potenciais de instabilização e as propostas técnicas para a solução dos problemas detectados na Rua Getúlio Vargas, nº 66, antigamente conhecida como Rua do Rosário, no Bairro Rosário.

Este laudo consta de 43 laudas digitadas de um só lado e rubricadas, sendo a primeira assinada.

À disposição para esclarecimentos julgados necessários,

Ouro Preto, 11 de março de 2014.

Atenciosamente,

Michel Fontes
PRESIDENTE
INSTITUTO GEOTÉCNICO - IGEO

ESCOPO:

Laudo técnico referente à Rua Getúlio Vargas, nº 91 ao nº26
Bairro Rosário



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	LOCALIZAÇÃO	2
3	CONTEXTO HISTÓRICO.....	2
3.1	REGISTROS DE OCORRÊNCIAS NO BAIRRO ROSÁRIO	4
4	CARACTERIZAÇÃO E CONDICIONANTES	6
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA VIA	6
4.2	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	9
4.3	CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS	14
4.4	CONDICIONANTES ANTRÓPICOS.....	15
4.5	CONDICIONANTES AMBIENTAIS	17
5	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	18
6	PARECER FINAL	33
6.1	QUANTO À SEGURANÇA.....	33
6.2	QUANTO ÀS CARGAS	33
6.3	QUANTO ÀS CONTENÇÕES.....	34
6.4	QUANTO À VIA.....	36
6.5	QUANTO AOS LOTES LINDEIROS	37
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1 INTRODUÇÃO

O documento a ser apresentado abrange os dados obtidos na inspeção realizada na Rua Getúlio Vargas, no trecho compreendido entre os números 26 e 91, no Bairro Rosário. Havendo como referência geral de localização o trecho em frente à Loja da Fábrica de Chocolate.

Esta vistoria foi realizada em cumprimento à solicitação da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Ouro Preto (COMDEC) por meio de um ofício de número 04/2014 datado de 09 de janeiro de 2014, subitem 8.

A vistoria de cunho geológico-geotécnico foi realizada nos dias 15 e 18 de março de 2014, pela Engenheira Geotécnica do Instituto Geotécnico (IGEO), Érika Gomes e os estagiários, Júlia Lopes e Hermano Lage, e teve como finalidade avaliar os condicionantes geológicos, geotécnicos e ambientais que atuam desfavoravelmente à estabilidade da via.

Anexo a este laudo encontra-se a ficha de inspeção de campo devidamente preenchida. A referida ficha tem como referência o modelo sugerido pelo Instituto dentro das bases técnicas que fundamentam a identificação dos principais condicionantes de instabilidade de uma encosta, bem como a caracterização do meio físico.

Este estudo teve como objetivo identificar possíveis condicionantes que deflagraram um processo de abatimento na pavimentação da Rua Getúlio Vargas no trecho em questão, além de analisar os condicionantes locais responsáveis pela instabilização, quer sejam estes de origem antrópica, geológica, geotécnica ou ambiental.

2 LOCALIZAÇÃO

A região analisada neste trabalho está compreendida na porção noroeste da área urbana do município de Ouro Preto. Especificamente, o trecho localiza-se à Rua Getúlio Vargas, entre o nº 26 e nº 91, no Bairro Rosário. A região analisada é apresentada na **Figura 2.1**, assinalada pelo ponto vermelho em destaque (coordenadas - 655652m E e 7745200m S).

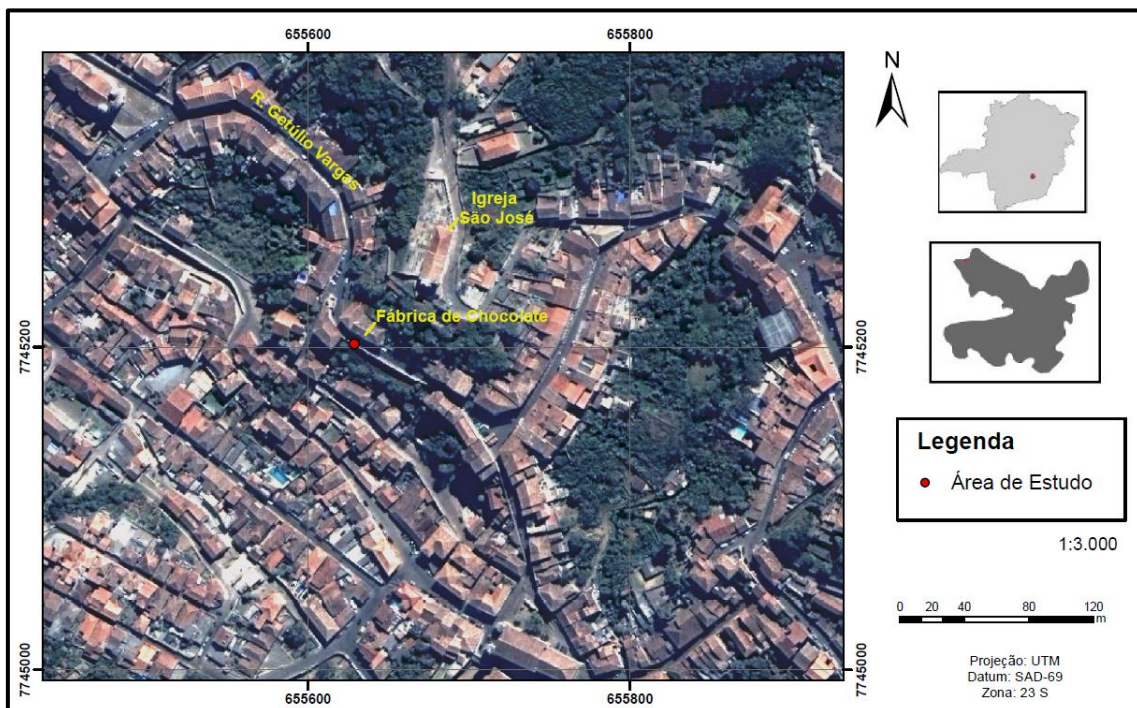


Figura 2.1 - Localização da área de estudo (Google Earth).

3 CONTEXTO HISTÓRICO

A cidade de Ouro Preto está implantada em um grande vale limitado pelas Serras de Ouro Preto a norte e Itacolomi a sul, por onde corre o Ribeirão do Funil. A morfologia local caracteriza-se por altas montanhas, áreas aplainadas com altitudes diversas e vales alongados, muitas vezes bem encaixados. Zonas escarpadas são comuns em toda área urbana, ou seja, grande parte da cidade possui altas declividades (20 a 45%), e apenas cerca de 30% possui declividades menores que 20% (Gomes et al., 1998).

O Bairro Rosário possui registros de ocupação maciça desde a década de 1950 (**Figura 3.1**). Neste período, o núcleo urbano foi assentado sobre quartzitos ferruginosos e filitos acinzentados da Formação Cercadinho e os xistos do Grupo Sabará, sobre declividades de até 30%, com exceção a alguns locais no Centro, nas divisas com o Bairro Rosário, e alguns pontos no Bairro Alto da Cruz, cujas declividades superavam as médias gerais (Oliveira, 2010). O evento geotécnico objeto do presente laudo foi registrado próximo à divisa entre os Bairros Centro e Rosário.

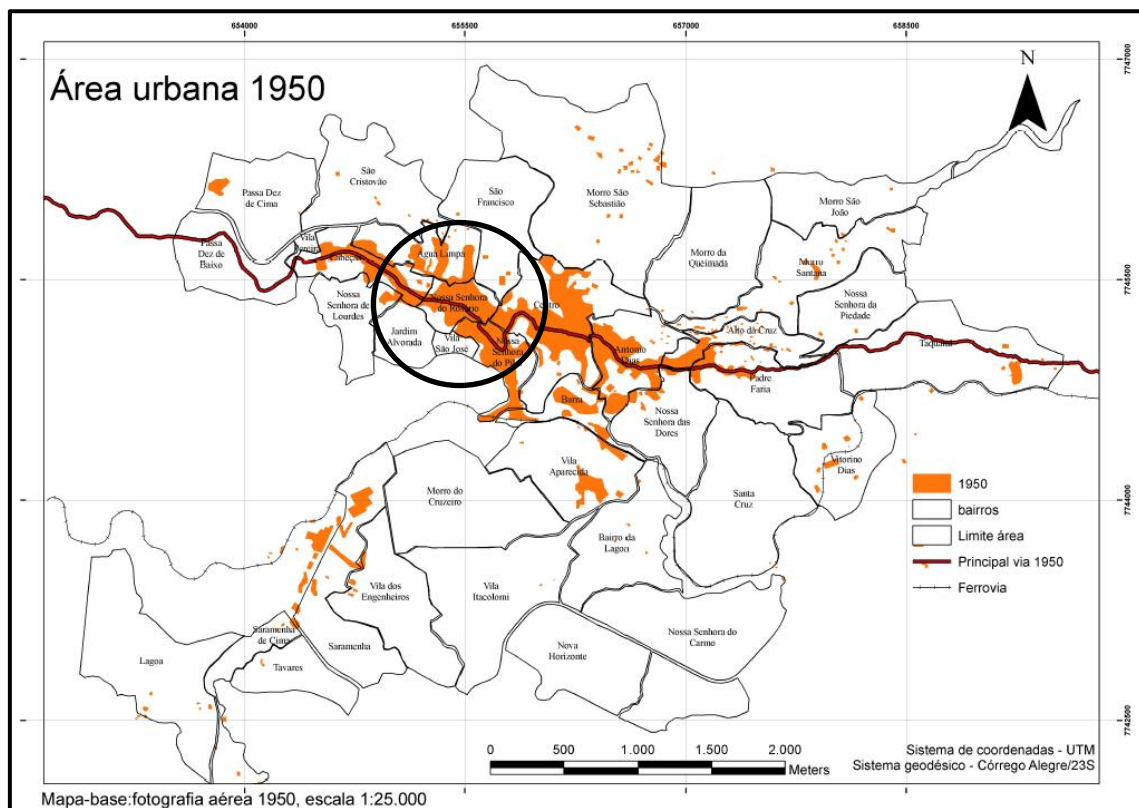


Figura 3.1 - Área urbana da cidade de Ouro Preto em 1950 (Oliveira, 2010).

Em termos gerais, a Rua Getúlio Vargas, antigamente denominada de Rua do Sacramento e Rua do Rosário (IPAC, 2012), é uma importante via de passagem e acesso a pontos estratégicos da Cidade. Dada sua proximidade ao Centro, configura um dos principais pontos de interligação entre o Centro Histórico Comercial, bairros periféricos e saídas da Cidade.

As edificações contidas neste trecho pertencem ao núcleo original da cidade e seu perímetro é tombado pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). De acordo com a Secretaria Municipal de Patrimônio e Desenvolvimento Urbano, esta rua encontra-se em uma Zona de Proteção Especial, isto é, que contém valores essenciais a serem preservados no ambiente urbano, tendo como limites Zonas de Proteção Ambiental, definidas como zonas que devem ser preservadas ou recuperadas (**Figura 3.2**).

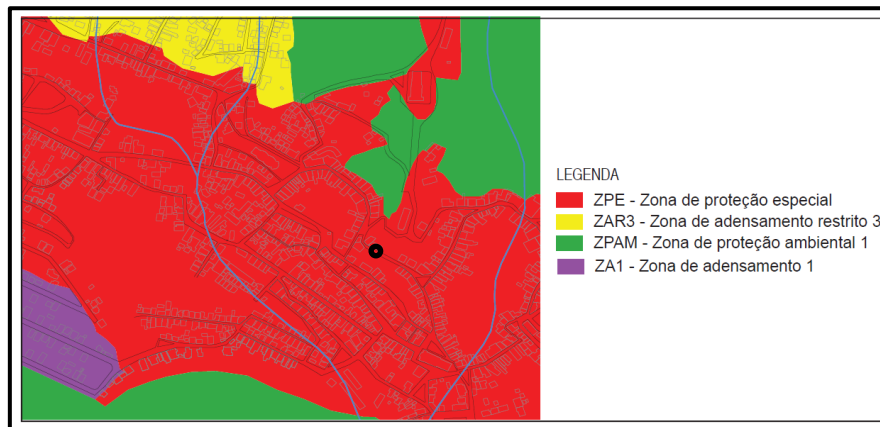


Figura 3.2 - Zoneamento urbano do Bairro Rosário (Secretaria Municipal de Patrimônio e Desenvolvimento Urbano, 2010).

3.1 REGISTROS DE OCORRÊNCIAS NO BAIRRO ROSÁRIO

De acordo com Oliveira (2010) há registros de movimento de massa nesta região datados em 1991, 1996, 1997 (**Figura 3.3**). Conforme se pode observar, no trecho extraído da Carta Geotécnica de Ouro Preto, elaborada por Fontes (2011), (**Figura 3.4**), no entorno imediato ao trecho de estudo, observa-se faixa de risco baixa a média para os limites superiores à área de estudo e faixa de risco média a alta para os limites inferiores à área de estudo. Dada sua posição, a segurança da via é condicionada pela estabilidade de ambos os limites descritos.

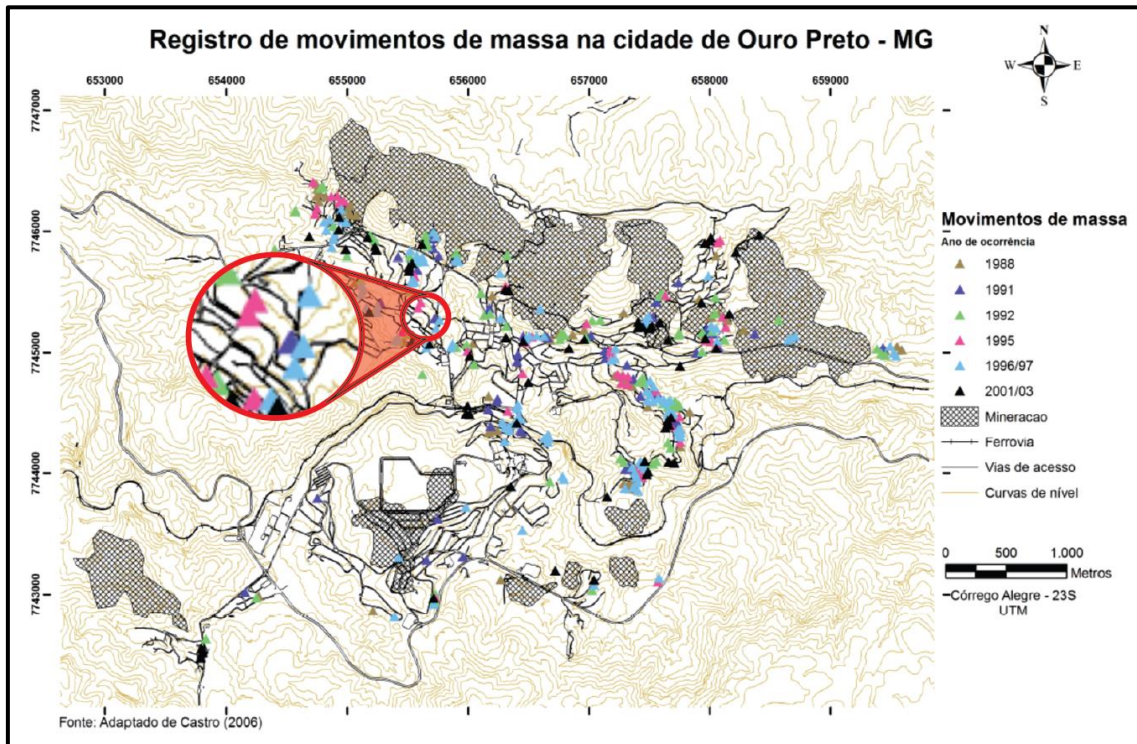


Figura 3.3 - Registros de movimento de massa em Ouro Preto (Adaptado de Oliveira, 2010).

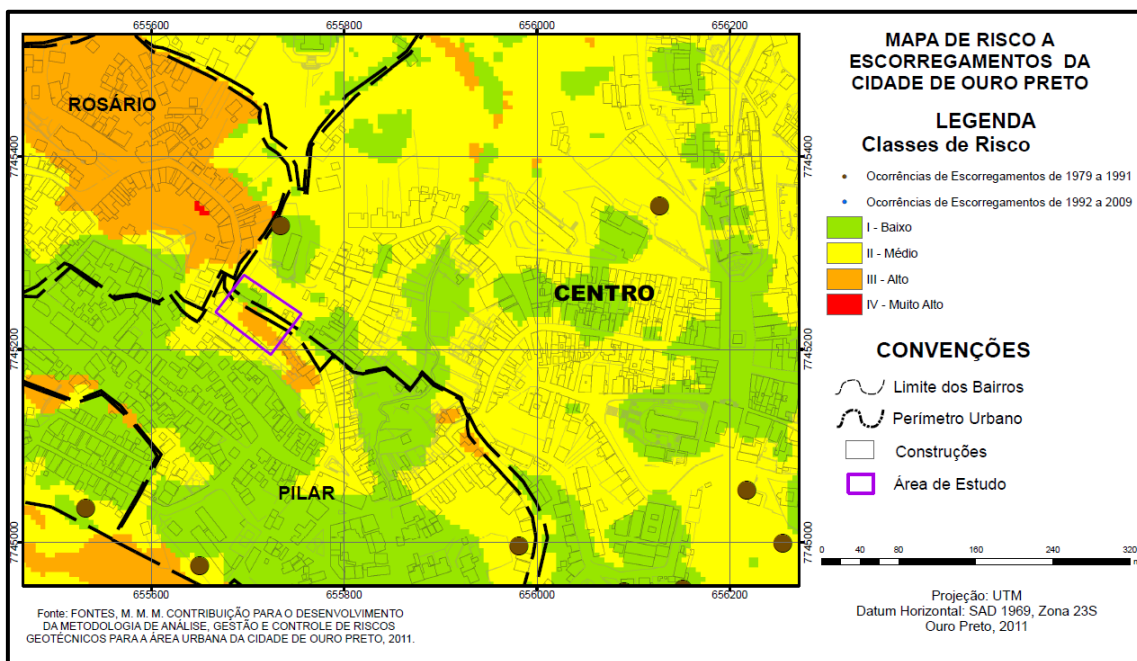


Figura 3.4 - Recorte da carta geotécnica de risco a escorregamentos de Ouro Preto (Fontes, 2011).

Em 2010 foram instalados dois tubos de inclinômetro na região, em alinhamento com o instrumento já existente no adro da Igreja de São José. Um tubo no leito carroçável da via e outro em um lote particular, na porção inferior, ao sul da via. Os primeiros

levantamentos realizados até meados de 2011 mostram deslocamentos incipientes, indicando problemas específicos e restritos aos aterros das faixas de domínio dos respectivos instrumentos. Ou seja, estes instrumentos já apontavam, mesmo que em pequena magnitude, movimentação no entorno imediato à via.

Em janeiro de 2014 o Instituto realizou uma vistoria na mesma rua para verificar a estabilidade da encosta onde se situa a Igreja São José. A porção da encosta estudada, atualmente, é acometida por mecanismos de movimentação gravitacional de massa como o rastejo e a queda de blocos.

4 CARACTERIZAÇÃO E CONDICIONANTES

A seguir serão apresentadas as principais características e condicionantes atuantes na região.

4.1 Caracterização da via

A Rua Getúlio Vargas está localizada a meia encosta, construída paralelamente às suas curvas de nível, sua extensão longitudinal possui pouca variação de declividade ($\approx 2\%$). A extensão total da via é de aproximadamente 330m, e destes, aproximadamente 90,0m, compõe o trecho analisado. A via em geral possui elevada ocupação, contudo, considerando áreas não construídas nos limites transversais, estima-se que o trecho analisado possua cerca de 70% de ocupação, havendo edificações de uso misto (residencial/comercial) em ambos os limites transversais.

A porção central do trecho analisado é limitada por muro de contenção em suas porções superior (norte) e inferior (sul). O muro ao norte é de pedra seca e possui aproximadamente 3,50m de altura e o muro ao sul, do mesmo material, tem uma altura variável em torno dos 4,0m. As Figuras 4.1 e 4.2 representam a configuração geral encontrada.

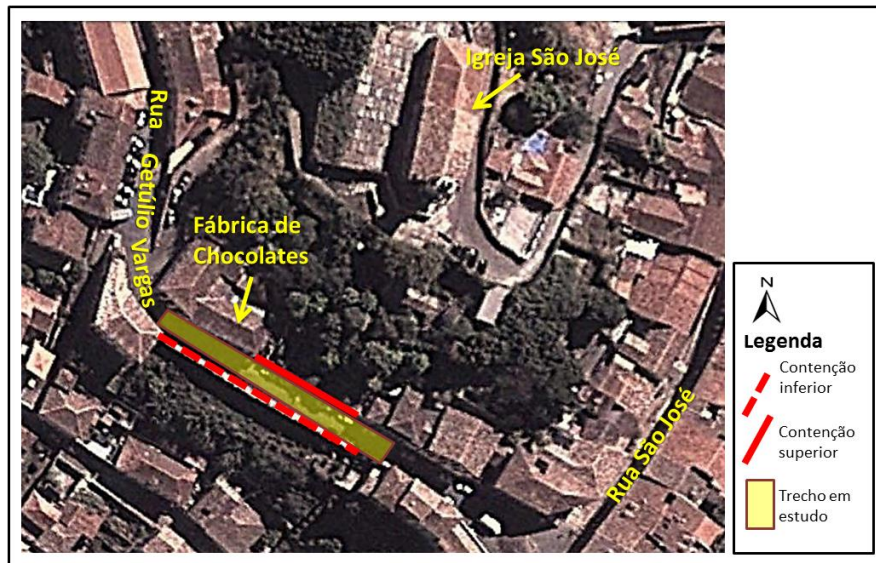


Figura 4.1 - Localização do trecho em estudo (Google Earth).

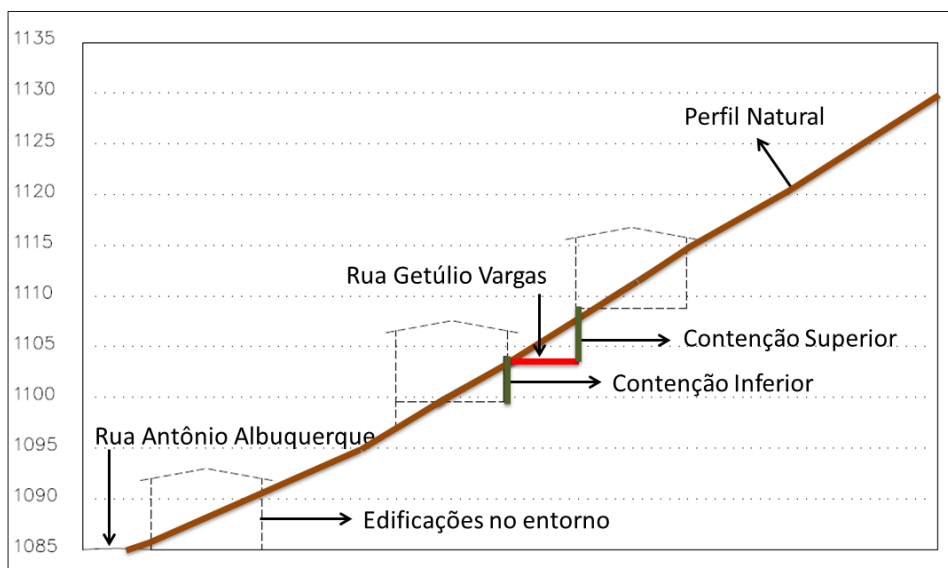


Figura 4.2 - Perfil transversal no trecho em estudo.

O leito carroçável é revestido com paralelepípedos, possui declividade estimada em aproximadamente 2% no sentido longitudinal e de 1,5% no sentido transversal e sua largura varia entre 7,0m a 9,0m entre trechos de suave alargamento e estreitamento. A via possui passeio em ambos os lados, revestidos por placas de quartzito, com largura em torno de 1,00m. Sua declividade é irregular e varia em torno de 1% em direção ao leito. O limite entre estes elementos é definido por meios-fios de quartzito, com largura de 0,15m e altura em torno de 0,15m.

Por ser um dos principais trechos de ligação entre o Centro Histórico e os bairros periféricos, o fluxo de veículos no local possui alta intensidade durante o horário comercial. Devido às restrições impostas à circulação de veículos na ZPE, ocorre em geral apenas o tráfego de veículos de pequeno e médio porte. Além disto, devido as suas limitações de largura, o trânsito se desenvolve em sentido único, sendo que em alguns trechos de relativo alargamento, incluindo o trecho em análise, é permitido o estacionamento.

Estima-se que sob a via existam redes subterrâneas de serviço, tais como elétrica, de telecomunicação, esgoto e água. Contudo, nem todas as redes são completamente mapeadas junto aos órgãos responsáveis, e desta forma, os padrões construtivos e as profundidades de assentamento não são bem definidas. São observadas caixas de passagem e para manutenção sobre o leito carroçável e sobre as calçadas. Em alguns casos estas caixas configuram zonas de abatimento pontual.

Além do volume precipitado diretamente sobre a via, todas as residências lindeiras despejam sua captação pluvial sobre o leito carroçável e calçamentos. Ao longo do trecho analisado não foram identificados dispositivos de drenagem pública. Nos bordos do leito não foram encontradas sarjetas, contudo o caimento da pista em direção aos bordos favorece o escoamento junto ao meio fio. Considerando os níveis observados, estima-se que o sentido geral de escoamento ocorra em direção a Praça Silviano Brandão.

Apesar do tipo de calçamento contribuir para a drenabilidade da via, existem pontos de deficiência por falta de infraestrutura adequada. Deformações do leito carroçável e irregularidades nas calçadas geram empoçamentos pontuais que comprometem a circulação e concentram pontos de infiltração. Situação observada principalmente no alinhamento próximo ao muro de contenção inferior a via, isto é, no trecho em abatimento.

4.2 Características geológicas

De acordo com o mapa da Figura 4.3, a área da via e seus limites inferiores estão situados em uma zona de contato geológico, contendo rochas do Grupo Sabará e sua porção superior é caracterizada por rochas da Formação Barreiro e Cercadinho.

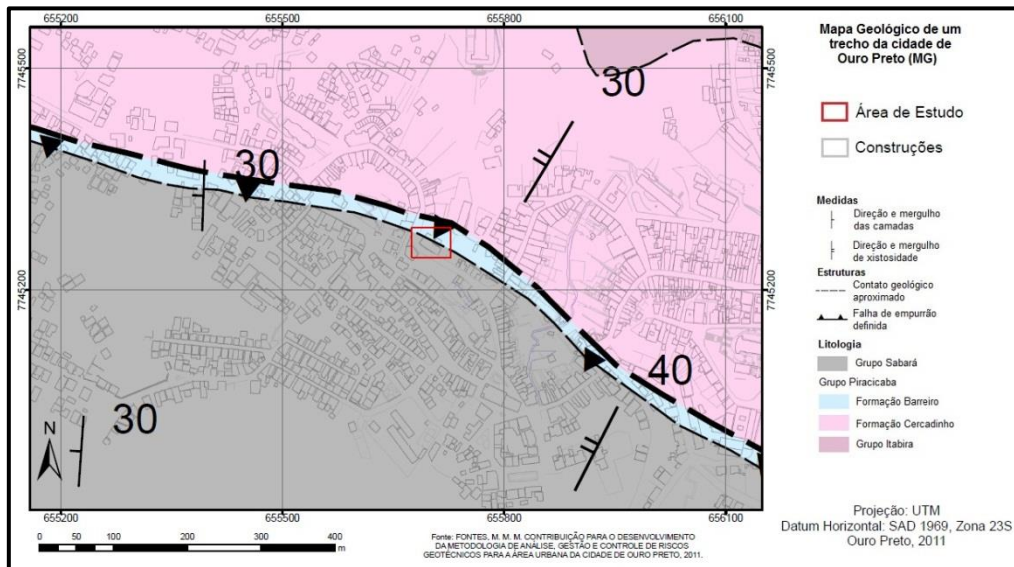


Figura 4.3 - Mapa geológico da área de estudo. (Modificado de Baltazar *et al.*, 2005).

Contudo, nas imediações da via, as construções e revestimentos impedem a identificação direta de elementos geológicos (**Foto 1**). Desta forma, através das inspeções visuais de campo não foi possível encontrar afloramentos rochosos para confirmar a caracterização da região em termos geológicos.



Foto 1 - Vista geral da Rua Getúlio Vargas. Autora da foto - Érika Gomes.

Como alternativa, a expansão da área de análise viabilizou a observação de elementos superficiais, que ao certo condicionam a estabilidade local e auxiliam a caracterização indireta em sub-superfície. A Figura 4.4 apresenta a setorização das áreas analisadas.

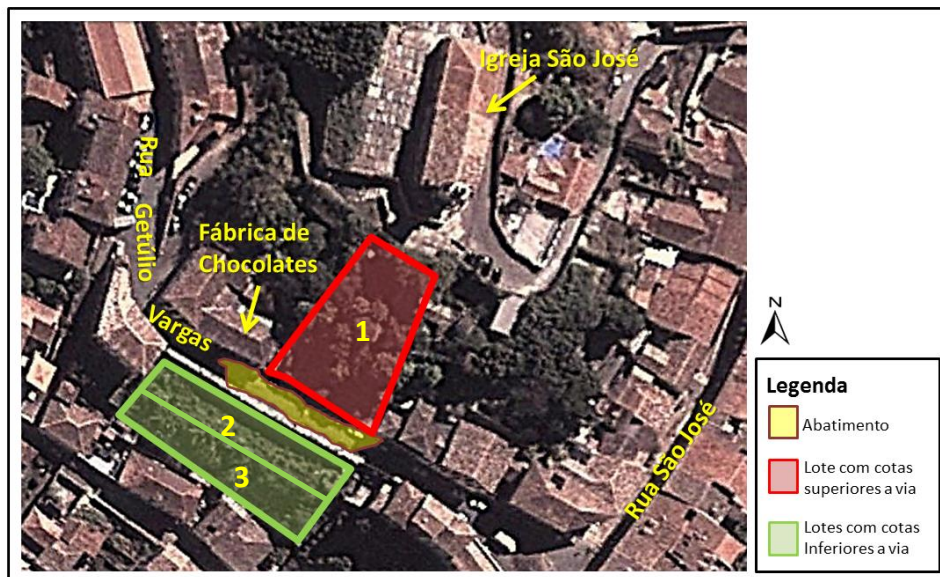


Figura 4.4 - Setorização de áreas consideradas no levantamento de campo (Google Earth).

Através dos lotes lindeiros é possível observar que o perfil superficial possui feições típicas de um solo tecnogênico. Em geral, a coloração acinzentada escura do material exposto sugere que sua origem seja em filito da Formação Cercadinho. Sua granulometria predominante possui textura fina, com características argilosas, havendo também traços irregulares de granulometrias superiores, que chegam à faixa de pedregulhos. Este padrão é observado tanto em lotes na porção superior a via (**Fotos 2 a 6**), quanto em lotes na porção inferior a via (**Fotos 7 a 11**), caracterizando áreas de aterro sem compactação formal.



Foto 2 - Área 1 - Vista geral do terreno. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 3 - Área 1 - Perfis de escalonamento com contenções em muro de pedra seca. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 4 - Área 1 - Material encontrado em superfície nas proximidades de divisa. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 5 - Área 1 - Fissuras superficiais no terreno natural. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 6 - Área 1 - Material predominante em superfície. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 7 - Área 2 - Vista geral de terreno. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 8 - Área 2 - Material encontrado em superfície. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 9 - Divisa entre as áreas 2 e 3. Autor da foto - Hermano Lage.



Foto 10 - Área 3 - Vista geral do terreno. Autor da foto - Hermano Lage.



Foto 11 - Área 3 - Material encontrado em superfície. Autor da foto - Hermano Lage.

4.3 Condicionantes geotécnicos

A partir da análise de campo foram identificados os principais condicionantes geotécnicos envolvidos na região.

- O terreno superficial é caracterizado como sendo material de aterro, sem indícios de compactação controlada, com predominância de material argiloso e presença irregular de outras faixas granulométricas. Em alguns casos,

contaminado com resíduos, situação particularmente observada na porção sul **(Foto 9)**.

- Apesar de a Rua Getúlio Vargas estar assente paralelamente as cotas de nível, de modo a não possuir grandes variações de declividade, a declividade transversal da encosta passa a ser um importante condicionante quando expandida a área de análise. Isto porque a região exibe relevo consideravelmente íngreme, com variação entre 30% e 60% de declividade **(Foto 9)**.

4.4 Condicionantes antrópicos

- A ocupação da encosta, apesar de estar controlada, é caracterizada como o principal fator condicionante à instabilidade, e as principais formas de interferência são execução de seções de corte e aterro, aplicação de sobrecargas, alterações da cobertura superficial.
- Sobrecargas permanentes e eventuais atuam nas imediações da via e em seus lotes limítrofes. Em termos permanentes registram-se as edificações de 02 ou mais pavimentos e as caixas de água de até 5.000 litros, em atendimento a estas edificações. Estruturas intermediárias de contenção caracterizadas por muros de pedra seca, também conferem dada sobrecarga a encosta. Em termos eventuais, destaca-se o fluxo permanente de veículos de pequeno e médio porte sobre a referida via, com proximidade máxima a sua contenção inferior **(Figura 4.5)**;

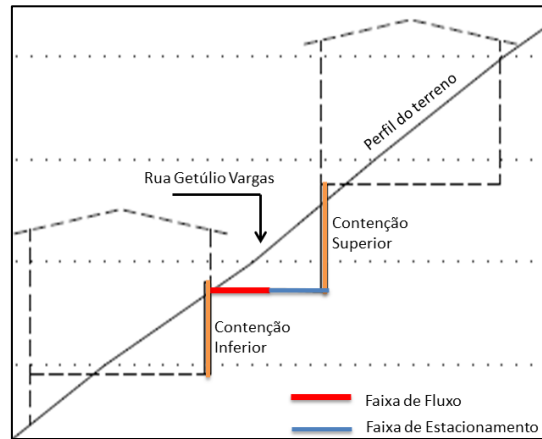


Figura 4.5 - Condição de fluxo de veículos.



Foto 12 - Área 1 – Exemplo de sobrecarga sobre o terreno. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 13 - Área 1 - Sobrecargas sobre o terreno. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 14 - Área 3 - Sobrecargas sobre o terreno. Autora da foto - Érika Gomes.

4.5 Condicionantes ambientais

A pluviometria é um dos principais condicionantes a instabilidade de encostas. Registros na literatura técnica apontam que tanto o excesso, quanto a falta de chuvas podem deflagrar processos de deslizamentos. A falta de chuva pode induzir a perda da parcela de resistência relativa à sucção, situação mais rara. E o excesso, mais comum, pode provocar o aumento de carga pela saturação do maciço, redução do atrito nos pontos de contato entre materiais de permeabilidades distintas, geração de pressões neutras, criação de forças de percolação.

Em Ouro Preto, as ocorrências de instabilidade de taludes estão diretamente associadas ao excesso de chuvas. Segundo Köppen e Geiger o clima da cidade de Ouro Preto é classificado como clima tropical úmido. A temperatura média anual é de 19,3°C e a pluviosidade média anual de 1.553mm. O mês mais seco é Agosto, que registra média de 75mm, e o mais chuvoso é outubro, com uma média de 188mm. A Figura 4.6 apresenta médias mensais de precipitação pluviométrica e temperatura registradas para a Cidade.

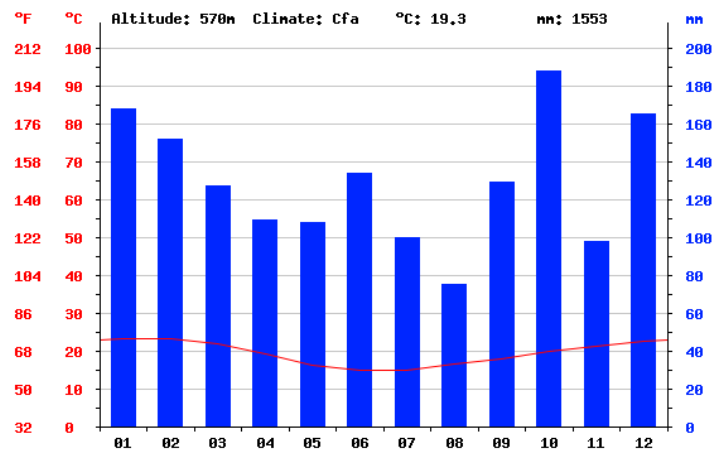


Figura 4.6 - Gráfico Climático de Ouro Preto (pt.climate-data.org).

5 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O leito carroçável apresenta expressivo abatimento próximo à contenção inferior, com extensão de aproximadamente 50m, caracterizada por um desnível transversal (não projetado) limitado por uma trinca longitudinal à via com extensão aproximada de 45m. A deformação máxima ocorre na porção central à contenção inferior.

A inspeção visual do entorno imediato permitiu identificar as seguintes questões.

- O terreno superior foi conformado em degraus de escalonamento, contidos por muro de pedra seca, com observação de adernamento em estrutura intermediária. O muro de divisa apresenta sinal de instabilidade com trinca expressiva. A camada superficial é caracterizada como aterro, que apresenta microfissuras características de materiais argilosos. São encontradas algumas árvores de médio porte e a proteção superficial com vegetação se restringe a alguns trechos. Sistemas de drenagem não são integrais e alguns apresentam comprometimento.



Foto 15 - Área 1 – Estufamento ao pé de muro de contenção. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 16 - Área 1 – Muro de contenção estufado. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 17 - Área 1 – Abatimento em canaleta de drenagem. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 18 - Área 2 – Trinca em muro de divisa em alvenaria. Autora da foto - Érika Gomes.

- A contenção superior à via apresenta expressivo desalinhamento horizontal e distorção vertical. Estes padrões aparentam resultar de uma possível falta de controle técnico durante a construção, mas algumas trincas acompanham sua estrutura (contato face do muro e pilar).
- A contenção superior à via apresenta expressivo desalinhamento horizontal e distorção vertical. Estes padrões aparentam resultar de uma possível falta de controle técnico durante a construção, mas algumas trincas acompanham sua estrutura (contato face do muro e pilar).



Foto 19 - Área 2 – Distorções em estrutura de contenção de pedra argamassada. Autora da foto - Érika Gomes.

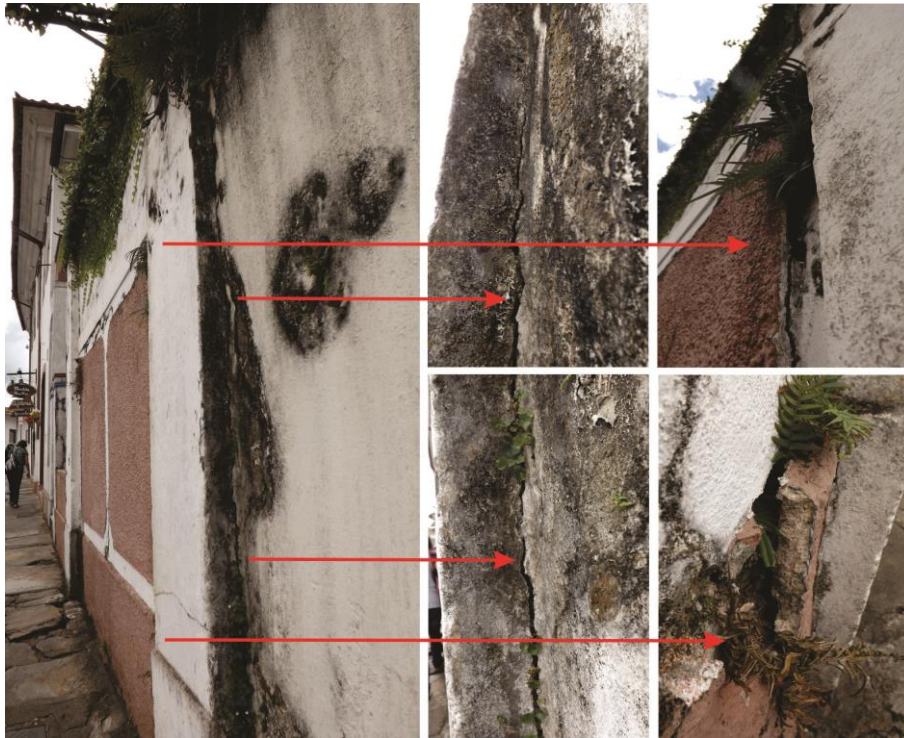


Foto 20 - Área 2 – Patologias em estrutura de contenção caracterizadas por trincas e fissuras.
Autora da foto - Érika Gomes.

- O passeio norte (**Foto 21**), paralelo à contenção superior, está relativamente bem conservado, salvo poucos pontos que demandam manutenção. Este não apresenta sinais de abatimento, nem padrões de fissuramento transversal ou longitudinal expressivos.



Foto 21 - Área 2 – Passeio norte sem grandes indícios de problema. Autora da foto - Érika Gomes.

- O passeio sul (**Foto 22**), paralelo à contenção inferior, está visivelmente abatido, com caimento em direção à via, o que configura maior depressão nas imediações do meio fio.



Foto 22 - Área 2 – Passeio Sul com problemas gerais que reforçam a caracterização do abatimento, além de problemas de manutenção que interferem no fluxo de águas superficiais. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 23 - Área 2 – Passeio Sul com abatimento entre placas de revestimento em pedra.



Foto 24 - Área 2 – Passeio Sul com falta de revestimento e presença de formigueiro. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 25 - Área 2 – Passeio Sul com buracos no revestimento e, conseqüentemente, pontos de empoçamento. Autora da foto - Érika Gomes.

- Na contenção inferior ocorre o deslocamento do revestimento de face (argamassa aparente a via Getúlio Vargas), com a presença de pedras relativamente deslocadas em seu topo. A movimentação dos blocos de pedra pode ser apontada como possível causa do deslocamento mencionado.



Foto 26 - Área 2 – Patologia em muro de contenção com deslocamento do revestimento de face.
Autora da foto - Érika Gomes.

- A face do muro inferior, aparente à residência nº21, apresentava diferenças de tonalidades e texturas, indicando diferentes padrões construtivos (pedra seca e pedra argamassada), o que caracteriza possível reforma posterior à construção.



Foto 27 - Área 2 – Face do muro de contenção com diferença de textura de materiais e consequentemente, conceitos construtivos. Autora da foto - Érika Gomes.

- No trecho de pedra seca, na face do muro aparente a residência nº21, é possível observar padrões de desalinhamento entre as pedras, com aberturas concentradas em determinados pontos, caracterizando falha executiva ou possível movimentação.



Foto 28 - Área 1 – Irregularidades no alinhamento de pedras em face de muro de contenção. Autora da foto - Érika Gomes.

- O terreno jusante à contenção inferior possui declividade moderada à elevada, com características de aterro não compactado. Sua superfície está densamente coberta por grama e vegetação rasteira, a drenagem é apenas natural.



Foto 29 - Área 1 – Vista do terreno jusante à rua Getúlio Vargas, com sua declividade e estado de conservação. Autora da foto - Érika Gomes.

- O terreno de base da contenção inferior também é contido por muro de pedra seca de pequena altura (aproximadamente 0,60m). Contudo, não é conformado talude montante a este muro, desta forma o terreno galga a estrutura.

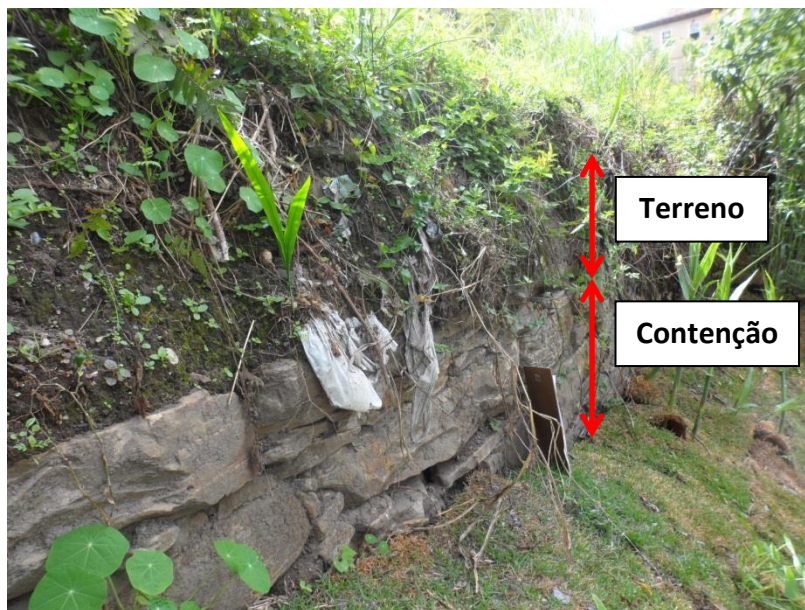


Foto 30 - Área 1 – Contenção do terreno de base em muro em pedra seca, com altura de $\approx 0,60\text{m}$ e material jusante, contaminado, galdando a estrutura. Autora da foto - Érika Gomes.

- O talude inferior à contenção de 0,60m possui elevada declividade, apresentando elementos propícios à instabilidade, tais como - vegetação inadequada à declividade, incluindo presença de bananeiras e bambuzal; depressão com possível acúmulo de água, falta de conformação topográfica, com material de baixa resistência exposto.



Foto 31 - Área 1 – Terreno de base em sua porção côncava, com a presença de bananeiras. Autora da foto Júlia Lopes.



Foto 32 - Área 1 – Terreno de base em sua porção convexa caracterizada por uma depressão preenchida com bambuzal. Autor da foto - Hermano Lage.

Observa-se que a região possui estado dormente de movimentação, e devido à atuação de agentes externos é possível que haja evolução do processo de abatimento instaurado. A seguir estão listados possíveis condicionantes.

- Deficiência da compactação do material de base da via ou no encaminhamento de redes de serviço - Se os procedimentos de compactação não forem realizados corretamente, há redução da resistência dos solos, sob a ação de cargas externas e o aumento das variações volumétricas, pela ação de cargas ou pela ação da água, que eventualmente percola o aterro em questão;
- Adensamento do material sub-superficial devido da ação das chuvas e do tráfego em período chuvoso - A deficiência dos sistemas de drenagem podem aumentar as condições de infiltração, que combinadas à ação do tráfego, podem resultar em deformações sub-superficiais.
- Reacomodação do terreno em função de deslocamento do muro - O tipo de contenção em muro de pedra é passivo, isto é, atua somente quando ocorre certo grau de deslocamento, podendo chegar ao adernamento considerável antes de ocorrer sua ruptura. Perda de resistência em função das condições de base ou mesmo deficiência da estrutura diante do aumento de solicitações externas podem gerar certo deslocamento da estrutura, com a consequente reacomodação do terreno.
- Reacomodação do terreno devido ao carreamento de partículas – Questões tais como a deficiência da compactação e a falta de critério na seleção de materiais podem resultar na configuração de caminhos preferenciais junto às linhas de serviço (tubulações aterradas). Da mesma forma, a inadequação das saídas de drenagem do muro podem gerar linhas internas de percolação, com carreamento de partículas. Em casos extremos, pode se estabelecer um processo erosivo interno com o consequente abatimento do terreno em superfície.
- A alta inclinação do talude de base, associada às cargas extras da porção inferior, podem provocar deslocamentos no terreno em longo prazo, rastejo.

Este tipo de movimento ocorre lentamente e é evidenciado pelo adernamento de parte da vegetação e pelo degrau de abatimento na porção superior do talude. Se este fenômeno não for controlado é possível que haja evolução para um escorregamento de maior proporção;

- Concentração de fluxo de águas superficiais – Se forem estabelecidas linhas preferenciais não controladas, o escoamento e infiltração se tornam agravantes para a segurança do local. Isto ocorre devido à deficiência dos sistemas de drenagem existentes, chegando à inexistência em pontos críticos;

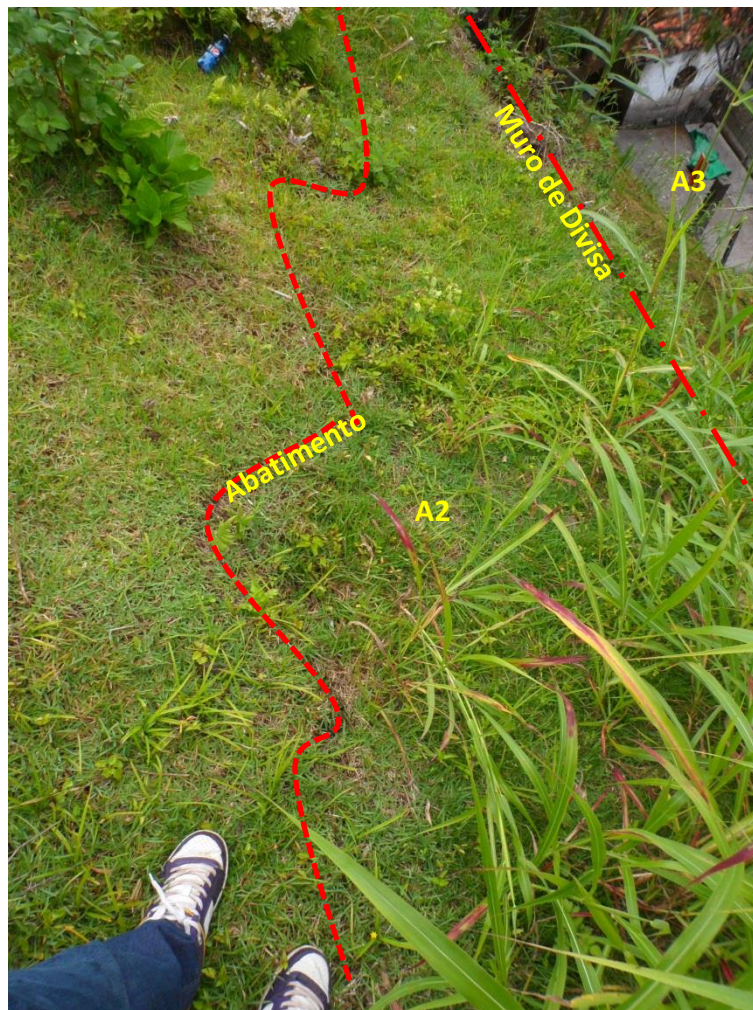


Foto 33 - Divisa Área 2 e 3 – Degrão de abatimento acima do muro de contenção de $\approx 0,60\text{m}$ de altura. Autor da foto - Hermano Lage.

- Apesar de não terem sido registradas ocorrências de movimentação internas as edificações próximas (segundo moradores), é evidente a movimentação do terreno em geral, caracterizada pelo aparecimento de trincas em elementos externos, principalmente trincas verticalizadas em muros de divisa de concreto e irregularidade em relação ao padrão construtivo (desalinhamento de pedras) em muros de pedra seca. O fato dos usuários não darem relevância a estes indícios subentende a uma ocorrência em longo prazo.



Foto 34 - Área 1 – Trinca em muro de divisa, em concreto. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 35 - Área 3 – Trinca em muro de divisa, em concreto. Autora da foto Júlia Lopes.



Foto 36 - Desalinhamento de pedras em face de muro de divisa. Autora da foto - Érika Gomes.



Foto 37 - Possível desalinhamento de pedras em face de muro de contenção. Autora da foto - Érika Gomes.

Além dos indícios identificados a partir da observação visual, registra-se ainda que no entorno da área estudada existem duas verticais de inclinômetro instaladas. Uma localizada no leito carroçavel da rua (furo I2) e outra na porção inferior à via (furo I1, em um lote particular). A partir das análises das leituras registradas em agosto de 2013 e março de 2014, conforme relatório periódico, observou-se que:

O furo I2 apresenta uma pequena movimentação na profundidade de 12m de

aproximadamente 3,0mm, seguindo uma movimentação contínua no restante de sua extensão, com 1,0mm na superfície. No furo I1, verifica-se uma movimentação mais global, porém com aproximadamente 0,5mm de deslocamento na profundidade de 9,5m e na superfície.

6 PARECER FINAL

Inicialmente trata-se de um problema localizado, mas que terá sua magnitude aumentada se ações preventivas e corretivas não forem implantadas, podendo neste caso haver risco quanto à estabilidade de todo o perímetro avaliado. Desta forma, em um primeiro momento, recomenda-se a recomposição do greide da via, com a investigação em profundidade de eventuais mecanismos instabilizantes. Considerando o exposto neste documento, anota-se ainda:

6.1 QUANTO À SEGURANÇA

- A via é propícia à elevada circulação de veículos e pessoas e configura um ponto essencial de interligação da Cidade, além disto, sua localização privilegiada demanda intervenção em curto prazo para não incorrer agravamento do processo instaurado e possíveis danos associados (comprometimento de elementos históricos e risco a segurança das pessoas).

6.2 QUANTO ÀS CARGAS

- Não foram registradas novas intervenções construtivas na área. Contudo, é notório o aumento da intensidade e frequência de tráfego que acompanha o crescimento da frota de veículos na Cidade. Isto caracteriza um aumento de sobrecarga (eventual) ao longo da via, mas partindo do princípio que a redução do fluxo não é possível, recomenda-se reavaliação da adequação das estruturas de contenção existentes e ou limitação do tráfego, ou mesmo restrição do estacionamento no local.

6.3 QUANTO ÀS CONTENÇÕES

As contenções no limite da via foram construídas em pedra (seca e argamassada). Este tipo de solução permite a ocorrência de expressivas deformações antes da efetiva ocorrência da ruptura. Desta forma, apesar de não aparentarem comprometimento quanto à estabilidade, podem estar relacionadas à deformações do terreno não passíveis de ser admitidas, dada a relevância do entorno.

Observa-se a utilização mista da solução em pedra seca e pedra argamassada. Entretanto, estas constituem soluções distintas, que demandam adequações igualmente diferenciadas dos elementos relacionados (alturas, drenagens). Em geral, são apresentados os seguintes pontos -

- Para o muro de pedra seca, é fundamental o correto encaixe das pedras, a fim de garantir a resistência necessária a sua estabilidade, em atendimento as condições de segurança contra deslizamento, tombamento e ruptura. Desta forma, o desalinhamento observado (**Fotos 36 e 37**) compromete a eficiência da estrutura, sendo recomendada sua reforma.
- A literatura técnica recomenda execução de muro de pedra seca para pequenas alturas (até 2,00m), contudo os principais muros avaliados possuem cerca de 3,0 a 4,50m de altura, isto é, em torno de 02 vezes a altura recomendada, o que caracteriza inadequação da solução de contenção.
- Além da restrição de altura, a solução em muro de pedra não é a mais adequada para o local por caracterizar-se como um mecanismo de contenção passiva, isto é, é mobilizado apenas quando ocorre a movimentação do terreno, as deformações inerentes à solução não são bem aceitas em um ambiente de permanente fluxo urbano e com a presença de edificações históricas, como o considerado.

- Em complemento a inadequação da contenção em muro de pedra seca, registra-se ainda o fato deste conferir grande sobrecarga sobre o terreno jusante, que possui grande declive.
- Como solução de engenharia, algumas alternativas podem ser apontadas em substituição a contenção existente, sendo citados - mecanismos ativos de estabilização, que não permitem que o terreno se movimente (p.ex. cortinas); e contenções mais adequadas à altura e ao fluxo permanente de veículos (muro de concreto armado). Como alternativa à preservação visual, a face aparente destas estruturas pode ser revestida com filetes de pedra com finalidade meramente estética.
- Se a alternativa anterior se demonstrar inviável, recomenda-se que as futuras obras de recomposição dos muros existentes respeitem as dimensões dos blocos originais. Mantendo seus alinhamentos e encaixes e demandas de drenagem.
- Apesar de o muro de pedra seca ter conceitualmente características auto drenantes, intervenções com aplicação de argamassa em sua face comprometem sua capacidade de drenagem, podendo induzir pressões de água e direcionamento de fluxo, com a formação de canais preferenciais de percolação. Desta forma, recomenda-se que o muro seja reformado considerando a implantação de sistema de drenagem adequado a solução. Por exemplo, se aplicada argamassa (solução mais adequada à altura se comparada à pedra seca), recomenda-se a adoção de dreno de areia com geossintético no tardo, ou mesmo o uso de tubos barbacãs para alívio de poropressões na estrutura de contenção, com o encaminhamento das saídas para as redes externas.

- Em complemento, a seleção dos materiais no contato solo/muro é necessária para garantir suas características de drenabilidade, sem comprometer as condições de fluxo e nem induzir carreamento de partículas que possam gerar processos de erosão interna, abatimento do terreno e a progressão de efeitos negativos a estabilidade. Desta forma, na execução do contato solo/muro deve-se manter a transição gradual das mudanças de condutividade hidráulica dos materiais, para que estes trabalhem não somente como dreno, mas também como filtro, reduzindo efeitos de carreamento de partículas.
- Registra-se que se cogitadas alternativas de contenção em substituição ao muro de pedra, uma investigação detalhada do terreno torna-se necessária, uma vez que somente a execução de ensaios em profundidade permitirá a completa caracterização do entorno, auxiliando na tomada de decisão quanto à solução de contenção a ser executada. É necessária a caracterização do tipo, resistência, orientação e profundidade dos elementos geológicos de melhor resistência.

6.4 QUANTO À VIA

- A reconstrução do aterro em contato com a face interna do muro é necessária para o reestabelecimento do greide da via, ponto fundamental à estabilidade do conjunto. O aterro deve ser feito de maneira controlada, com a compactação devida para impedir o surgimento de canais preferenciais de drenagem, um possível abatimento de superfície e suas consequências. Desta forma, aterro de materiais lançados no contato imediato ao muro deve ser necessariamente proibido.
- A inspeção visual em superfície não permite identificar possíveis origens de problemas em profundidade, desta forma, na recomposição do aterro é recomendada a inspeção dos encaminhamentos das linhas subterrâneas, a fim

de verificar a integridade das tubulações, com atenção à compactação a ser executada sobre estas.

- Recomenda-se a instalação de saídas de drenagem superficiais para minimização do encaminhamento pluvial que ocorre sobre a via.
- A partir dos resultados das leituras dos inclinômetros, observa-se, em geral, uma movimentação relativamente pouco expressiva, porém, existente em profundidades coerentes com a de influência da contenção da inferior da via. Estas movimentações reforçam a necessidade de estabilização e/ou correção de elementos instabilizadores atuantes na região.

6.5 QUANTO AOS LOTES LINDEIROS

Para lotes ao norte (Terreno das residências nº26 e 66)

- Recomenda-se a recuperação do muro de pedra seca que apresentar adernamento, a proteção superficial de todo o terreno que estiver exposto, com utilização de grama e a recuperação (e aumento) dos sistemas de drenagem superficial. Recomenda-se ainda um acompanhamento periódico das condições de estabilidade do muro de contenção em pedra, revestido com reboco pintado (branco). Principalmente em período chuvoso, deve-se estar atento ao aparecimento ou aumento de fissuras (indicativo de movimentação do terreno), progressão das distorções verticais (como potencial de adernamento sobre a via) e saídas de drenagem (para verificação da turbidez das águas coletadas, como indicativo de carreamento de partículas).

Para lotes ao sul (Terreno das residências nº21 e 91)

- O aterro de base do muro (terreno jusante a via) deve ser retaludado de acordo com as demandas locais, isto é, com o estabelecimento de inclinações mínimas para auxiliar as saídas de drenagem havendo a adequação de sua geometria em relação à contenção inferior. Acima desta contenção, deve ser instalada canaleta de drenagem, para impedir que a água escoada em superfície caia sobre o terreno subjacente (que possui declividade crítica).
- Recomenda-se a manutenção do jardim. É preciso ter controle quanto à vegetação que se estabelece nas imediações das contenções, para que as raízes das árvores não comprometam a estabilidade, pelo aumento da permeabilidade com a criação de macroporos, desagregação e formação que canais de drenagem.
- É essencial o acompanhamento periódico por meio de inspeção visual de qualquer estrutura de contenção e seu entorno, fazendo-se também necessário o controle da vegetação rasteira, objetivando a visualização imediata de fatores predisponentes ou indicativos de instabilidade.
- São observados indícios de movimentação em elementos externos (muros de divisa) que apesar de não caracterizar uma situação de comprometimento estrutural das edificações, o acompanhamento constante é aconselhável. Recomenda-se, portanto, que sejam repassadas orientações aos proprietários para que os mesmos, dentro de suas rotinas (ou de seus funcionários), criem o hábito de observar este tipo de indicativo, e se fizer necessário acionar intervenção técnica.
- É necessária a constituição de sistemas superficiais de drenagem, devidamente projetados, com o encaminhamento de fluxos e direcionamentos em superfície. Instalação de canaletas de drenagem superficial, caixas de interceptação e condução controlada até as linhas públicas. Recomenda-se

ainda que estas sejam acompanhadas de drenagem sub superficial em áreas gramadas, para minimizar a retenção de água. Para áreas de menos declividade, canaletas drenantes de pedra ou areia envoltas em geossintético podem ser empregadas;

São recomendadas intervenções nos terrenos da Rua Antônio Albuquerque, isto porque estes lotes são terrenos de base da área analisada e sua instabilidade pode refletir na instabilidade da via (além do comprometimento de suas respectivas edificações).

- Nestes locais são observadas depressões no terreno, com presença de vegetação densa (incluindo bambu), desta forma recomenda-se a remoção desta vegetação e conformação adequada do talude para retirada de pontos que propiciem o acúmulo de água.
- Da mesma forma, observam-se porções côncavas no terreno, também com a presença de vegetação densa, caracterizada por bananeiras. Recomenda-se a remoção destas, por representarem tipicamente pontos de retenção de água, além da conformação adequada do talude.
- Para preservação das características históricas do sítio, os órgãos fiscalizadores responsáveis (IPHAN/Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio) devem ser acionados para consulta da viabilidade executiva de qualquer solução considerada.
- Registra-se ainda que, durante o período de vistoria não foi conseguido acesso a residência de número 91, apesar das tentativas de contato com os proprietários. Neste local, a vista a partir da Rua Dr. Af Baeta permite observar irregularidades em estrutura em pedra seca (**Foto 37**), entretanto, apenas a inspeção direta do local permitirá avaliar a relevância destas irregularidades.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nascimento, R.G. Noções de Avaliação de Risco Estrutural. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, Espírito Santo.

Oliveira, A.M. Fissuras, Trincas e Rachaduras Causadas por Recalque Diferencial de Fundações. Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

Oliveira, L. D. Ocupação Urbana de Ouro Preto de 1950 a 2004 e Atuais Tendências. Departamento de Geologia da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2010.

Dados Climáticos de Ouro Preto, MG. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/772245/>>. Acesso em: Abril de 2014.

Gerscovich, D.M. S. Notas de Aula: Estruturas de Contenção Muros de Arrimo. Faculdade de Engenharia Departamento de Estruturas e Fundações, Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

ANEXOS

Fichas de Campo



WEBSITE

www.igeo-op.com.br

TELEFONES

(31) 3552-3608

(31) 7145-7925

ENDEREÇO

Rua Alberto Magalhães, nº 245 - Sala 202

Bauxita, Ouro Preto - MG

CEP: 35.400-000
