



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



VANESSA GOMES DA SILVA

**TÉCNICAS DE MONITORAMENTO E PREVISÃO DE
RECALQUE EM FUNDAÇÕES - ESTUDO DE CASO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Uberlândia

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



VANESSA GOMES DA SILVA

TÉCNICAS DE MONITORAMENTO E PREVISÃO DE RECALQUE EM FUNDAÇÕES - ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Geotecnia

Orientador: Prof. Dr. Jean Rodrigo Garcia

Uberlândia

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1Y - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4138 - cocec@ufu.br



ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Engenharia Civil				
Defesa de:	GCI057 - Trabalho de Conclusão de Curso				
Data:	22/11/2024	Hora de início:	09h01min	Hora de encerramento:	10h00min
Matrícula do Discente:	11911ECV036				
Nome do Discente:	Vanessa Gomes da Silva				
Título do Trabalho:	TÉCNICAS DE MONITORAMENTO E PREVISÃO DE RECALQUE EM FUNDAÇÕES - ESTUDO DE CASO				

Reuniu-se na Sala de Apoio 2 da FECIV - Bloco 1Y, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Civil, assim composta:

Professores doutores:

Antônio de Paulo Peruzzi - FECIV/UFU

Técnico Msc Alisson Filmiano Andrade Lopes - FECIV/UFU e

Jean Rodrigo Garcia - FECIV/UFU, orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, **Prof. Jean Rodrigo Garcia** - FECIV/UFU, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu a Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Curso.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Jean Rodrigo Garcia, Professor(a) do Magistério Superior**, em 22/11/2024, às 10:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antonio de Paulo Peruzzi, Professor(a) do Magistério Superior**, em 22/11/2024, às 10:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alisson Filmiano Andrade Lopes, Técnico(a) de Laboratório**, em 22/11/2024, às 10:01, 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 https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5861341** e o código CRC **60F216BA**.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar aqui a minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto. Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria para superar os desafios encontrados ao longo desse caminho. Sua presença foi uma fonte constante de inspiração e orientação, guiando-me nos momentos de dúvida e dando-me paz e confiança para seguir em frente.

À minha querida e valiosa família, que sempre me apoiou incondicionalmente ao longo de toda a minha trajetória, em especial à minha mãe Fátima, ao meu pai Raimundo, à minha irmã Valéria e ao meu cunhado Rodrigo. O suporte, o incentivo e o carinho de vocês foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios e concluir este trabalho.

Aos meus amigos, Giselle e Diego, agradeço pela amizade e pelo apoio constante. Vocês foram essenciais em muitos momentos, seja oferecendo palavras de encorajamento, ou mesmo me ajudando a manter o foco e a perseverança. A presença de vocês fez toda a diferença.

Agradeço também à Bild Uberlândia, que me proporcionou a primeira oportunidade dentro do ramo de engenharia e de realizar este trabalho. O suporte técnico, o ambiente de trabalho acolhedor e a confiança depositada em mim foram cruciais para o desenvolvimento deste relatório. Sou grato pela oportunidade de ter contribuído para o crescimento e sucesso da empresa.

De forma especial, quero agradecer ao meu orientador, Jean Garcia, por sua orientação atenta e sábia ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. Seu conhecimento, paciência e sugestões valiosas foram cruciais para que eu pudesse aperfeiçoar e concluir este projeto com êxito.

A todos, meu muito obrigado. Não poderia concluir esta etapa sem expressar minha sincera gratidão a todos que estiveram ao meu lado durante essa jornada. Sem o apoio e a colaboração de cada um, este trabalho não teria sido possível.

RESUMO

O cálculo estrutural tradicional assume que edificações são suportadas por apoios fixos, sem considerar deslocamentos do solo. As construções são divididas em superestrutura, infraestrutura e solo de fundação, com foco no dimensionamento e na capacidade de carga. No entanto, o recalque ou deformação vertical do solo, pode causar desde pequenas rachaduras até o colapso de edificações. O monitoramento desses recalques é crucial para comparar o desempenho projetado com o real, evitando patologias estruturais, como trincas e problemas graves. O recalque diferencial é particularmente preocupante, podendo comprometer a segurança da edificação. No entanto, o monitoramento de recalques é subestimado em construções convencionais, devido à falta de cultura e interesse em reduzir custos. Este trabalho tem como objetivo apresentar ferramentas de monitoramento de recalque em obras de engenharia civil e realizar a previsão de recalque da obra "Allma", localizada no Jardim Karaíba, em Uberlândia, MG, com base nos dados fornecidos pelos projetos, comparando os resultados obtidos com padrões normativos e verificar a confiabilidade das estimativas. Após estudos realizados com base nos limites estabelecidos por Vargas e Silva (1973), tem-se que os recalques esperados para a fundação da obra "Allma" não possuem riscos de estabilidade à estrutura ou deformações diferenciais. Essas previsões, baseadas nos dados dos projetos, são indicativas, mas não definitivas. Portanto, é essencial que o monitoramento real seja realizado ao longo do tempo para confirmar essas estimativas e implementar medidas preventivas ou corretivas, garantindo a segurança e a estabilidade da edificação.

Palavras-chave: recalque de fundações; monitoramento e controle; instrumentos de medição.

ABSTRACT

Traditional structural calculations assumes that buildings are supported by fixed supports, without considering soil displacements. Constructions are divided into superstructure, infrastructure and foundation soil, focusing on load capacity and structural design. However, settlement, or vertical soil deformation, can cause anything from minor cracks to building collapse. Monitoring these settlements is crucial for comparing projected and actual performance, thus preventing structural pathologies, such as cracks and serious issues. Differential settlement is particularly concerning, as it can compromise building safety. Despite this, settlement monitoring is often undervalued in conventional construction due to a lack of awareness and a focus on cost reduction. This study aims to present settlement monitoring tools for civil engineering projects and to predict the settlement for the "Allma" building, located in Jardim Karaíba, Uberlândia, MG, based on project data. The results will be compared with regulatory standards to verify the reliability of these estimates. Based on studies conducted following the limits established by Vargas and Silva (1973), it was determined that the expected settlements for the foundation of the "Allma" project do not pose risks to the structural stability or differential deformations. While these predictions, based on project data, are indicative, there are not definitive. Therefore, it is essential to carry out actual monitoring over time to validate these estimates and to implement preventive or corrective measures as needed, ensuring the building's safety and stability.

Keywords: Settlement of foundations, Monitoring and control, Measuring instruments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Extensômetro Mecânico	17
Figura 2: Pino de leitura de recalque	18
Figura 3: Benchmark	19
Figura 4: Diversas marcas comerciais de Laser Scanner	21
Figura 5: Movimentos verticais da fundação e medidas angulares decorrentes	24
Figura 6: Fissuras típicas causadas por recalque de fundações em pilares internos	25
Figura 7: Fissuras por recalque de fundação de pilar de canto	25
Figura 8: Fissuras em parede portante com recalque na extremidade	25
Figura 9: Comportamento de uma estrutura com aberturas	26
Figura 10: Trinca gerada por recalque diferenciado.....	27
Figura 11: Tipos de trincas	28
Figura 12: Empreendimento Allma.....	29
Figura 13: Planta baixa do empreendimento Allma	30
Figura 14: Planta de formas da fundação	32
Figura 15: Planta de locação e cargas.....	32
Figura 16: Localização dos pontos de sondagem à percussão.....	33
Figura 17: Distorções angulares e danos associados.....	35
Figura 18: Ábaco 1	37
Figura 19: Ábaco 2	37
Figura 20: Ábaco 3	38
Figura 21: Ábaco 4	38
Figura 22: Dados dos pilares P21 e P25	39
Figura 23: Dados dos pilares P20 e P29	39
Figura 24: Dados dos pilares P137 e P146.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados dos pilares	34
Tabela 2: Cálculo do módulo de elasticidade do solo	40
Tabela 3: Cálculos de previsão de recalques	41
Tabela 4: Cálculo das distorções angulares	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1. Fundações	11
3.2. Técnicas de Controle de Recalques	12
3.2.1. Definição de Recalques	12
3.2.2. Tipos de Recalques	13
3.2.2.3. Recalque Por Adensamento	14
3.2.3. Causas de Recalques	14
3.2.4. Análise de Interação Fundação – Estrutura	15
3.2.5. Ferramentas para Monitoramento e Controle de Recalques	15
3.2.6. A Importância da Frequência da Leitura de Dados	22
4. ESTUDO DE CASO	29
4.1. Descrição da Obra Analisada	29
4.2. Metodologia de Análise	30
5. COLETA DE DADOS	31
5.1. Plantas de Locação e Carga	31
5.2. Pontos de Estudo	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6.1. Cálculo de Previsão de Recalques: Método de Poulos e Davis (1980)	36
6.2. Instrumento Recomendado Para o Monitoramento	42
6.3. Frequência de Leituras Recomendada	42
7. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS	45

1. INTRODUÇÃO

Nas construções verticais, como edifícios altos, é fundamental que as estruturas sejam projetadas adequadamente para resistir aos esforços e distribuir os carregamentos aplicados sobre elas. Isso não se limita apenas ao peso do próprio edifício, mas também inclui outras forças como o vento, movimentos sísmicos e a carga gerada pelas pessoas e objetos dentro do edifício. Além disso, no projeto de uma fundação, não se deve considerar apenas a possibilidade de sua ruptura (Estado Limite Último – ELU), mas também o risco que o solo possui em se deformar ao longo do tempo, prejudicando o uso da estrutura. Dessa forma, as fundações também devem atender o conceito de Estados Limites de Serviços (ELS), que faz a consideração dos efeitos de ações que comprometem o uso da edificação.

Com essa abordagem, a edificação costuma ser dividida em três componentes principais: a superestrutura, que inclui lajes, vigas e pilares; a infraestrutura, que se refere aos elementos de fundação; e o solo de fundação, que é a base onde a fundação se apoia. O projeto estrutural busca dimensionar os elementos da superestrutura, enquanto o projeto de fundações envolve a análise e dimensionamento desses componentes de apoio, prevendo a capacidade de carga e os recalques com base nas propriedades do solo.

O recalque, que se refere à deformação vertical descendente do solo provocada pelo peso da estrutura e outros fatores, representa um problema significativo em construções. Pode resultar em desde pequenas rachaduras até o colapso total das edificações. Assim, é fundamental adotar medidas de controle do recalque desde o início, compreendendo o tipo de solo e as cargas envolvidas, além de implementar medidas para estabilizar a estrutura e evitar danos graves. Uma abordagem proativa na gestão do recalque é crucial para assegurar a segurança e a durabilidade das construções (Corrêa, 2012).

O monitoramento de recalque de uma edificação é um indicador do desempenho global da fundação, permitindo a observação do comportamento da interação entre o solo e a estrutura. Por meio desses estudos, é possível comparar o desempenho previsto no projeto com o desempenho real, identificando eventuais necessidades de reforço e outras soluções.

O recalque absoluto refere-se ao deslocamento vertical descendente de um elemento de fundação, calculado pelo somatório do recalque imediato, escoamento lateral, primário e secundário, enquanto o recalque diferencial ocorre quando um elemento da fundação se deforma mais do que outro. Além disso, o recalque diferencial é uma das principais causas de patologias em edificações, podendo gerar problemas estéticos, como trincas e fissuras, além de problemas estruturais graves que podem levar ao colapso do edifício (Minozzo, 2016). Um caso que ficou famoso é a torre de Pisa, na Itália, um exemplo clássico de problemas estruturais causados por recalques diferenciais, construída sobre um solo composto por argila mole e areia, as fundações cederam de forma desigual, resultando na inclinação característica da torre. Este caso destaca a importância de analisar as condições do solo e projetar fundações adequadas para evitar deslocamentos excessivos e instabilidade estrutural.

É importante ressaltar que muitas vezes, em construções convencionais que não há problemas óbvios com as fundações, os recalques não são monitorados. Isso acontece porque os construtores estão mais preocupados em reduzir custos e porque não existe uma cultura estabelecida de acompanhar essas deformações do solo. Além disso, a falta de atenção dos construtores e proprietários à importância do monitoramento pode levar a uma percepção negativa dos recalques por parte de pessoas leigas. Mesmo que os recalques não sejam graves a ponto de comprometer a segurança da edificação, eles podem causar desconforto e gerar preocupações na sociedade devido ao impacto visual ou à ideia de instabilidade associada a essas ocorrências. (Minozzo, 2016).

A falta do monitoramento de recalque nas edificações pode resultar em trincas, fissuras e deformações nas estruturas, comprometendo a estabilidade e a segurança da construção, visto que auxilia na adoção de medidas de controle para prevenção de patologias futuras. Esses danos ocorrem porque o recalque diferencial entre partes da fundação leva a esforços inesperados na estrutura, podendo gerar problemas graves, como deslocamentos de paredes e até risco de colapso em casos mais extremos.

Neste contexto, em parceria com a construtora Bild Desenvolvimento Imobiliário da Regional de Uberlândia, este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento

da estrutura e seus deslocamentos da fundação do empreendimento “Allma”, localizado no Jardim Karaíba, na região sul de Uberlândia, MG.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Tem-se como objetivo geral deste trabalho, apresentar algumas ferramentas de monitoramento de recalque utilizadas em obras de engenharia civil, além de realizar a previsão do recalque da obra “Allma”, com base nos dados fornecidos pelos projetos, aplicando métodos adequados de previsão para garantir a segurança e a eficiência da estrutura.

2.2. Objetivos Específicos

Para atingir esse objetivo, são utilizados diversos procedimentos e técnicas que visam garantir a segurança e a estabilidade das estruturas ao longo do tempo. Esses métodos permitem identificar e corrigir possíveis problemas no solo e nas fundações. Com essa abordagem, é possível implementar medidas corretivas para prevenir falhas estruturais e preservar a integridade das construções e das áreas ao redor.

- a- Apresentar e descrever as principais ferramentas de monitoramento de recalques utilizadas;
- b- Analisar os dados fornecidos pelos projetos da obra em estudo, com foco nas informações relevantes e aplicar métodos para a previsão de recalques;
- c- Comparar os resultados das previsões com padrões normativos, verificando a confiabilidade das estimativas;
- d- Avaliar as implicações do recalque previsto sobre a segurança e o desempenho estrutural da obra.
- e- Propor recomendações para o acompanhamento e controle do recalque ao longo da vida útil da obra.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Fundações

A fundação pode ser definida como a parte de uma construção que transmite as cargas da estrutura para o solo. Ela desempenha um papel crucial na estabilidade e

segurança de um edifício, pois assegura que as forças geradas pelo peso da estrutura e outras cargas sejam distribuídas de maneira adequada para o solo subjacente.

Segundo a ABNT NBR 6122:2022, uma fundação profunda transmite a carga de duas formas principais: pela resistência na ponta e pela resistência ao longo do fuste, ou até mesmo por combinação das duas. Na resistência de ponta, o peso da estrutura é sustentado pela base da fundação, que se apoia em uma camada mais resistente, como um solo denso ou uma rocha. Já na resistência ao longo do fuste, a carga é distribuída ao longo da superfície lateral da fundação, por meio do atrito entre o solo e as laterais do elemento. Dentre os elementos, estão as estacas e os tubulões, que são instalados a uma profundidade maior que oito vezes sua menor dimensão em planta e, no mínimo, a 3 metros de profundidade.

Além disso, na ABNT NBR 6122:2022, a fundação rasa tem uma base que é apoiada em uma profundidade que é menor que o dobro de sua menor dimensão em planta. Esse tipo de fundação transmite a carga da estrutura ao solo em uma camada próxima à superfície, onde as tensões são distribuídas para equilibrar o peso aplicado. Se a profundidade de apoio variar ao longo do perímetro da fundação, considera-se a menor profundidade como referência para a definição.

Logo, escolher o tipo de fundação é fundamental para garantir a estabilidade da estrutura, pois diferentes solos e cargas exigem soluções específicas. Uma escolha adequada assegura a durabilidade da edificação e minimiza custos de construção e manutenção, além de impactar na segurança e eficiência da obra.

3.2. Técnicas de Controle de Recalques

3.2.1. Definição de Recalques

Segundo Albuquerque e Garcia (2020), o projeto das fundações em qualquer obra deve garantir coeficientes de segurança adequados para prevenir a ruptura do solo e evitar deformações excessivas. Essa segurança é alcançada por meio da aplicação de dois critérios: ruptura e deslocamentos. A fórmula geral para realizar o cálculo dos recalques de uma fundação pode ser representada pela Equação 1:

$$s = s_e + s_a + s_{cz} \quad \text{Eq. 1}$$

O recalque nada mais é do que a soma dos recalques: imediato, escoamento lateral, primário e secundário.

Em todas as construções, há algum nível de recalque nas fundações, sendo que a avaliação dos recalques aceitáveis é fundamental nos estudos e projetos de fundações. Esse processo estabelece um limite a partir do qual a segurança ou o desempenho da estrutura podem ser considerados comprometidos. Os danos causados pelos recalques podem ser classificados em três categorias: danos visuais e estéticos (que não apresentam riscos), danos que afetam o uso e a funcionalidade do edifício, e danos estruturais que colocam em risco a segurança dos ocupantes (Milititsky, Consoli e Schinaid, 2008).

Além disso, segundo a ABNT NBR 6122:2022, os valores limite de projeto para os deslocamentos e deformações das fundações devem considerar alguns fatores, tais como: tipo de estrutura, material de construção, tipo de fundação, natureza do solo, entre outros.

3.2.2. Tipos de Recalques

É possível distinguir três tipos de recalques devidos a cargas estáticas: por deformação elástica, escoamento lateral e adensamento.

3.2.2.1. Recalque Elástico

O solo se deforma de maneira temporária e reversível, retornando à sua forma original quando a carga é removida, desde que o comportamento do solo permaneça dentro de seu limite elástico. O recalque acontece logo após a aplicação da carga, sendo mais acentuado em solos que não possuem coesão, ou seja, solos que não contêm argila. Esse tipo de recalque, também conhecido como recalque imediato, remete mais interesse no estudo dos recalques predominantemente nos solos arenosos ou nos solos não saturados (Albuquerque; Garcia, 2020).

3.2.2.2. Recalque Por Escoamento Lateral

O recalque por escoamento lateral ocorre quando o solo sob uma estrutura sofre deslocamentos horizontais significativos, geralmente devido a pressões induzidas por cargas externas, como fundações ou aterros. Esse tipo de recalque é comum em solos moles e saturados, onde a carga aplicada causa o movimento lateral do solo para regiões menos confinadas, resultando em recalques diferenciais e possíveis problemas de estabilidade na estrutura.

3.2.2.3. Recalque Por Adensamento

O recalque por adensamento ocorre quando o solo sob a fundação se compacta lentamente devido à expulsão de água dos poros do solo, especialmente em solos coesivos, como argilas. Esse processo acontece porque a aplicação de uma carga na fundação aumenta a pressão no solo, e a água nos espaços entre os grãos de solo é gradualmente expulsa. Com a diminuição do volume de água nos poros, o solo se adensa, resultando em recalque. Segundo Albuquerque e Garcia (2020), o recalque por adensamento pode ser causado pelas deformações de solos coesivos saturados, onde a teoria do adensamento prevê a queda do índice de vazios em razão de um aumento de pressão.

3.2.3. Causas de Recalques

Os recalques em fundações podem ocorrer devido a uma variedade de fatores, geralmente relacionados às características do solo, ao projeto da fundação e às condições ambientais. Segundo Albuquerque e Garcia (2020), as principais causas de recalques incluem:

a) Rebaixamento do Lençol Freático: a presença de solo compressível no subsolo, aliada ao rebaixamento do lençol freático, provoca um aumento nas tensões geostáticas efetivas nessa camada. Isso ocorre independentemente das cargas externas aplicadas, resultando em recalques nas fundações devido ao comportamento compressível do solo.

b) Solos Colapsíveis: os solos colapsíveis possuem alta porosidade e, ao entrarem em contato com a água, podem sofrer uma destruição da cimentação intergranular, levando a um colapso abrupto e a uma redução significativa de seu volume. É importante avaliar o potencial de colapso desses solos no Brasil, já que são bastante comuns em várias regiões do país, o que demanda uma análise cuidadosa para evitar recalques.

c) Escavações em Áreas Vizinhas à Fundação: realizar escavações nas proximidades das fundações pode causar movimentos no solo. Mesmo com a implementação de contenções ou suportes, esses movimentos são difíceis de evitar e podem resultar em recalques nas edificações adjacentes, apresentando um risco considerável durante a construção.

d) Efeitos Dinâmicos: as vibrações geradas por equipamentos pesados, como bate-estacas e rolos compactadores vibratórios, bem como pelo tráfego de veículos, podem comprometer a estabilidade das fundações. Esses efeitos dinâmicos têm o potencial de causar recalques, especialmente em solos que são sensíveis a vibrações.

e) Escavação de Túneis: qualquer método utilizado para escavar túneis pode levar a recalques na superfície do solo. Essas movimentações podem afetar diretamente as fundações de construções vizinhas, tornando essencial o monitoramento e a adoção de medidas de mitigação adequadas.

3.2.4. Análise de Interação Fundação – Estrutura

A ABNT NBR 6122:22 estabelece que o desempenho das edificações é verificado pelo monitoramento de recalques medidos na estrutura. Esse acompanhamento é obrigatório quando:

- a) estruturas nas quais a carga variável é significativa em relação à carga total, tais como silos e reservatórios;
- b) estruturas com mais de 55,0 m de altura, medida do térreo até a laje de cobertura do último piso habitável;
- c) relação altura/largura (menor dimensão) superior a quatro;
- d) fundações ou estruturas não convencionais.

Por isso, para cada tipo de estrutura é necessário realizar essa análise prévia.

3.2.5. Ferramentas para Monitoramento e Controle de Recalques

Quando há dúvida quanto ao comportamento de uma fundação, ou quando se pretende acompanhar seu desempenho em razão de uma situação que pode gerar recalque, é recomendado o controle de recalque da edificação (Milititsky, Consoli e Schinaid, 2008).

Diversas técnicas são utilizadas para minimizar os efeitos dos recalques, com foco em reduzir deformações diferenciais e manter as fundações dentro dos limites de segurança. Entre as principais abordagens estão a melhoria das propriedades do solo, o uso de fundações mais profundas ou rígidas, e técnicas de redistribuição de cargas. Métodos como o reforço do solo com estacas, injeção de calda cimentícia, e drenagem

de solos coesivos são aplicados conforme as características do solo e o tipo de recalque esperado.

Outro ponto que pode ser ressaltado em fundações, é que a fundação em radier é crucial para minimizar os recalques diferenciais, pois distribui as cargas provenientes da estrutura de maneira mais uniforme ao longo do solo. Esse comportamento reduz significativamente as tensões concentradas, comuns em outros tipos de fundações, promovendo maior estabilidade e diminuindo os riscos de deslocamentos diferenciais que podem comprometer o desempenho da edificação.

A escolha adequada da técnica deve ser baseada em uma análise criteriosa do comportamento do solo, da estrutura e dos esforços envolvidos, garantindo a durabilidade e segurança das edificações. As técnicas mais comuns de monitoramento de recalques em fundações têm o objetivo de medir e acompanhar a evolução dos deslocamentos verticais ao longo do tempo, garantindo que o comportamento estrutural permaneça dentro dos limites de segurança. Entre as principais técnicas utilizadas podemos citar os tópicos a seguir.

a) Controle de Verticalidade: O controle de verticalidade visa acompanhar o desaprumo do edifício. Trata-se de uma leitura periódica realizada com aparelho topográfico de precisão, sempre nos mesmos pontos, resultando em planilhas e quadros de acompanhamento das anotações (Milititsky, Consoli e Schinaid, 2008).

Essa leitura precisa ser realizada de forma criteriosa, a fim de produzir trabalhos coerentes, isto é, sempre coletando dados de mais de uma direção e todas as paredes opostas devem ser objeto das medições, a fim de evitar conclusões equivocadas. De acordo com os autores, é importante levar em conta os efeitos da temperatura nos componentes da estrutura. É recomendável que as medições sejam realizadas sempre pelo mesmo operador e no mesmo horário. Caso contrário, pode haver uma sobreposição de efeitos que torna a avaliação mais complicada.

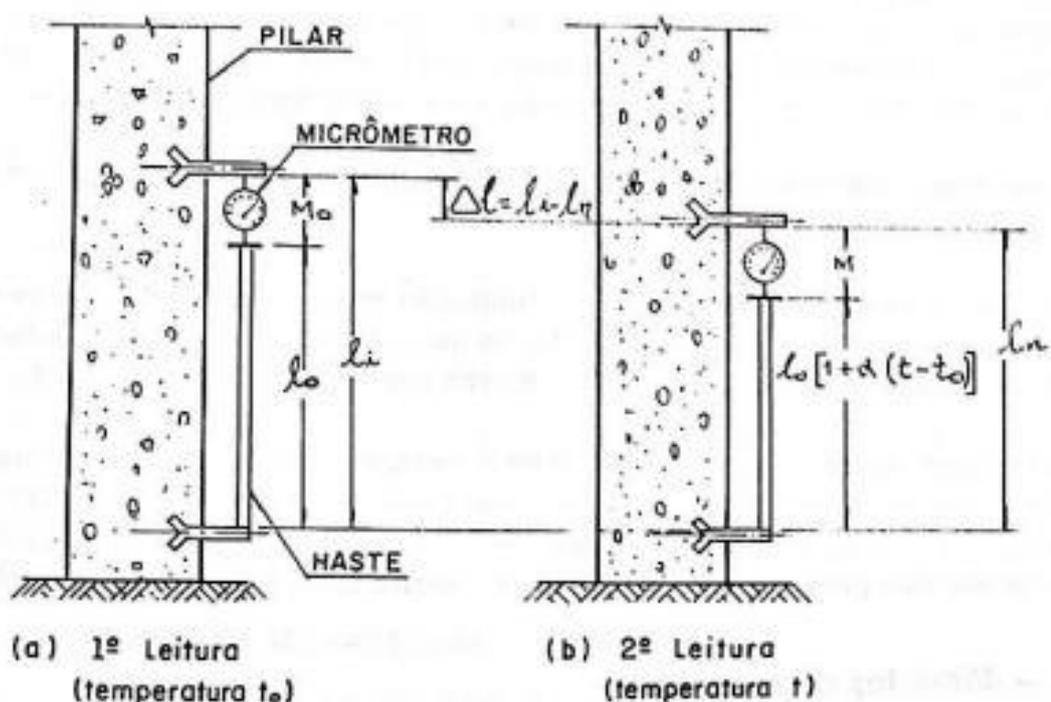
O controle de verticalidade e a frequência de leitura de dados no monitoramento de recalques são essenciais para garantir a estabilidade e segurança de edificações. Esses processos permitem a detecção precoce de recalques diferenciais e inclinações, possibilitando intervenções preventivas que evitam danos

estruturais e custos elevados. Além disso, eles asseguram a conformidade com normas de engenharia e oferecem uma base confiável para decisões técnicas.

b) Pontos de Controle Fixos Para Medidas de Cargas: Referências externas ao edifício (pontos de controle), como marcos topográficos, são usados para medir o recalque relativo da estrutura, verificando mudanças de altura em relação a uma base fixa.

Segundo Alonso (2019), o controle de recalques deve incluir a estimativa de carga atuante nos pilares, permitindo traçar a curva carga x recalque. As cargas são estimadas pelos engenheiros calculistas, porém, em razão da evolução dos recalques diferenciais, as cargas nos pilares são alteradas. Para medir a carga atuante nos pilares podem ser utilizados os extensômetros, que medem os encurtamentos elásticos na estrutura, através da Figura 1.

Figura 1: Extensômetro Mecânico



Fonte: Alonso (2019)

Segundo Alonso (2019), o cálculo da carga (N) atuante no pilar será estimado aplicando-se a lei de Hooke:

$$N = A \times E \times \frac{\Delta}{l_i} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

A = área da seção transversal do pilar;

E = módulo de elasticidade do material do pilar;

$\Delta l = l_i - l_n$ = encurtamento ocorrido no pilar entre as leituras inicial e final;

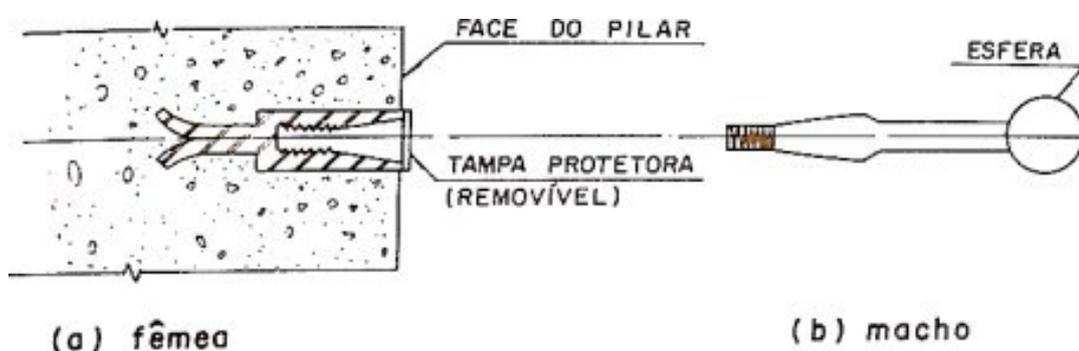
l_i = comprimento inicialmente lido pelo extensômetro.

Os pontos de controle fixos são essenciais para garantir a precisão no monitoramento de recalques, fornecendo uma base estável para medir deslocamentos e cargas ao longo do tempo. Esses pontos, localizados fora da zona de influência da fundação e em terrenos estáveis, evitam interferências que possam comprometer os dados. A durabilidade e proteção desses pontos garantem a confiabilidade das medições, permitindo um acompanhamento contínuo e seguro.

c) Pinos de Recalque Usado Para Controle de Nível Óptico de Precisão: São instaladas sob a fundação ou em camadas de solo próximas para medir diretamente os deslocamentos verticais e estimar a magnitude dos recalques ao longo do tempo.

Segundo Alonso (2019), a medida dos recalques é feita nivelando-se pontos de referência, constituídos por pinos engastados na estrutura, em relação a uma referência fixa de nível (RN). Os pinos servirão de apoio à mira utilizada no nivelamento. São constituídos de duas partes, conforme a Figura 2: a fêmea (a), que fica fixa à estrutura, e o macho (b), que é rosqueado somente durante as leituras.

Figura 2: Pino de leitura de recalque

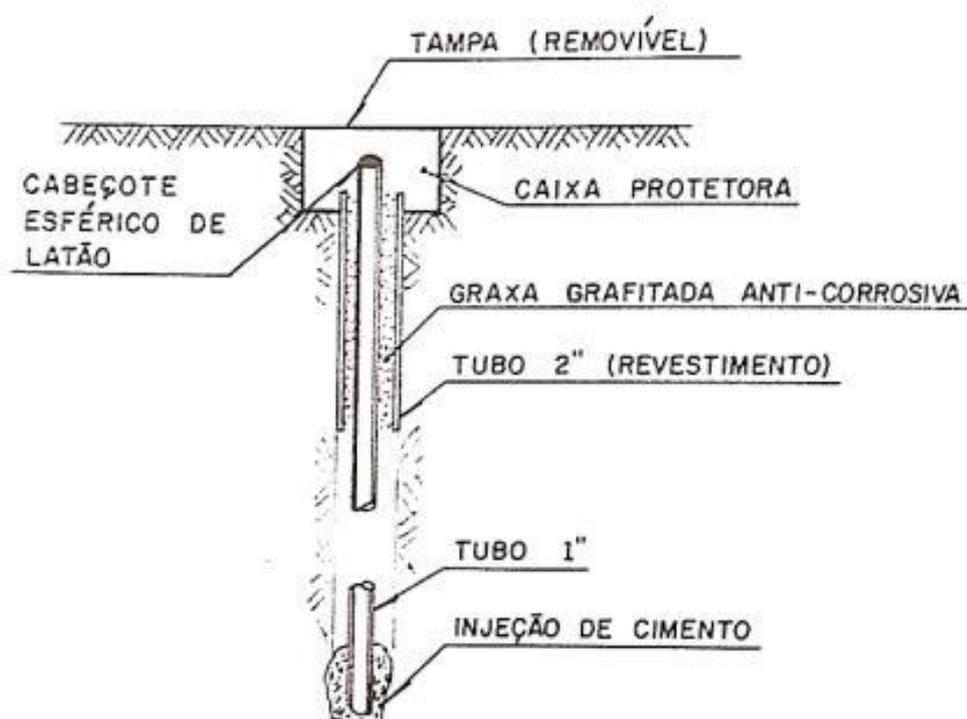


Fonte: Alonso (2019)

A referência de nível é tipicamente fixada em camadas profundas do solo para evitar a influência de fatores que possam afetar a estabilidade exigida. A Figura 3 ilustra um tipo de referência de nível conhecido como Benchmark. Este sistema consiste em um tubo instalado em um furo de sondagem, que é protegido por um tubo externo. Entre os dois tubos, é injetada graxa para prevenir a corrosão e garantir que o tubo interno permaneça fixo (Alonso, 2019).

As medições dos recalques são realizadas utilizando um nível óptico de precisão (teodolito) para comparar a altura da referência com a mira apoiada nos pinos de leitura. Os valores obtidos são registrados com a data, formando um quadro de controle de recalques que permite analisar a velocidade dos recalques ao longo do tempo.

Figura 3: Benchmark



Fonte: Alonso (2019)

O Benchmark é essencial para garantir medições precisas de recalques em estruturas, contribuindo para a segurança e integridade das construções. Sua instalação em camadas profundas do solo e a proteção contra corrosão asseguram a estabilidade e confiabilidade das referências de nível. Dessa forma, ele é uma ferramenta crucial no monitoramento de movimentos do solo ao longo do tempo.

d) Sensoriamento Remoto

Segundo Camargo (2005), o sensoriamento remoto é uma expressão abrangente que engloba diversos tipos de documentos, técnicas de registro e métodos de interpretação distintos. As informações contidas são extremamente valiosas para a análise e representação cartográfica do território. Além disso, o tipo de sensor a ser utilizado dependerá das características que a área urbana apresenta e sua localização geográfica, isto é, depende de alguns fatores tais como: objetivos da pesquisa, tamanho da área, disponibilidade de equipamentos de sensores, do custo, entre outros. O tipo de produto pode ser classificado em três tipos:

- i) **Gráficos:** através de radiômetros em nível suborbital e de solo, operando na faixa refletiva e radiômetros que medem temperatura.
- ii) **Imagens Fotográficas:** obtidas através das fotografias aéreas.
- iii) **Imagens Digitais:** obtidas a partir de dados de satélites.

Os sensores de monitoramento remoto para controle de recalques são instrumentos projetados para acompanhar e medir os deslocamentos verticais das fundações e do solo sob uma estrutura, permitindo identificar e quantificar recalques. Esses sensores são fundamentais para a detecção precoce de deformações que podem comprometer a estabilidade de edifícios e outras construções.

e) Levantamento Fotogramétrico e Laser Scanner

Esses equipamentos são tecnologias modernas de captura tridimensional, utilizadas para mapear e monitorar terrenos, estruturas e edificações com grande precisão.

O levantamento fotogramétrico usa fotografias aéreas ou terrestres para gerar imagens em 3D, baseando-se na sobreposição de imagens obtidas de ângulos variados. Esse método é vantajoso para áreas extensas e onde há acesso visual, sendo menos oneroso e de fácil implementação. No início, a fotogrametria, era denominada fotogrametria analógico no qual se fazia o uso de aparelhos óptico-mecânicos para medir coordenadas tridimensionais. Com o advento dos computadores, a fotogrametria passou a ser analítica, com a substituição dos aparelhos 2D analógicos pelos computadores para a medição de coordenadas 3D (Lopes, 2018).

O Laser Scanner é um grande avanço nos trabalhos, resultado de um investimento crescente em tecnologia e técnicas, que oferece um ganho significativo em tempo e segurança, além de alta qualidade nos resultados. Em relação à precisão, essa tecnologia é superior às abordagens tradicionais de mapeamento, devido ao seu nível de detalhamento.

Os equipamentos Laser Scanner 3D (LS3D) podem ser definidos como dispositivos de emissão laser, geralmente pulsado, que registra ou grava coordenadas tridimensionais certa região ou objeto. O presente item resume a tecnologia utilizada por esses equipamentos, em suas variantes. A precisão alcançada pelos equipamentos LS3D está diretamente ligada ao método de coleta de informações, coisa que determina o tipo de aplicação em que pode ser empregado (Cintra; Rodrigues, 2017).

Na Figura 4 podemos observar algumas marcas comerciais que são utilizadas.

Figura 4: Diversas marcas comerciais de Laser Scanner



Fonte: Ferraz (2016)

Ambos os métodos são amplamente aplicados em mapeamento topográfico, monitoramento estrutural e na análise de deformações em infraestruturas, fornecendo dados detalhados para a engenharia e a construção civil.

f) Inspeções Visuais e Fotográficas Periódicas

As inspeções visuais e fotográficas periódicas são práticas fundamentais para o monitoramento e a manutenção de edificações e infraestruturas. Realizadas em intervalos regulares, essas inspeções permitem identificar sinais de deterioração, como fissuras, corrosão, umidade e deformações, que podem indicar problemas estruturais ou de desempenho.

A inspeção visual é o método mais direto e econômico de avaliação, pois exige apenas a presença de técnicos capacitados no local, é uma técnica amplamente usada com o intuito de observar falhas, desalinhamentos e possíveis problemas de forma simples, de baixo custo e sem equipamento específico, fazendo com que haja planejamento e intervenções, prevenindo falhas maiores.

Já a documentação fotográfica complementa esse processo, registrando o estado atual da estrutura e possibilitando a comparação com inspeções anteriores. Além disso, com o avanço da tecnologia, drones e câmeras de alta resolução têm sido cada vez mais utilizados, permitindo maior alcance e detalhamento, especialmente em áreas de difícil acesso.

3.2.6. A Importância da Frequência da Leitura de Dados

A frequência de leitura de dados é essencial no monitoramento de recalques para detectar, com precisão, a evolução de deslocamentos e possíveis anomalias na fundação de uma estrutura. Aqui estão alguns pontos-chave sobre essa importância:

- a) Identificação Precoce de Problemas:** Leituras frequentes ajudam a identificar rapidamente qualquer mudança acelerada ou inesperada nos recalques, permitindo ações corretivas antes que danos mais sérios ocorram.
- b) Análise de Padrões de Comportamento:** Com dados regulares, é possível observar como os recalques variam ao longo do tempo, facilitando a análise de tendências e padrões (como sazonais ou relacionados a mudanças nas cargas), ajudando a prever futuros deslocamentos.
- c) Acurácia na Modelagem Estrutural:** A frequência adequada melhora a precisão de modelos e simulações de comportamento estrutural. Para um entendimento como o 'Allma', por exemplo, a análise detalhada dos dados

ajuda na calibração de modelos preditivos, permitindo avaliar com mais confiança a estabilidade e a durabilidade da fundação.

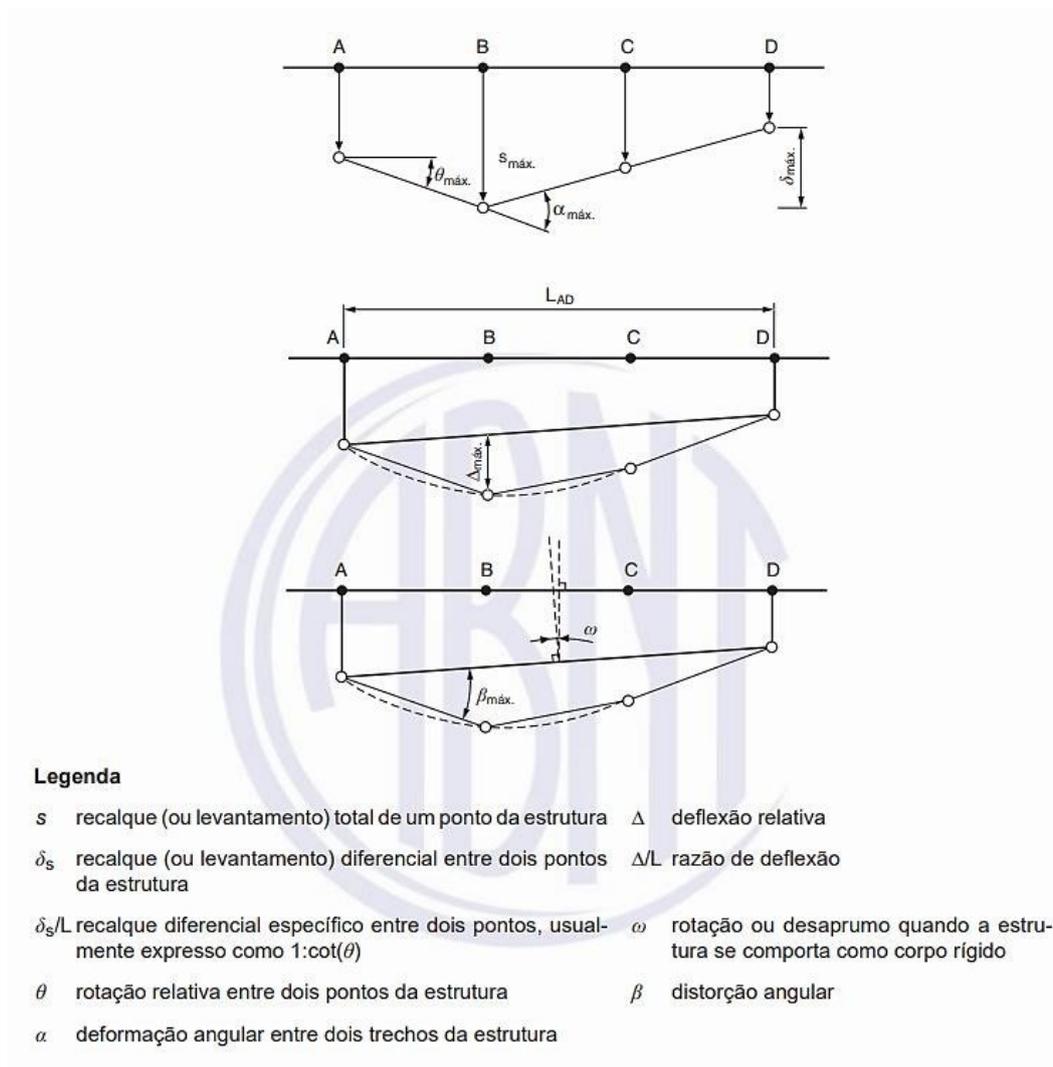
- d) Redução de Custos e Segurança:** Um monitoramento frequente pode evitar intervenções emergenciais mais caras. Com a detecção precoce de recalques anômalos, medidas preventivas podem ser planejadas, evitando tanto altos custos de reparo quanto riscos à segurança da edificação e de seus usuários.
- e) Conformidade Com Normas e Padrões de Engenharia:** Normas técnicas exigem que o monitoramento de recalques seja feito com frequências apropriadas para que os dados tenham valor técnico e legal. Isso ajuda na documentação e na conformidade com auditorias e padrões regulatórios.

A escolha da frequência de leituras dependerá da fase da obra (construção ou operação), do tipo de solo e fundação, e do comportamento esperado para a estrutura.

3.2.6.1. Recalques Diferenciais

Os recalques diferenciais, quando uma parte da fundação se move mais que outra, podem resultar em fissuras e desníveis críticos. A leitura frequente é essencial para captar pequenas variações e antecipar o desenvolvimento de deformações desiguais, permitindo que intervenções corretivas ocorram antes de grandes danos estruturais. Para monitorar recalques diferenciais, é recomendado realizar leituras semanais ou quinzenais durante o início da obra, quando as variações podem ser mais significativas. Após a estabilização do processo de assentamento, a frequência das leituras pode ser reduzida para trimestral. Essa abordagem permite a detecção precoce de problemas e a implementação de medidas corretivas antes que se tornem críticos. A monitorização regular é essencial para garantir a segurança e a integridade da estrutura ao longo do tempo. Além disso, o recalque diferencial é a relação entre as diferenças dos recalques entre dois apoios e a distância entre eles (NBR 6122:2022), assim como mostra na Figura 5.

Figura 5: Movimentos verticais da fundação e medidas angulares decorrentes



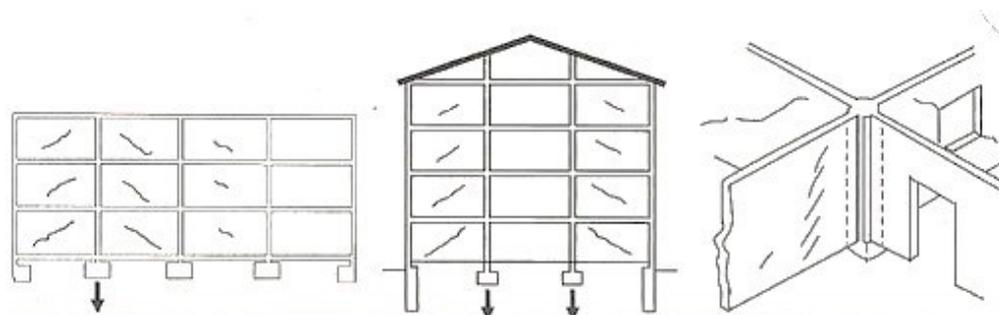
Fonte: ABNT NBR 6122:2022

3.2.6.2. Deformação em Pilares e Vigas

Deformações em pilares e vigas indicam sobrecarga ou falha estrutural progressiva. Uma alta frequência de leituras ajuda a identificar a taxa de deformação, especialmente em estruturas novas ou em condições de carregamento incomum. Dessa forma, problemas como flexão excessiva ou perda de resistência podem ser detectados a tempo. Logo, é recomendado realizar medições semanais a mensais no início da obra, quando as variações são mais evidentes. Com o tempo e à medida que a estrutura se estabiliza, o espaçamento das medições pode ser progressivamente ampliado, tornando-se trimestral ou semestral. Essa estratégia de monitoramento ajuda a identificar e mitigar problemas estruturais antes que se agravem, garantindo a segurança e a funcionalidade da edificação ao longo de sua vida útil (Milititsky,

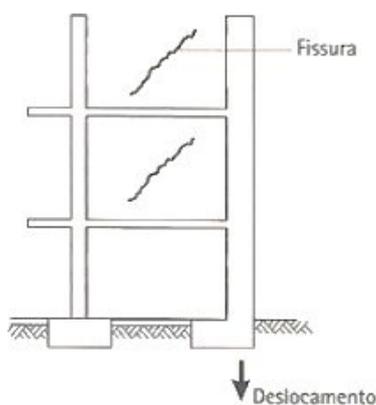
Consoli e Schinaid, 2008). As figuras a seguir apresentam padrões típicos de deslocamentos e correspondem às fissuras

Figura 6: Fissuras típicas causadas por recalque de fundações em pilares internos



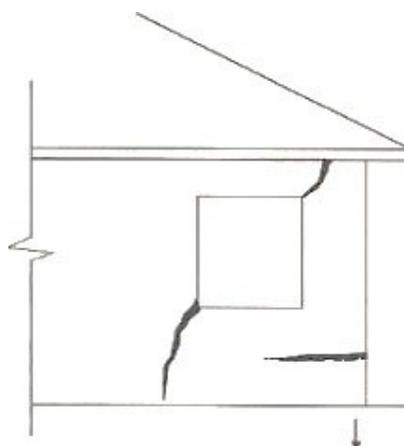
Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2008)

Figura 7: Fissuras por recalque de fundação de pilar de canto



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2008)

Figura 8: Fissuras em parede portante com recalque na extremidade

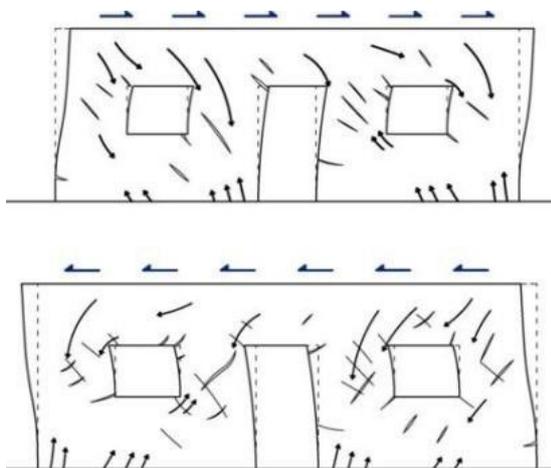


Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2008)

3.2.6.3. Vibrações Induzidas Por Obras Próximas ou Tráfego Intenso

No caso de vibrações induzidas, como em áreas com obras intensas ou alto tráfego, uma leitura de alta frequência é essencial. Vibrações são fenômenos rápidos, e monitoramentos contínuos e em tempo real ajudam a identificar picos que podem comprometer a estabilidade da estrutura ou acelerar o processo de deterioração. Essa abordagem é crucial em áreas de grande movimentação, pois permite a detecção imediata de picos de vibração que podem comprometer a integridade das estruturas adjacentes, assim como pode ser visto na Figura 9. O monitoramento em tempo real possibilita a adoção de medidas corretivas rápidas, minimizando riscos de danos e garantindo a segurança tanto para a estrutura monitorada quanto para o entorno.

Figura 9: Comportamento de uma estrutura com aberturas



Fonte: Adaptado de Carvalho; Oliveira (1983) e Santos (2020)

3.2.6.4. Deslocamentos Horizontais e Inclinação

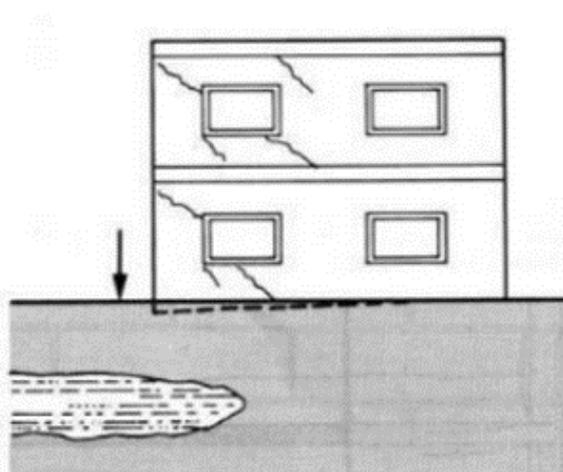
Deslocamentos laterais ou inclinações anormais geralmente indicam problemas de estabilidade e podem ser agravados por movimentos sísmicos ou condições do solo. Leituras frequentes são fundamentais para monitorar tendências de deslocamento e inclinação, alertando para a necessidade de intervenções de reforço. Recomenda-se realizar o controle de verticalidade e topografia de forma mensal a trimestral durante e após a construção. Essa frequência de monitoramento é essencial para identificar mudanças significativas na posição das estruturas, permitindo a detecção precoce de problemas relacionados à estabilidade e segurança. O controle regular assegura que qualquer desvio em relação à verticalidade seja

prontamente abordado, minimizando riscos de danos e garantindo a integridade estrutural ao longo do tempo.

3.2.6.5. Impactos de Recalques Lentos em Solos Coesivos

Solos coesivos, como argilas, tendem a sofrer recalques lentos ao longo do tempo. Nesses casos, uma leitura de menor frequência, mas contínua e de longo prazo, é mais apropriada para captar a tendência de recalque. Esse monitoramento ajuda a prever efeitos cumulativos e reduzir impactos futuros na estrutura, com dados que orientam intervenções graduais. Logo, é recomendado realizar leituras mensais a semestrais, com ênfase em solos que apresentam recalque por adensamento. Essa frequência é crucial, pois os recalques em solos coesivos ocorrem de forma gradual, e a monitorização regular permite identificar tendências e prevenir problemas estruturais antes que se tornem críticos. A análise contínua dos dados obtidos auxilia na tomada de decisões sobre intervenções necessárias para garantir a estabilidade e segurança da estrutura ao longo do tempo, pois em alguns casos, o perfil do solo é caracterizado por três fases, onde a profundidade das estacas projetadas atenda apenas dois perfis, mas não atende a condição observada ao terceiro, assim como mostra a Figura 10 (Milititsky, Consoli e Schnaid, 2008).

Figura 10: Trinca gerada por recalque diferenciado



Fonte: Guide Engenharia (2017)

3.2.6.6. Casos de Trincas Que Podem Surgir Devido às Interações

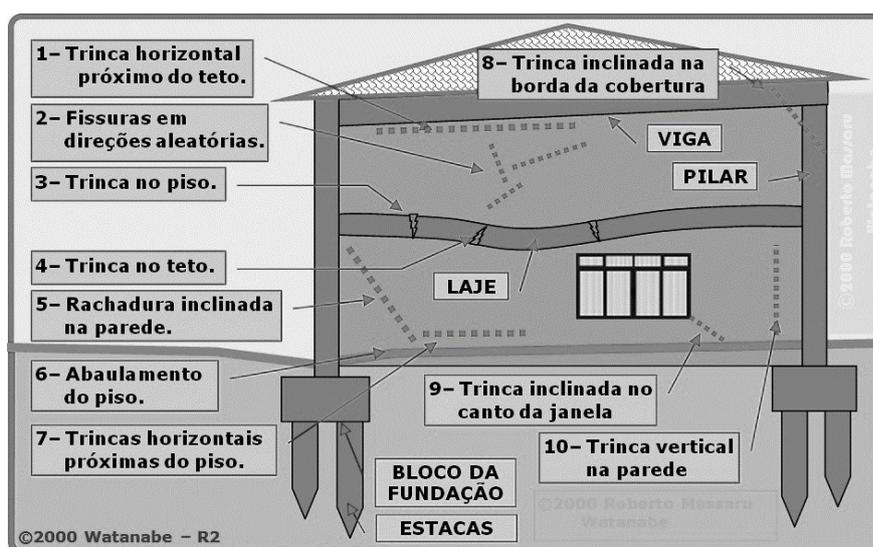
Segundo o Guide Engenharia (2017), as fissuras causadas por recalques diferenciados geralmente são inclinadas, isto é, ocorrem principalmente quando há

recalques diferenciais, ou seja, assentamentos desiguais entre partes distintas da fundação. Esses são alguns casos típicos de trincas:

1. **Trincas Diagonais em Paredes:** São comuns em áreas próximas a aberturas (portas e janelas) e ocorrem devido a esforços de torção causados por recalques irregulares, que tensionam as alvenarias.
2. **Trincas Verticais em Paredes de Canto:** Aparecem quando as fundações nas extremidades sofrem recalques diferenciais, fazendo com que as paredes de canto suportem tensões de compressão ou tração.
3. **Trincas Horizontais nas Juntas de Blocos ou Tijolos:** Podem surgir quando há recalque em fundações de edifícios altos, que resulta em compressão excessiva nas camadas mais baixas da alvenaria.
4. **Trincas em Pisos e Lajes de Concreto:** Ocasionalmente por recalques da fundação que causam afundamentos desiguais, gerando tensões no piso.

Esses tipos de trincas são indicativos de recalques que exigem atenção para evitar problemas mais graves na estrutura. Além dessas citadas, podemos observar outros tipos comuns como mostra a Figura 11.

Figura 11: Tipos de trincas



Fonte: Watanabe (2000)

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Descrição da Obra Analisada

O estudo de caso do presente trabalho foi desenvolvido no empreendimento Allma, da construtora Bild Desenvolvimento Imobiliário. A obra está localizada no Jardim Karaíba, na R. José Elias nº 250 – Lote A1, Quadra nº 01, na cidade de Uberlândia, Minas Gerais.

O empreendimento é um edifício residencial multifamiliar vertical, composto por torre única com 31 pavimentos, sendo: 1 térreo com vagas de garagem, 1 PUC (Pavimento de Uso Comum) com vagas de garagem, 1 PUC (Pavimento de Uso Comum) de uso misto de garagem e lazer, 26 pavimentos tipo com 04 apartamentos por andar, 1 pavimento com 02 penthouses (totalizando 106 apartamentos) e cobertura (pavimento técnico com ático, barrilete e reservatórios), totalizando 94 metros de altura, assim como mostra a Figura 12.

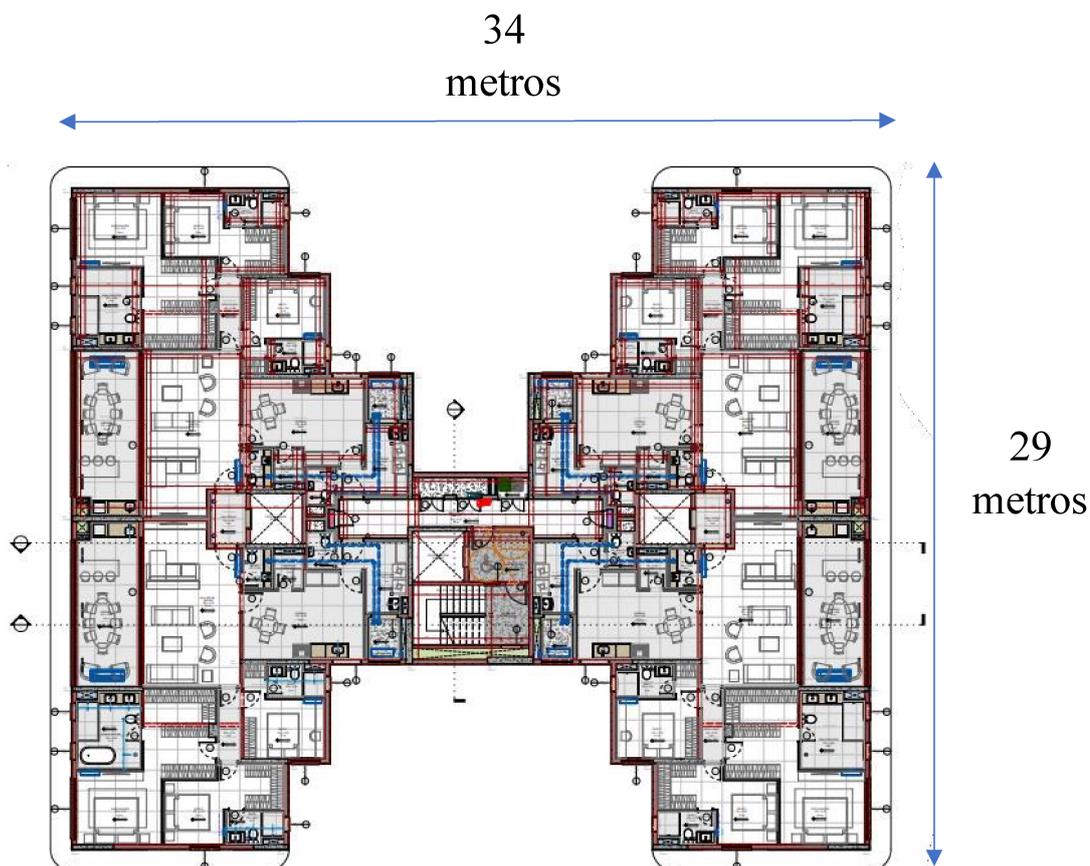
Figura 12: Empreendimento Allma



Fonte: BILD (2023)

Além disso, como podemos ver na planta baixa na Figura 13, o pavimento tipo possui dimensões aproximadas de 34 x 29 metros de comprimento.

Figura 13: Planta baixa do empreendimento Allma



Fonte: Bild (2023)

Vale ressaltar que são 28 pavimentos tipos com essa dimensão maior, sendo que o térreo, puc 1 e puc 2 possuem uma grande área para estacionamento e área de lazer, diminuindo a sua área de construção no respectivo pavimento.

4.2. Metodologia de Análise

Para as previsões dos recalques diferenciais no empreendimento Allma, foram utilizadas as plantas de cargas aplicadas aos pilares, incluindo as distâncias entre eles, para estabelecer limites de recalque distorcional e diferencial a partir dos limites estabelecidos por Vargas e Silva (1973), visto que a obra ainda não implementou os instrumentos e tão pouco iniciou o monitoramento de recalques, conforme previsto no planejamento inicial.

Essa precisão é fundamental para a análise precisa do comportamento estrutural, pois permite acompanhar possíveis deslocamentos na fundação do empreendimento, identificando qualquer indício de recalque diferencial. A prática de monitoramento fornece dados essenciais para garantir a estabilidade e segurança da edificação, além de permitir ajustes técnicos em fases iniciais caso sejam necessários. Além disso, será recomendado o uso de instrumentos dispositivos que são eficazes na medição de deslocamentos e deformações, permitindo o acompanhamento de recalques diferenciais e garantindo a segurança estrutural. A coleta de dados contínua e precisa possibilita uma análise detalhada do comportamento da estrutura ao longo do tempo.

Dessa forma, a partir das informações das cargas aplicadas nos pilares, será permitido calcular os limites de recalque diferencial admissíveis para cada elemento estrutural, ajudando a identificar e prevenir possíveis problemas estruturais. Esse tipo de previsão e monitoramento é crucial, pois recalques diferenciais acima do limite podem provocar fissuras, desnivelamentos e, em casos extremos, comprometimento da integridade da edificação.

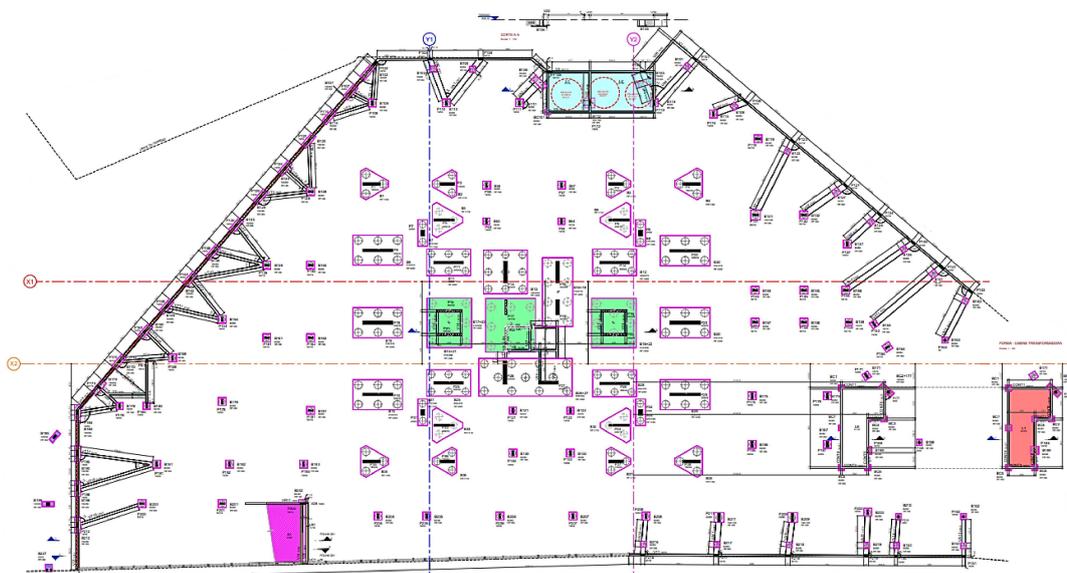
Ademais, a escolha cuidadosa do equipamento e a definição de um cronograma de leituras são fundamentais para acompanhar a evolução dos recalques ao longo do tempo e permitir ações corretivas imediatas, caso algum deslocamento fora do esperado seja detectado.

5. COLETA DE DADOS

5.1. Plantas de Locação e Carga

Na construção deste edifício, foram executadas fundações profundas de estacas moldadas in loco do tipo hélice contínua, assim como podemos ver na Figura 5, a planta de forma da fundação do empreendimento, mostrando a disposição e o dimensionamento dos elementos estruturais de suporte. A Figura 14 apresenta as dimensões das sapatas, blocos de fundação e demais detalhes essenciais para a construção e o acompanhamento técnico da obra. Para melhor aproveitamento da imagem, ela está disponível no Anexo A.

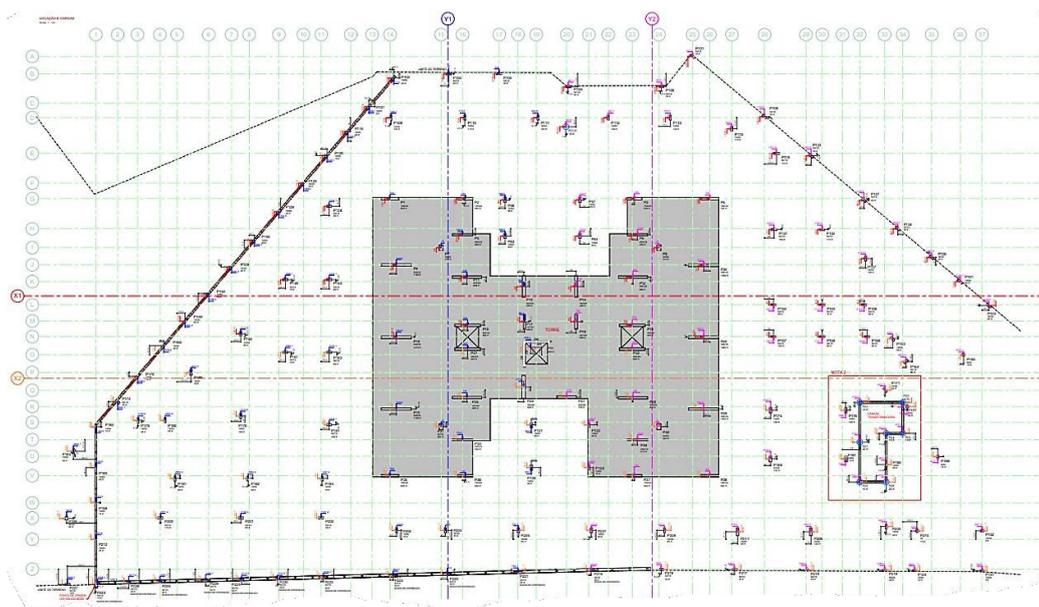
Figura 14: Planta de formas da fundação



Fonte: Bild (2023)

Ademais, podemos observar na Figura 15, a representação da planta de locação, indicando a posição exata dos elementos estruturais e as cargas aplicadas em cada ponto de fundação. A figura destaca as cargas com as coordenadas de cada elemento, essenciais para o alinhamento preciso e a distribuição adequada dos esforços na estrutura. A mesma também pode ser vista através do Anexo B.

Figura 15: Planta de locação e cargas

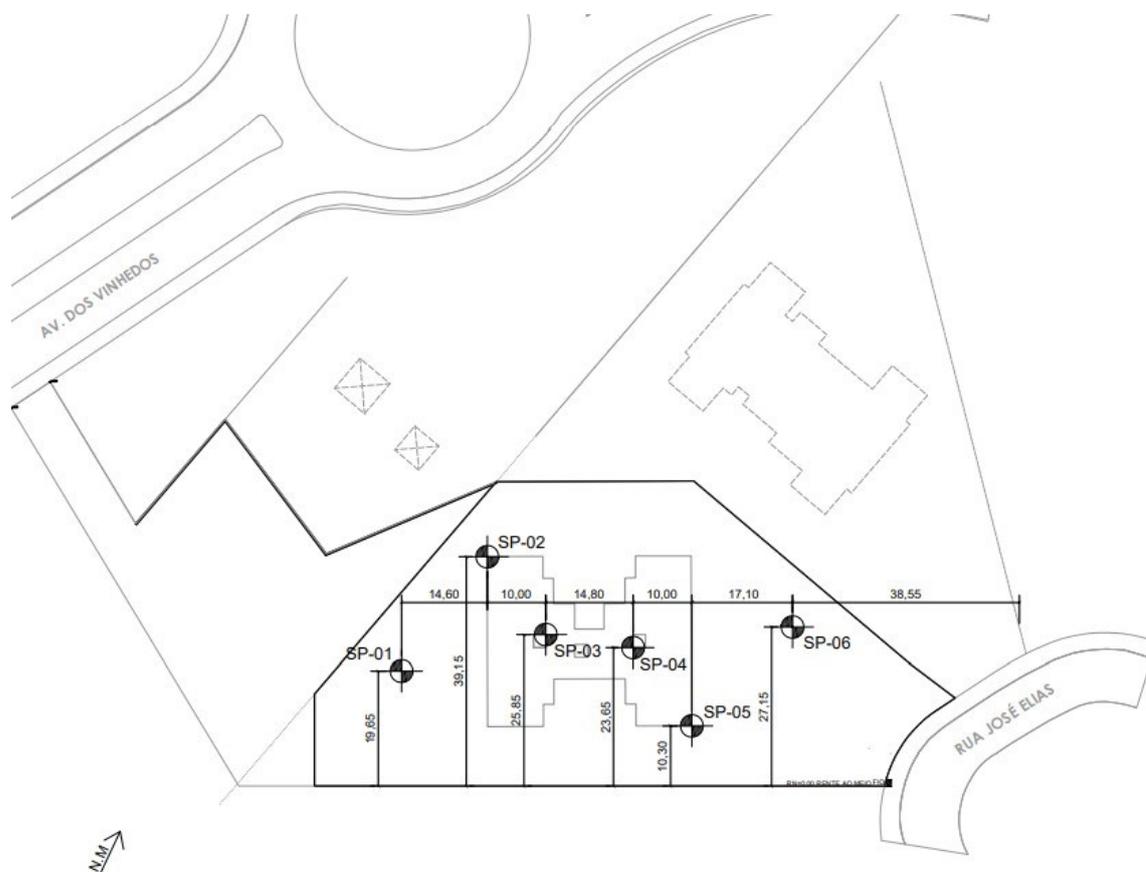


Fonte: Bild (2023)

5.2. Pontos de Estudo

Antes de iniciar os cálculos das previsões de recalques, é importante analisarmos a sondagem à percussão (SPT). Segundo Geometa (2023), o solo do edifício passou por uma análise através de 6 furos, perfazendo um total perfurado 202,08m, cuja localização se encontra na Figura 16. O relatório completo realizado pela Geometa (2023) está no Anexo C.

Figura 16: Localização dos pontos de sondagem à percussão



Fonte: Geometa (2023)

No perfil do solo apresentado em relatório pela Geometa (2023), observam-se três horizontes distintos, onde percebe-se a presença de uma areia argilosa (fofa a medianamente compacta), argila arenosa (pouco siltosa, mole a muito rija) e argila siltosa (muito rija a dura), a partir do relatório apresentado. Os pilares definidos em estudo estão localizados nas três regiões de SPT (SP-03, SP-05 e SP-06).

Os seis pilares em estudo foram denominados como P20, P21, P25, P29, P137, P146 e suas respectivas cargas definidas na Tabela 1. A análise será realizada entre

os pilares P21 e P25 dentro do SP-03, região da torre onde fica próximo ao poço elevador; entre os pilares P20 e P29 dentro do SP-05, região mais aproximada da ponta do corpo da torre; e entre os pilares P137 e P146 dentro do SP-06, região que não fica no corpo da torre, porém está em uma região de estudo valiosa, visto que pertence ao lobby principal, local onde há um elevador pé direito.

Tabela 1: Dados dos pilares

Pilares	Cargas (kN)	Distância entre pilares (m)	SPT de referência
P21	8433,69	5,00	SPT-03
P25	8482,72		
P20	12601,50	7,43	SPT-05
P29	11767,94		
P137	11571,80	4,78	SPT-06
P146	8286,59		

Fonte: Bild (2023)

A distorção angular não possui um limite definido em normas, mas alguns autores sugerem tabelas que indicam limites e os principais danos que podem ocorrer na estrutura. Segundo Veloso e Lopes (2012), o limite de recalques pode ser calculado considerando o vão entre eixos dos pilares. Eles propuseram critérios para avaliar o recalque diferencial admissível em estruturas, levando em conta a deformação angular permitida para garantir a estabilidade e funcionalidade da edificação. Para isso, os autores citam as correlações propostas por Bjerrum (1963) e Vargas e Silva (1973), conforme a Figura 17.

Em que:

$\Delta\rho$ = recalque diferencial entre os pilares (em mm ou m); L

= o vão entre os eixos dos pilares (em mm ou m).

Porém, antes de realizar o cálculo da distorção angular, é preciso calcular a previsão de recalque de cada pilar, assim como mostra no Item 6 a seguir.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante a metodologia apresentada no estudo, pôde-se obter a previsão de recalques de cada pilar, sua distorção angular segundo Bjerrum e Vargas e Silva através do trabalho de Velloso e Lopes (2010).

6.1. Cálculo de Previsão de Recalques: Método de Poulos e Davis (1980)

Os autores Poulos e Davis (1980) encontrado no estudo de Prununciati, Garcia e Rodriguez (2018) e em Bittencourt (2014), estabelecem um método de previsão de recalques, a partir da equação:

$$\rho = \frac{P}{D \times E_s} \times I_p \text{ Eq. 4}$$

Em que:

ρ : deslocamento (em mm);

P: é a carga aplicada na estaca (em kN);

E_s : é o módulo de deformabilidade do solo (MPa);

I_p : $I_0 \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_u$ (Ábaco 1);

R_k : fator de correção para a compressibilidade da estaca (Ábaco 2);

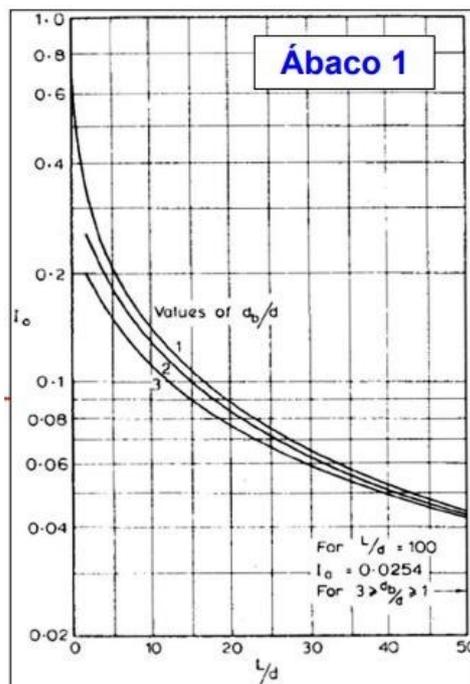
R_h : espessura h (finita) de solo compressível (Ábaco 3);

R_u : correção para o coeficiente de Poisson do solo (ν_s) (Ábaco 4); D: diâmetro da estaca (m).

O método desenvolvido por Poulos e Davis (1980) é altamente sensível a variáveis como a espessura da camada de solo, o comprimento das estacas, o coeficiente de Poisson e o módulo de deformabilidade do solo. Esses parâmetros têm uma influência significativa na obtenção dos valores de I_0 , R_k , R_h e R_v , que são

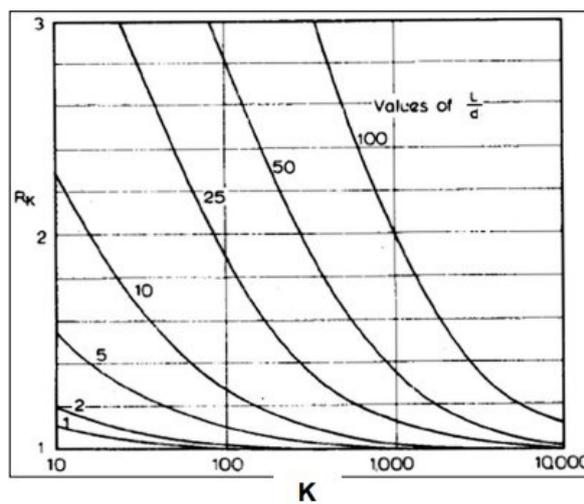
determinados utilizando os ábacos elaborados pelos próprios autores, segundo as Figuras a seguir.

Figura 18: Ábaco 1



Fonte: Bittencourt (2014)

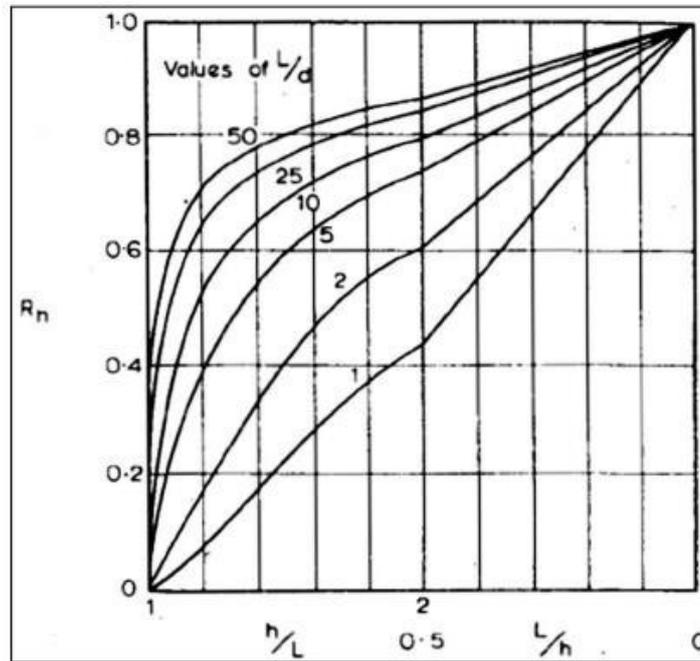
Figura 19: Ábaco 2



$$K = \frac{E_p}{E_s}$$

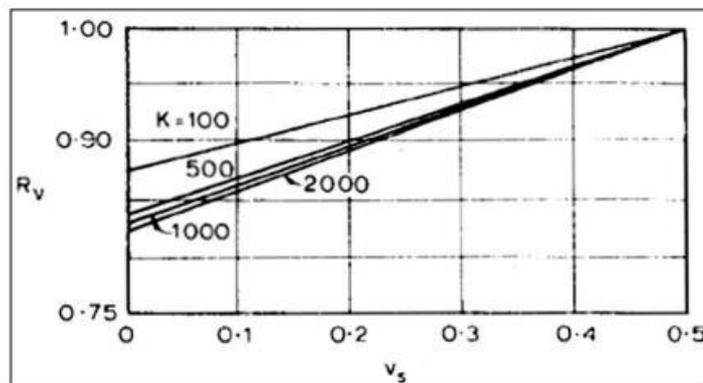
Fonte: Bittencourt (2014)

Figura 20: Ábaco 3



Fonte: Bittencourt (2014)

Figura 21: Ábaco 4



Fonte: Bittencourt (2014)

A partir desses valores, podemos calcular de forma empírica o recalque, segundo a Equação 5:

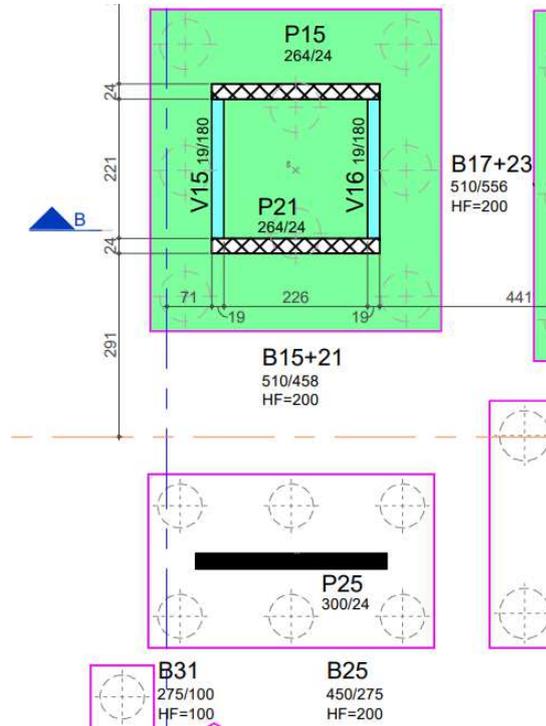
$$\rho_G = \rho_{isolada} \times R_s \quad \text{Eq. 5}$$

Em que:

R_s : $n^{0,5}$ (n : número de estacas);

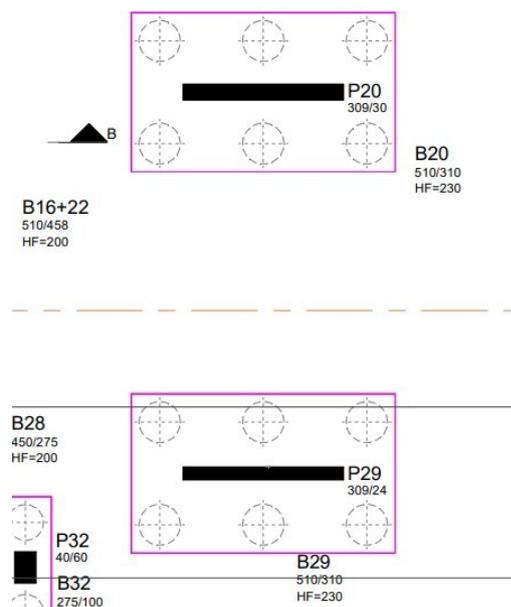
A partir das Figuras a seguir, podemos coletar os dados das dimensões das sapatas e suas respectivas cargas, assim como mostra na Tabela 3.

Figura 22: Dados dos pilares P21 e P25



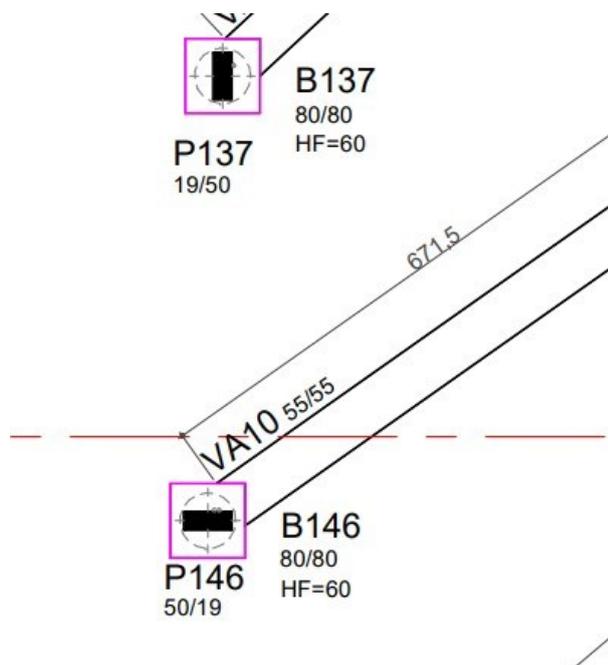
Fonte: Bild (2023)

Figura 23: Dados dos pilares P20 e P29



Fonte: Bild (2023)

Figura 24: Dados dos pilares P137 e P146



Fonte: Bild (2023)

Com base nessas informações e no método apresentado neste Item, é possível calcular cada variável da Equação 4 e 5. Para calcular o valor do módulo de deformabilidade (E_s), foi utilizada a seguinte Equação 6, e posteriormente, encontrados os valores na Tabela a seguir.

$$E_s = \alpha \times K \times N_{SPT} \quad \text{Eq. 6}$$

Em que:

α : coeficiente empírico que depende do tipo de solo;

K: representa a rigidez do solo com base no tipo de material (MPa);

N_{SPT} : Número de golpes do ensaio SP.

Tabela 2: Cálculo do módulo de elasticidade do solo

Pilares	α	K (MPa)	N_{SPT}	E_s (MPa)
P21	5	300,0	22,0	33000
P25	5	300,0	22,0	33000
P20	5	300,0	26,0	39000
P29	5	300,0	26,0	39000
P137	5	300,0	38,0	57000
P146	5	300,0	38,0	57000

Fonte: Bild (2023) e Autora (2024)

Assim, os resultados encontrados para os deslocamentos, estão exibidos na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Cálculos de previsão de recalques

Pilares	Carga (kN)	E _s (kPa)	I _p	I ₀	R _k	R _h	R _v	D (m)	P (mm)	P _g (mm)
P21	8433,69	33000	0,064	0,051	1,40	1,00	0,90	0,80	20,5	58,1
P25	8482,72	33000	0,059	0,047	1,40	1,00	0,90	0,70	21,7	53,3
P20	12601,50	39000	0,083	0,051	1,80	1,00	0,90	0,80	33,4	81,7
P29	11767,94	39000	0,083	0,051	1,80	1,00	0,90	0,80	31,2	76,3
P137	980,66	57000	0,081	0,045	2,00	1,00	0,90	0,60	2,30	2,30
P146	784,53	57000	0,081	0,045	2,00	1,00	0,90	0,60	1,90	1,90

Fonte: Autora (2024)

Baseado nesses dados, podemos realizar os cálculos e comparações das distorções angulares, conforme citado no Item 5.2, a partir da Tabela 4.

Tabela 4: Cálculo das distorções angulares

Pilares	Distância entre os pilares (m)	$\beta = \frac{\Delta\rho}{L}$
P21	5,00	1/1053
P25		
P20	7,43	1/1374
P29		
P137	4,78	1/10290
P146		

Fonte: Autora (2024)

Relacionando os dados obtidos com a referência de Velloso e Lopes (2010), no qual referenciam Bjerrum e Vargas e Silva (1973), verificou-se que os valores encontrados estão dentro da condição ideal, ou seja, menores que a relação de 1/1000. Essa condição é desejável, pois garante a estabilidade estrutural e minimiza os riscos associados a recalques diferenciais.

Por outro lado, situações em que os valores possam a ultrapassar esse limite, é porque indicam potenciais riscos estruturais, como deformações excessivas, comprometimento da funcionalidade das estruturas, e possíveis falhas em longo prazo. Nessas condições, recomenda-se realizar análises mais detalhadas para mitigar os riscos envolvidos.

Dado que os resultados obtidos estão em conformidade com os limites aceitáveis, não há necessidade de análises adicionais neste caso, confirmando a adequação das condições de fundação e comportamento estrutural ao longo do tempo.

6.2. Instrumento Recomendado Para o Monitoramento

O monitoramento de recalques em fundações é um aspecto crítico na engenharia civil, visando garantir a segurança e a integridade das estruturas. Entre os diversos equipamentos disponíveis para essa finalidade, os níveis a laser e os extensômetros se destacam como os principais dispositivos utilizados.

As vantagens de usar os níveis a laser é sua precisão elevada que nos proporciona medições extremamente precisas, além da sua facilidade de uso e monitoramento rápido, tornando ideal para a fase que a obra se encontra, a fim de monitorar os deslocamentos em estruturas existentes. Já os extensômetros fornecem medições diretas de deformações ao longo do tempo, permitindo que os engenheiros compreendam melhor como e por que a fundação pode estar se movendo. Além disso, são essenciais para avaliar a performance de estruturas sob condições de carga variáveis.

A utilização conjunta desses instrumentos forma uma base sólida para o monitoramento eficaz de recalques, contribuindo para a prevenção de falhas estruturais e para a durabilidade das construções. É importante ressaltarmos a incorporação de tecnologias de monitoramento modernas e precisas na prática da engenharia civil.

6.3. Frequência de Leituras Recomendada

A frequência de leitura para monitoramento de recalques nesta obra pode variar dependendo do estágio de construção e dos objetivos do monitoramento. No entanto, algumas diretrizes gerais podem ser seguidas:

1. Durante a fase de construção:

- **Leituras semanais:** Durante as etapas críticas da construção, especialmente quando grandes cargas estão sendo aplicadas (como a concretagem de lajes ou a execução de fundações), é recomendado

fazer leituras semanais. Isso permite detectar qualquer movimento ou recalque que ocorra rapidamente.

2. Após a conclusão da obra:

- **Mensalmente:** Nos primeiros meses após a conclusão da obra, as leituras podem ser realizadas mensalmente, pois é um período em que podem ocorrer recalques iniciais devido ao assentamento do solo.
- **Trimestralmente:** Após o primeiro ano, a frequência pode ser reduzida para trimestralmente, a menos que haja sinais de recalque significativo.

3. Condições Especiais:

- Se houver mudanças nas condições de carga, intervenções na obra vizinha ou eventos climáticos extremos (como chuvas intensas), pode ser necessário aumentar a frequência de monitoramento.

É importante também documentar todas as leituras e acompanhar tendências ao longo do tempo, para avaliar o comportamento da estrutura e tomar decisões informadas sobre intervenções, se necessário.

7. CONCLUSÃO

A importância do monitoramento de recalques em edificações é reforçada pelo risco significativo de danos estruturais decorrentes do deslocamento do solo, que pode causar desde fissuras superficiais até o colapso estrutural. A implementação de práticas de monitoramento e prevenção preventiva não apenas evita patologias, mas também contribui para uma cultura de segurança e sustentabilidade nas construções.

A análise dos pilares, segundo os critérios de deformação de Vargas e Silva (1973), destaca a importância do estudo de recalques e da escolha adequada do equipamento em projetos de construção. Com base nos estudos realizados e nos limites definidos por Vargas e Silva (1973), constatou-se que os valores obtidos estão dentro da faixa considerada ideal, ou seja, inferiores à relação de 1/1000. Essa condição é favorável, pois assegura a estabilidade da estrutura e reduz os riscos associados a deformações diferenciais. Porém, se ocorrer situações em que esses limites são excedidos, é importante reforçar a necessidade de monitoramento contínuo para assegurar a integridade e a durabilidade do empreendimento. Assim, garantir um monitoramento contínuo e a escolha do equipamento ideal para as

condições do solo e do projeto é fundamental para a estabilidade das estruturas e a prevenção de danos, assegurando a segurança e a funcionalidade das edificações.

A seleção de equipamentos ideais para o monitoramento de recalques deve considerar a complexidade da estrutura, os recursos disponíveis e a precisão necessária. Níveis eletrônicos, por exemplo, são indicados para medições gerais, enquanto os extensômetros atendem melhor a medições contínuas e detalhadas. Essa escolha cuidadosa garante um monitoramento eficaz e seguro, permitindo a identificação precoce de problemas estruturais.

Para o empreendimento "Allma", localizado no Jardim Karaíba, em Uberlândia, MG, recomenda-se a priorização do monitoramento contínuo dos deslocamentos da fundação. Essa prática ajudará a evitar futuros danos, promovendo a durabilidade e a estabilidade da estrutura. A integração dos dados de monitoramento à gestão da construção permitirá uma visão precisa do comportamento estrutural ao longo do tempo, assegurando a segurança e a funcionalidade do edifício e reforçando a confiança dos futuros usuários. Dessa forma, a equipe técnica poderá adotar medidas corretivas ou preventivas, consolidando a integridade da edificação ao longo de sua vida útil.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. J. R., GARCIA, J. R. Engenharia de Fundações. Rio de Janeiro: LTC, 2020. E-book. ISBN 9788521636977. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521636977/>. Acesso em: 29 set. 2024.

ALONSO, Urbano R. Dimensionamento de fundações profundas. 3rd ed. São Paulo: Editora Blucher, 2019. E-book. p.vii. ISBN 9788521213871. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521213871/>. Acesso em: 03 ago. 2024

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122:2022. Projeto e execução de fundações. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484:2022. Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – método de ensaio. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2020.

BITTENCOURT, D. M. A. Recalques de fundações em estacas. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17430/material/PUC-FUND-19.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2024.

CAMARGO, W. B. Uso de técnicas de sensoriamento remoto no mapeamento da vegetação do fundo do Vale do Corrego Barreiro Londrina, PR. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005. Disponível em: http://www.geo.uel.br/tcc/022_usodetecnicasdesensoriamentoremotonomapeamentodavegetacaodofundodevaledocorregobarreirilondrinapr_2005.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

CINTRA, J. P.; RODRIGUES, G. Topografia de Tunnels com Laser Scanner Terrestre: estudo de caso. Boletim de Ciências Geodésicas. São Paulo – SP. Escola Politécnica da USP. 2017, p. 19. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702017000100115. Acesso em: 28 out. 2020.

CONSOLI, N. C.; MILITITSKY, J.; SCHINAID, F. Patologias das Fundações. 1ª. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2005.

CORRÊA, C. P. METODOLOGIA PARA CONTROLE DE RECALQUES EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO POR MEIO DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO DE PRECISÃO.

FERRAZ, R. S. SOUZA, S. F. REIS, M. L. L. Laser Scanner Terrestre: teoria, aplicações e prática. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/5502/3430>. Acesso em: 30 out. 2024)

Guide Engenharia. *Trincas devido ao recalque de fundação*. Disponível em: <https://guideengenharia.com.br/trincas-devido-ao-recalque-de-fundacao/>. Acesso em: 28 set. 2024.

LOPES, Wendel. *Extração de MDT por três tipos de levantamento para comparação de custo-benefício: Topográfico, Fotogramétrico e Laser Scanner*. 2021. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2021. Disponível em: https://graduacaoeca.ufra.edu.br/images/____Novos_documentos/TCC_WENDEL_LOPES.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

MEDINA ENGENHARIA. Tipos de Fundações. Disponível em: Tipos de Fundações | M3 Engenharia (engm3.com). Acesso em 1 set. 2024.

MINOZZO, M. MONITORAMENTO DE RECALQUE. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15728/1/monitoramentorecalque.pdf>. Acesso em 02. abr. 2024.

PRONUNCIATI, P. L., et. Al. Recalques em fundações profundas – análise em estacas hélice contínua. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/47915>. Acesso em 26 nov. 2024.

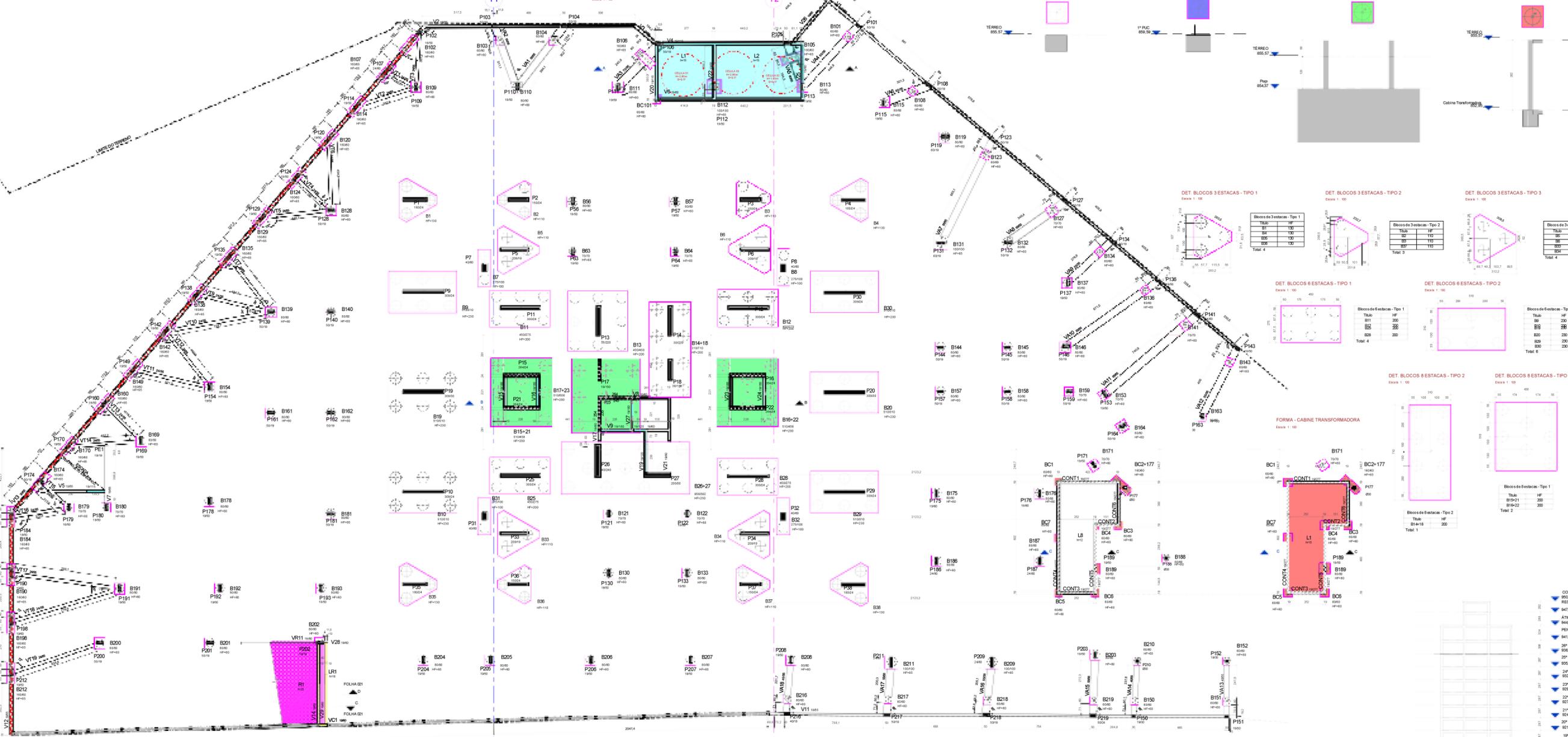
SANTOS, J. E. Avaliação de vibrações em edificações tradicionais do centro histórico de Salvador. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020. Disponível em: https://ppgau.ufba.br/sites/ppgau.ufba.br/files/juliana_evaristo.pdf. Acesso em: 31. out. 2024.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações Critérios de Projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

WATANABE, R. M. *Trincas ativas*. Disponível em: <https://www.ebanataw.com.br/roberto/trincas/index.php>. Acesso em: 30 out. 2024.

FORMA - TERREO (FUNDAÇÃO)

Escala 1:100



NOTAS GERAIS DO PRESENTE PROJETO ESTRUTURAL

- 1) OBRAS DE REVESTIMENTO E DE ACABAMENTO ESTRUTURAL, MEI E PINTURAS COMO ABERTURA OU RESTAURAÇÃO DESEI...
2) RECOMENDAMOS QUE TODOS OS PONTOS NECESSÁRIOS A IMPLANTACAO DE TORRES E FREIOS ANDAR...
3) INDICAÇÕES DE NÍVEL, COTAS, DIMENSÕES DE PEÇAS ESTRUTURAIS COMPREENSIVAS ÀS REDES...
4) AS QUANTIDADES DE MATERIAIS QUE CONSTAM EM CADA PLANHA SÃO INDICATIVAS, DEVENDO SER VERIFI...
5) O ESCOAMENTO, O RECOMENDADO E O COMPLEMENTO DESTA ESTRUTURA DEVERÁ TER UM PROJETO ES...
6) CASO NECESSÁRIO, SERÃO NECESSÁRIAS AS FORMAS SECCIONAIS JUNTAS DE CONCRETAGEM PARA MONTA...
7) OS VOLUMES DE CONCRETO INDICADOS NAS PLANHAS DE FORMAS REFEREM-SE AO ELEMENTO DE UM PAV...
8) DESEMPENHO DE PROTEÇÃO NOS BURACOS DAS LAJES PARA EVITAR QUEBRAS DURANTE A EXECUÇÃO DA OBR...
9) CONFERIR MEDIDAS TÉCNICAS...
10) NÃO TOMAR MEDIDAS EM ESCALA...
11) PRECISAR REFERÊNCIAS NORMATIVAS...
12) SALVO INDICAÇÃO EM CONTRÁRIO, PREVER CONTINUIDADE DE 100% DO VÃO DA REDE...
13) CONFERIR NBR 10117-2 O TEMPO DE VIDA ÚTIL DAS ESTRUTURAS E DE 10 ANOS PARA TANTO DEVE SE OBSERVAR OS REQUISITOS REFERENTES À EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO.

DETALHES DE FORMAS

Table with columns: CHAMADA CONSIDERADA NESTE PAVIMENTO, CONDIÇÕES, and values for concrete strength and formwork types.

INCÊNDIO

- 1. A ESTRUTURA FOI CONSIDERADA PARA 100% DO TEMPO REQUISITO PARA 100 MINUTOS DE ACORDO COM O MÉTODO DO TEMPO EQUIVALENTE, EM CONFORMIDADE COM A NBR 13030...
2. O REFORÇAMENTO TÉCNICO DA OBRA DEVERÁ CONSIDERAR QUE TODAS AS MEDIDAS SÃO ESTRUTURAIS...
3. OS ELEMENTOS DE CONCRETO DEVEM SER REVESTIDOS COM 1 CM DE DESECO, OU 10 MM DE ARMADURA DE CIMENTO E AREIA, OU 15 MM DE ARMADURA DE CAL, E ÁREA DE REVESTIMENTO TEM QUE APRESENTAR ADERÊNCIA A TRACÇÃO MAIOR OU IGUAL A 2 MPa, CONFORME NBR 10128.

COBRIMENTOS

Table with columns: CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL CONSIDERADA, CATEGORIA E MEDIDA, and values for concrete cover and reinforcement.

MATERIAIS

CONCRETO: fck = 35 MPa

RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA MÍNIMA...
RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA MÍNIMA DE ESCOAMENTO - CA 50A...
RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA MÍNIMA DE ESCOAMENTO - CA 30B

CONTROLE DE MATERIAIS

- 1) RECOMENDAMOS QUE SEJA UTILIZADO O CONTROLE ESTABELECIDO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO...
2) SUGERIMOS QUE SEJA FEITO O Mapeamento de Distribuição do Concreto com Referência ao Lote de Origem de Toda a Estrutura...
3) EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO AOS NÍVEIS, EXTRAIR E ENGARRAR NOVAMENTE O CORPO DE PROVA DA REGIÃO AFETADA DEPOIS DO MÁXIMO 5 DIAS ÚTEIS DO ENGAIO QUE CONTRIBUA À RESISTÊNCIA.

CONCRETO: fck = 35 MPa

Table with columns: REVISÃO, DATA, DESCRIÇÃO, and RESPONSÁVEL.

CONCRETO: fck = 35 MPa

EMPENDEMENTO: B154 - ALLMA

ENDEREÇO: RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

RUA JOSE ELIAS, QD 01, LTA-1, BAIRRO JARDIM KARÁBA, UBERLÂNDIA - MG

INCORPORAÇÃO DE CONSTRUÇÃO

PROJETISTA: EMPENDEMENTO

CONTEÚDO: FORMAS FUNDAÇÃO

FASE: LIBERADO PARA OBRA

DISCIPLINA: ESTRUTURA

B154-EST-LO-020-FUN-R03

13/04/2024

RAUL MAYER, DANIELA BARNABÉ, GIOVANNI AMSTALDEN

ESCALA: 1:100

FOLHA: 020

REVISÃO: 03

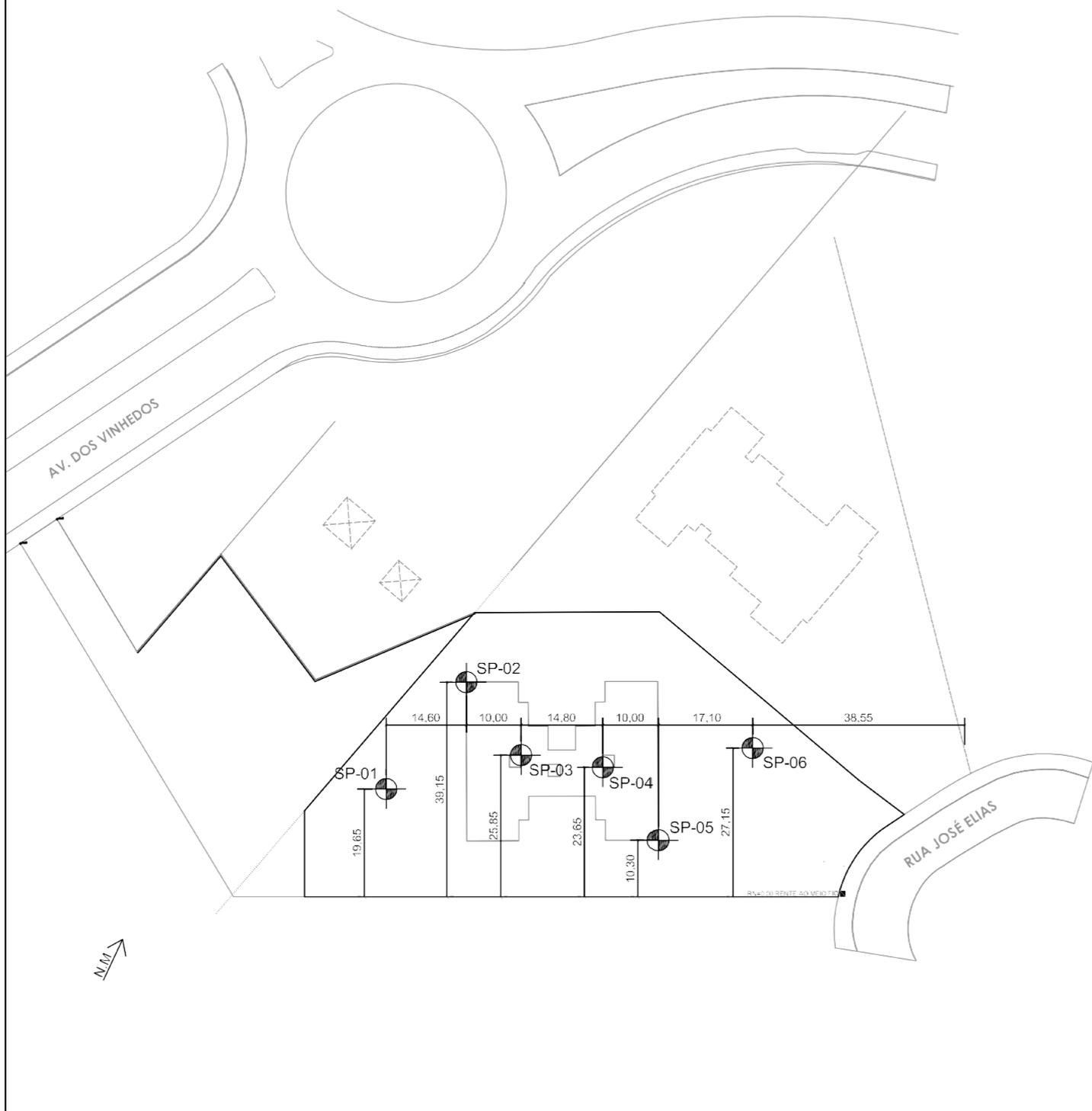
EMPENDEMENTO

B154 - ALLMA

ANEXO C

OBSERVAÇÃO:

A LOCAÇÃO E NÚMERO DE FUROS
OBEDECERAM RECOMENDAÇÕES
DO CLIENTE...



Geometa Engenharia de Fundações e Sondagens Ltda

ENGENHARIA - FUNDAÇÕES - SONDAgens

www.geometa.com.br

Rua José Rodrigues Queiroz Filho, 711
Santa Mônica - CEP 38408 - 252 - Uberlândia - MG
Telefax : (34) 3236 - 2481

Avenida Bernardo Seibel, 151
Dist. Industrial I - CEP 38056 - 610 - Uberaba - MG
Telefax : (34) 3313 - 9400

ESCALA: S/E	DATA: 02/03/2023	DESENHO: EDUARDA	LOCAL: UBERLÂNDIA-MG	RELATÓRIO N. 007/23
CLIENTE: REGIONAL BILD UBERLÂNDIA DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA				
TÍTULO: LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM		OBRA: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR		

ENSAIO DE PENETRAÇÃO					AMOSTRADOR PADRÃO TIPO TERZAGHI PECK Ø INTERNO = 1 3/8" Ø EXTERNO = 2" PESO BATENTE = 65 kg ALTURA DE QUEDA = 75 cm				PROFUNDIDADE	MÉTODO EXECUTIVO	NÍVEL D'ÁGUA	COTA EM RELAÇÃO AO RN	AMOSTRAS	FOTOS AMOSTRAS	PROFUNDIDADE DA CAMADA	COTA:	SOND.:
NÚMERO DE GOLPES / PENETRAÇÃO					10	20	30	40								1,30	SP-03
1°	2°	3°	1° e 2°	2° e 3°					COORDENADAS:								
									E: N:								
															CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
1/16	1/16	1/17	2/32	2/33					1,00	TC		0,00	00				
1/15	1/17	1/17	2/32	2/34					2,00				01				
1/16	1/17	1/18	2/33	2/35					3,00	TH			02				
1/17	1/18	1/18	2/35	2/36					4,00				03				
1/16	1/17	1/16	2/33	2/33					5,00				04				
1/17	1/17	1/17	2/34	2/34					6,00				05				
1/18	1/20	1/20	2/38	2/40					7,00				06		7,00		
1/18	1/18	1/18	2/36	2/36					8,00		7,70		07				
1/15	2/17	3/18	2/32	2/35					9,00				08				
1/18	1/18	1/18	2/36	2/36					10,00				09				
1/22	2/19	2/20	2/41	2/39					11,00				10				
1/20	1/22	1/22	2/42	2/44					12,00	CA			11				
1/16	2/17	2/18	2/33	2/35					13,00				12				
1/17	2/17	3/15	2/34	2/32					14,00				13				
2/17	2/17	3/16	2/34	2/33					15,00				14				
3/16	3/17	3/15	2/33	2/32					16,00				15				
3/16	3/17	3/17	2/33	2/34					17,00				16				
5/15	6/15	5/15	11	11					18,00				17				
2/15	3/15	4/15	5	7					19,00				18				
3/15	4/15	4/15	7	8					20,00								

LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - - - 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC - - - - - TRADO HELICOIDAL - TH - - - - - CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA - - - - - REVESTIMENTO ||

OBRA: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILAR LOCAL: RUA JOSÉ ELIAS, S/N, LOTE 02B, QUADRA 01, BAIRRO JARDIM DAS ACÁCIAS, UBERLÂNDIA-MG CLIENTE: REGIONAL BILD UBERLÂNDIA DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA	REFERÊNCIA: RS - G - 007/2023		SONDADOR: LUIZ PAULO	
	FOLHA: 1		ESCALA: 1/100	
	INÍCIO: 14/02/23		TÉRMINO: 15/02/23	
		RESPONSÁVEL: MAYRONN LIMA		APROVAÇÃO:

ENSAIO DE PENETRAÇÃO					AMOSTRADOR PADRÃO TIPO TERZAGHI PECK Ø INTERNO = 1 3/8" Ø EXTERNO = 2" PESO BATENTE = 65 kg ALTURA DE QUEDA = 75 cm				PROFUNDIDADE	MÉTODO EXECUTIVO	NÍVEL D'ÁGUA	COTA EM RELAÇÃO AO RN	AMOSTRAS	FOTOS AMOSTRAS	PROFUNDIDADE DA CAMADA	COTA:	SOND.:
NÚMERO DE GOLPES / PENETRAÇÃO		1° e 2°		2° e 3°		10	20	30								40	1,30
1°	2°	3°	1° e 2°	2° e 3°					COORDENADAS:		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL						
		E:		N:													
3/15	4/15	4/15	7	8													AREIA ARGILOSA, FOFA A MEDIANAMENTE COMPACTA, COR VARIEGADO.
2/16	2/17	2/16	4/33	4/33							-20,00			21,00			ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, MOLE A MUITO RIJA, COR VARIEGADO.
2/16	2/18	3/17	4/34	5/35													
3/15	3/15	4/15	6	7													
3/15	4/15	5/15	7	9													
4/15	5/15	5/15	9	10													
3/15	4/15	7/15	7	11							-25,00						
4/15	6/15	7/15	10	13													
5/15	6/15	6/15	11	12													
6/15	6/15	7/15	12	13													
7/15	8/15	14/15	15	22										30,00			
10/15	16/15	20/15	26	36							-30,00						ARGILA SILTOSA, MUITO RIJA A DURA, COR VARIEGADO, SOLO RESIDUAL.
15/15	16/15	21/15	31	37													
18/15	21/15	25/15	39	46													
30/15	-	-	30/15	-							-32,88			34,18			
																	IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM
<p>Nota: turo paralisado conforme descrito no item 5.2.4.5 da norma NBR6484:2020-Solo-Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.</p> <p>1° 10 min = 2,00 cm 2° 10 min = 1,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm</p>																	

LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - - - 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC - - - - - TRADO HELICOIDAL - TH - - - - - CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA - - - - - REVESTIMENTO - - - - -

OBRA: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILAR LOCAL: RUA JOSÉ ELIAS, S/N, LOTE 02B, QUADRA 01, BAIRRO JARDIM DAS ACÁCIAS, UBERLÂNDIA-MG CLIENTE: REGIONAL BILD UBERLÂNDIA DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA	REFERÊNCIA: RS - G - 007/2023		SONDADOR: LUIZ PAULO	
	FOLHA: 2		ESCALA: 1/100	
	INÍCIO: 14/02/23		TÉRMINO: 15/02/23	
	RESPONSÁVEL: MAYRONN LIMA		APROVAÇÃO:	

ENSAIO DE PENETRAÇÃO					AMOSTRADOR PADRÃO TIPO TERZAGHI PECK Ø INTERNO = 1 3/8" Ø EXTERNO = 2" PESO BATENTE = 65 kg ALTURA DE QUEDA = 75 cm				PROFUNDIDADE	MÉTODO EXECUTIVO	NÍVEL D'ÁGUA	COTA EM RELAÇÃO AO RN	AMOSTRAS	FOTOS AMOSTRAS	PROFUNDIDADE DA CAMADA	COTA:	SOND.:
NÚMERO DE GOLPES / PENETRAÇÃO					10	20	30	40								1,30	SP-05
1°	2°	3°	1° e 2°	2° e 3°					COORDENADAS:								
									E: N:								
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL																	
1/15	1/15	1/16	2	2/31					1,00	TC		0,00	00				
1/16	1/16	1/16	2/32	2/32					2,00	TH		01					
1/17	1/17	1/18	2/34	2/35					3,00			02					
1/18	1/18	1/18	2/36	2/36					4,00		4,00	03					
1/16	1/17	1/16	2/33	2/33					5,00			04					
1/18	1/19	1/20	2/37	2/39					6,00		-5,00	05		6,00			
1/22	1/18	1/18	2/40	2/36					7,00		6,80	06					
1/18	1/18	1/20	2/36	2/38					8,00			07		8,00			
2/16	2/16	2/16	4/32	4/32					9,00			08		9,00			
2/16	2/17	3/16	4/33	5/33					10,00	CA		09					
2/16	3/16	3/16	5/32	6/32					11,00			-10,00	10				
3/16	3/16	3/17	6/32	6/33					12,00				11				
2/16	2/15	2/15	4/31	4					13,00				12				
3/16	3/16	3/15	6/32	6/31					14,00				13				
4/17	3/15	4/15	7/32	7					15,00				14				
4/15	4/15	4/15	8	8					16,00				15				
3/16	3/17	4/17	6/33	7/34					17,00				16		17,00		
3/15	2/15	3/15	5	5					18,00				17				
2/16	2/16	2/17	4/32	4/33					19,00				18				
2/16	3/16	3/16	5/32	6/32					20,00	20,00				20,00			

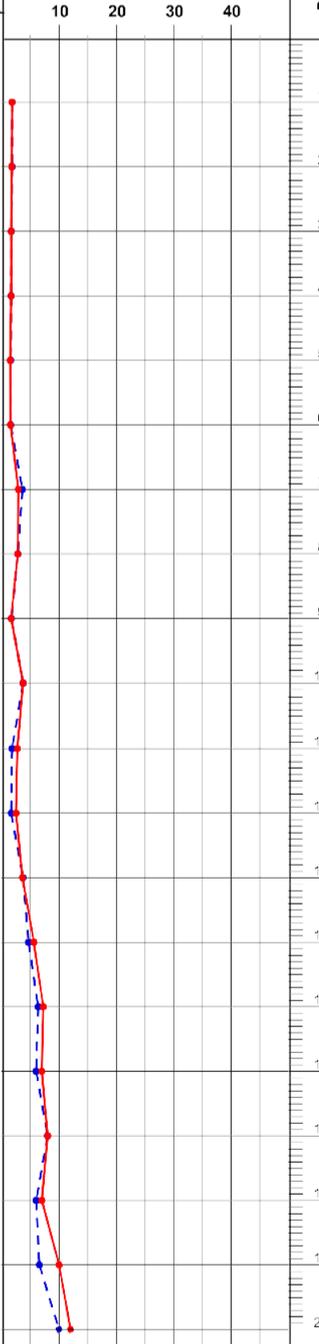
LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - - - 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC - - - - - TRADO HELICOIDAL - TH - - - - - CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA - - - - - REVESTIMENTO ||

OBRA: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILAR LOCAL: RUA JOSÉ ELIAS, S/N, LOTE 02B, QUADRA 01, BAIRRO JARDIM DAS ACÁCIAS, UBERLÂNDIA-MG CLIENTE: REGIONAL BILD UBERLÂNDIA DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA	REFERÊNCIA: RS - G - 007/2023		SONDADOR: LUIZ PAULO	
	FOLHA: 1		ESCALA: 1/100	
	INÍCIO: 17/02/23		TÉRMINO: 22/02/23	
	RESPONSÁVEL: MAYRONN LIMA		APROVAÇÃO:	

ENSAIO DE PENETRAÇÃO					AMOSTRADOR PADRÃO TIPO TERZAGHI PECK Ø INTERNO = 1 3/8" Ø EXTERNO = 2" PESO BATENTE = 65 kg ALTURA DE QUEDA = 75 cm				PROFUNDIDADE	MÉTODO EXECUTIVO	NÍVEL D'ÁGUA	COTA EM RELAÇÃO AO RN	AMOSTRAS	FOTOS AMOSTRAS	PROFUNDIDADE DA CAMADA	COTA:	SOND.:
NÚMERO DE GOLPES / PENETRAÇÃO					10	20	30	40								1,30	SP-05
1°	2°	3°	1° e 2°	2° e 3°					COORDENADAS:								
									E: N:								
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL																	
2/16	3/16	3/16	5/32	6/32								19					
2/15	3/15	3/15	5	6							-20,00	20					
2/18	2/16	2/17	4/34	4/33								21					
2/17	2/16	2/16	4/33	4/32								22					
3/15	4/15	4/15	7	8								23					
4/15	4/15	6/15	8	9								24					
5/15	6/15	7/15	11	13								25					
5/15	7/15	8/15	12	15							-25,00	26					
6/15	8/15	9/15	14	17								27					
7/15	8/15	10/15	15	18								28					
9/15	12/15	14/15	21	26								29					
11/15	15/15	16/15	26	31								30					
14/15	16/15	20/15	30	36								31					
30/15	-	-	30/15	-								33,00					
										33,18	-31,88	33,18					
<p>AREIA ARGILOSA, FOFA A POUCO COMPACTA, COR VARIEGADO.</p> <p>ARGILA ARENOSA, COM PEDREGULHOS DE QUARTZO, MÉDIA A MUITO RIJA, COR VARIEGADO.</p> <p>ARGILA SILTOSA, POUCO ARENOSA, MUITO RIJA A DURA, COR VARIEGADO.</p> <p>ARGILA SILTOSA, DURA, COR VARIEGADO. SOLO</p> <p>IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM</p> <p>Nota: turo paralisado conforme descrito no item 5.2.4.5 da norma NBR6484.2020-Solo-Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.</p> <p>1° 10 min = 2,00 cm 2° 10 min = 1,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm</p>																	

LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - - - 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC - - - - - TRADO HELICOIDAL - TH - - - - - CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA - - - - - REVESTIMENTO ||

OBRA: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILAR LOCAL: RUA JOSÉ ELIAS, S/N, LOTE 02B, QUADRA 01, BAIRRO JARDIM DAS ACÁCIAS, UBERLÂNDIA-MG CLIENTE: REGIONAL BILD UBERLÂNDIA DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA	REFERÊNCIA: RS - G - 007/2023		SONDADOR: LUIZ PAULO	
	FOLHA: 2		ESCALA: 1/100	
	INÍCIO: 17/02/23		TÉRMINO: 22/02/23	
	RESPONSÁVEL: MAYRONN LIMA		APROVAÇÃO:	

ENSAIO DE PENETRAÇÃO					AMOSTRADOR PADRÃO TIPO TERZAGHI PECK Ø INTERNO = 1 3/8" Ø EXTERNO = 2" PESO BATENTE = 65 kg ALTURA DE QUEDA = 75 cm				PROFUNDIDADE	MÉTODO EXECUTIVO	NÍVEL D'ÁGUA	COTA EM RELAÇÃO AO RN	AMOSTRAS	FOTOS AMOSTRAS	PROFUNDIDADE DA CAMADA	COTA:	SOND.:		
NÚMERO DE GOLPES / PENETRAÇÃO					10	20	30	40								1,30	SP-06		
1°	2°	3°	1° e 2°	2° e 3°										COORDENADAS:					
															E:	N:			
															CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL				
1/16	1/16	1/17	2/32	2/33					TC										
1/16	1/17	1/17	2/33	2/34					1,00	1,00									
1/17	1/18	1/18	2/35	2/36					2,00	TH									
1/18	1/18	1/18	2/36	2/36					3,00										
1/18	1/20	1/20	2/38	2/40					4,00	4,00									
1/19	1/19	1/20	2/38	2/39					5,00										
2/17	2/16	1/15	4/33	3/31					6,00										
1/16	2/16	1/16	3/32	3/32					7,00				6,80						
1/17	1/18	1/18	2/35	2/36					8,00									8,00	
2/16	2/16	2/16	4/32	4/32					9,00									9,00	
1/17	1/18	1/18	2/35	2/36					10,00										
2/16	2/16	2/16	4/32	4/32					11,00										
1/17	1/16	2/17	2/33	3/33					12,00										
1/18	1/18	2/18	2/36	3/36					13,00										
2/16	2/16	2/17	4/32	4/33					14,00										
2/16	3/16	3/16	5/32	6/32					15,00										
3/16	4/17	4/16	7/33	8/33					16,00										
3/15	3/15	4/15	6	7					17,00										
4/15	4/15	4/15	8	8	18,00														
3/15	3/15	4/15	6	7	19,00														
3/17	4/15	6/15	7/32	10	20,00														
4/15	6/15	6/15	10	12	20,00														

LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - - - 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC - - - - - TRADO HELICOIDAL - TH - - - - - CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA - - - - - REVESTIMENTO ||

OBRA: EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILAR LOCAL: RUA JOSÉ ELIAS, S/N, LOTE 02B, QUADRA 01, BAIRRO JARDIM DAS ACÁCIAS, UBERLÂNDIA-MG CLIENTE: REGIONAL BILD UBERLÂNDIA DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA	REFERÊNCIA: RS - G - 007/2023	SONDADOR: LUIZ PAULO	
	FOLHA: 1	ESCALA: 1/100	RESPONSÁVEL: MAYRONN LIMA
	INÍCIO: 22/02/23	TÉRMINO: 24/02/23	APROVAÇÃO:

