

**CONTROLE TECNOLÓGICO APLICADO EM SERVIÇOS DE
TERRAPLENAGEM E IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS PROVENIENTES DE
ERROS NA EXECUÇÃO**
***TECHNOLOGICAL CONTROL APPLIED IN EARTHWORKING SERVICES
AND IDENTIFICATION OF PATHOLOGIES ARISING FROM ERRORS IN
EXECUTION***

Carlos Eduardo Moraes *

Pedro Henrique Ferreira Rodrigues **

Prof. Ana Flávia Cruz Ramos***

RESUMO

Ao passar dos anos, cada vez mais o serviço de terraplenagem vem sendo procurado nas obras de construção civil. Atualmente, passou-se a ser mais viável financeiramente aterrar certo local para se construir ao invés da busca por um terreno plano, porém com valores altos. Com isso, empresas que prestam tais serviços passaram a ser mais valorizadas dentro do mercado civil, e junto também buscam o controle tecnológico. O trabalho aborda pontos cruciais para um controle de qualidade, dezinchando as etapas essenciais e relata patologias que podem ocorrer quando não se é posto em prática as determinações das normas. Voltado para uma construção realizada na cidade de Leopoldina onde foi proposto o serviço de terraplenagem, foi feito o acompanhamento para observar como estava sendo executado o serviço. E através de um estudo de caso foi levantado pontos que pudessem ser colocados em prática para que a continuidade do serviço passasse a ser de maior qualidade.

Palavras-chave: Controle tecnológico. Terraplenagem. Construção civil.

ABSTRACT

Over the years, the earthmoving service has been increasingly sought after in civil construction works. Currently, it has become more financially viable to land a certain place to build instead of searching for flat land, but with high values. With this, companies that provide such services became more valued within the civil market, and together they also seek technological control. The work addresses crucial points for quality control, breaking down the essential steps and reporting pathologies that can occur when the determinations of the standards are not put into practice. Aimed at a construction carried out in the city of Leopoldina where the earthworks service was proposed, a follow-up was carried out to observe how the service was being carried out. And through a case study, points were raised that could be put into practice so that the continuity of the service could be of higher quality.

Keywords: Technological control. Earthworks. Construction.

* Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – moraes.ce1982@gmail.com –
Graduando em Engenharia Civil

** Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – phferreiracivil@gmail.com –
Graduando em Engenharia Civil

*** Rede de Ensino Doctum – Unidade Cataguases – prof.ana.cruz@doctum.edu.br –
Graduando em Engenharia Civil

Introdução

A cada dia que passa o trabalho de terraplenagem ganha cada vez mais importância no âmbito da construção civil. Em um mundo onde escolher construir em um terreno onde seja necessário um grande volume de aterro até se chegar ao nível desejado para início das obras passa a ser mais vantajoso e financeiramente mais viável do que encontrar um terreno plano para a execução do serviço, vemos o quão valioso está a realização da terraplenagem.

De acordo com a NBR 5.681/2015 (Controle tecnológico de Execução de Aterro em Obras de Edificações), um bom trabalho no aterro deve sempre ter como norte o controle dos serviços que serão realizados durante todo o processo.

A Norma DNIT 108/2009 (Terraplenagem - Aterro – Especificação de Serviço) traz como objetivo estabelecer as diretrizes e condições mínimas necessárias para a execução de plataformas em aterros mediante o depósito de materiais sobre o terreno natural. Neste ponto se faz necessário ter o conhecimento do solo em questão, uma vez que cada tipo de solo apresenta resistências diferentes e formas variadas de comportamento quando expostas à compactação e testes de umidade. O levantamento dos dados obtidos nos ensaios feitos em laboratórios nos passa a noção exata do que está sendo lançado para compactação.

O controle das etapas da execução da terraplenagem podem ser divididas em: retirada da matéria orgânica, limpeza da área, lançamento do material, homogeneização, compactação e ensaio em situ (RICARDO e CATALANI, 2008).

Segundo Abram (2000), o controle tecnológico se inicia a partir do estudo do solo localizado no ambiente da construção antes que sequer tenha começado o serviço, uma vez que cada tipo de solo traz suas características distintas para o aterro. O controle da energia de cada equipamento disponibilizado para o serviço e a velocidade com que eles se locomovem em cima do aterro também há de ser monitorado para que se mantenha a constância no trabalho, assim como deve ser elaborado um layout dentro da própria obra para organizar o tráfego dos equipamentos. Além do monitoramento da espessura da camada do aterro, que deve variar entre 20 e 30 cm, para que haja uma compactação de maneira uniforme por toda a dimensão do aterro e a presença de um encarregado/laboratorista para coletar informações e realizar ensaios em toda camada que for lançada.

As patologias no processo de terraplenagem podem ser evitadas uma vez que em uma obra seja adotado um sistema de controle tecnológico adequado. Caso

contrário se tornam muito frequentes patologias que ocorrem durante a execução da terraplenagem, como por exemplo a configuração do solo borrachudo, elevado teor de umidade em uma camada já finalizada, baixa porcentagem do grau de compactação, erosão em determinados pontos, alto percentual de água na camada, trincas aparentes e outros (THOMAZ, 1989).

Algumas patologias só podem ser identificadas após o trabalho finalizado, mas sendo derivadas do serviço executado anteriormente, como por exemplo o recalque na estrutura, que é oriundo de um solo que não suportou a carga depositada, afundamento de partes da construção, desbarrancamento do aterro no processo de perfuração e concretagem de estacas (THOMAZ, 1989).

O objetivo do presente trabalho é sugerir alterações para melhoria da qualidade do controle tecnológico de terraplenagem de reaterro para a construção de um supermercado que está localizado no município de Leopoldina-MG, empreendimento localizado às margens da BR-116, KM 765, com finalidade de diminuir possíveis patologias decorrentes do processo de compactação da terraplenagem.

Pretende-se com esse trabalho identificar as principais patologias vinculadas ao processo de terraplenagem, além de uma caracterização dos solos, trazendo informações baseadas em ensaios de solos que possam melhorar as etapas do serviço.

2. Referencial Teórico

2.1. Etapas do processo de terraplenagem

Segundo Nichols (2010), a terraplenagem se define como o processo conjunto de operações, que seguindo diretrizes de projeto ao qual tenha sido implantado, visa a remoção da terra de locais onde se encontram em excesso para os lugares faltantes a fim de se chegar ao equilíbrio.

De acordo com Souza (2014) de forma geral, as etapas que englobam a terraplenagem podem ser divididas em: serviço preliminar, corte e aterro seguido de compactação.

- **Serviços preliminares**

O serviço preliminar é a preparação do terreno. Etapa que antecede a parte principal de movimentação de terra. Podendo ser distribuída em desmatamento e limpeza. O desmatamento consiste na retirada de toda e qualquer vegetação de grande porte que esteja contida no terreno. Os equipamentos que são utilizados de

forma frequente nessa etapa são a moto serra, pá carregadora, trator de esteira e retroescavadeira. Alinhada com o destocamento, que é a retirada de troncos e raízes presentes no terreno e da vegetação rasteira que se encontra no local da obra. Além da remoção da camada vegetal, nome dado àquela camada que é considerada banco genético, ou seja, não pode ser utilizada em aterro. Logo, a necessidade de sua retirada (SOUZA, 2014).

A figura 1 relata o trabalho de uma escavadeira hidráulica no momento de retirada de material.

FIGURA 1 – ESCAVADEIRA HIDRÁULICA RETIRANDO MATERIAL



Fonte: Caterpillar (2021)

- **Corte**

O serviço de corte é compreendido como o processo de escavação empregado para romper a compacidade do solo em seu estado natural por meio de equipamentos manuais ou mecânicos para tornar possível o seu manuseio.

De acordo com as especificações da Norma DNIT- ES – 108/2009, para um aterro é sempre necessário ter conhecimento dos materiais advindos do corte além de estudos geotécnicos desenvolvidos através do projeto de engenharia. Passando dessa forma uma noção muito mais precisa dos locais onde se encontram cada material, visto que no processo de aterro as exigências de material variam de acordo com que as camadas vão se aproximando da última.

- **Compactação do aterro**

O serviço de compactação é definido como o processo que se utiliza de equipamentos mecânicos visando o aumento da densidade do solo. Onde são

reduzidos o índice de vazios aumentando assim a resistência ao cisalhamento. Este processo resulta diretamente na redução do recalque e permeabilidade do solo.

Segundo Pinto (2006), a compactação é empregada em diversas obras de engenharia e o tipo de solo disponível no local é que vai ditar o processo de compactação a ser empregado e a umidade do solo exigida para a execução, isto para que seja evitado futuros recalques e para que aumente a resistência do solo.

A figura 2 relata um modelo de rolo pé de carneiro.

FIGURA 2 – ROLO PÉ DE CARNEIRO



Fonte: Caterpillar (2021)

Proctor relata que ao aplicar uma certa energia de compactação ao aterro, o solo em questão é afetado diretamente com uma alteração positiva quanto ao peso específico. Após estudos, observou que ao compactar um solo com baixa umidade, o atrito entre as partículas passa a ser muito alto, impossibilitando a redução dos vazios. Já quando próximo da umidade ótima, as partículas se deslizam entre si, acomodando umas às outras e expulsando assim os vazios existentes entre elas. Após este estudo é que surge o método de Proctor, que serve para obter a umidade ótima e a massa específica seca máxima após a compactação (PROCTOR, 1933).

- **Gráfico umidade ótima x energia de compactação**

Na figura 3 vem representado o gráfico do peso específico com relação ao teor de umidade. Onde o ensaio de compactação tem como objetivo oferecer um efetivo de qualidade do solo.

FIGURA 3 – PESO ESPECÍFICO X TEOR DE UMIDADE



A teoria de Olson (1963) concluiu que a adição de água ajuda na expulsão do ar reorganizando as partículas dentro da camada. Pois quando a quantidade de água presente nos vazios não permite a reorganização das partículas, o solo atinge o peso específico aparente seco máximo é a umidade ótima.

No ramo seco, à medida que se adiciona água, ocorre o efeito de lubrificação, que possibilita uma maior aproximação das partículas do solo. Já no ramo úmido, a água passa a existir em excesso, provocando um afastamento das partículas de solo que resulta na diminuição da densidade.

2.2. Características do solo para compactação

A norma DNIT-ES – 108/2009, especifica que os materiais que serão utilizados na execução do aterro devem ser provenientes das escavações vinculadas aos cortes realizados no local e no empréstimo do material levantado. Que deve por sua vez passar por um estudo geotécnico desenvolvido pela equipe de engenharia.

A compactação do solo tem como finalidade aumentar a densidade do referido solo por meio de equipamentos mecanizados. Segundo Pinto (2006), o processo de compactação se aplica em diversas obras de engenharia e a caracterização do tipo de solo que se encontra em cada lugar é o que vai ditar como que será o processo de compactação adotado, assim como a umidade que o solo deve se encontrar no momento, além da densidade que deve ser atingida. Tudo buscando reduzir possíveis recalques futuros e aumentando a resistência do solo.

O grau de compactação em um aterro é determinado pela seguinte equação:

$$G_c = \frac{\gamma_s \text{ campo}}{\gamma_s \text{ máxima}} \times 100$$

O teor de umidade do solo é determinado pelo *Speedy test*, representado na figura 4, onde através da reação química da água com o carbureto de cálcio é possível chegar no teor de umidade do solo.

FIGURA 4 – EQUIPAMENTOS TESTE SPEEDY



Fonte: Geotecnia (2008)

- **CBR (*Califórnia Bearing Ratio*)**

O CBR é um teste de penetração, cujo objetivo é verificar as características mecânicas de um solo para obtermos sua resistência (POTER, 1939).

Conforme a norma ABNT-NBR 9895/1987 – Índice de suporte Califórnia, para fazer este ensaio usamos cilindro e soquete grande, com três energias; normal, intermediária e modificada, usando assim: 12, 26 e 55 golpes por camada num total de cinco camadas. Isto serve para achar o valor de ISC, de material que passa na peneira 19 mm, com no mínimo 5 corpos de prova. Estas amostras serão compactadas de acordo com o resultado. Depois de compactados são levados a imersão em água por quatro dias, com um extensômetro para medir a expansão. Após os quatro dias o corpo de prova e levado para o ensaio de penetração em uma prensa. Após este procedimento é possível traçar a curva de pressão aplicada pelo pistão versus penetração.

2.3. Normas aplicadas na execução de terraplanagens

Os projetos de terraplanagem devem sempre ser elaborados por profissionais com amplo conhecimento da área e seguindo as diretrizes das normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

A norma da ABNT NBR 5681/2015 - controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações, estabelece os requisitos mínimos para se obter o controle tecnológico na execução de aterros em obras de construção civil.

A norma da ABNT NBR 6484/2001 aplicasse em sondagem para reconhecimento do solo como (SPT). Utilizada para classificação tátil visual dos solos de cada camada, existência ou não de lençol freático e o nível inicial após 24h.

A norma da ABNT NBR 6497/1983 visa trazer as condições gerais a serem obedecidas no levantamento geotécnico para projetos de engenharia.

A norma da ABNT NBR 11682/2009 traz as exigências quanto aos requisitos para o estudo tecnológico da estabilidade de encostas e taludes resultantes de corte e aterro. Pode ser usada para estudos, projetos, execução, controle e observação de obras de estabilização. Não sendo ideal para ser aplicada em Mineração, barragens, aterros de solos moles e encontro de pontes.

A norma do DNIT 001/2009 estabelece as condições mínimas exigíveis na execução de plataformas em aterros, mediante ao depósito de materiais sobre o terreno natural.

A norma do DNIT 108/2009 traz as exigências quanto à verificação do grau de compactação atingido no aterro em relação a massa específica aparente seca encontrada em laboratório, para cada uma das camadas, sendo permitida a execução da camada seguinte se esta atender ao valor mínimo requerido.

2.4. Principais patologias encontradas no processo de terraplanagem

2.4.1 Recalque diferencial

O recalque em fundações pode ser caracterizado por um rebaixo uniforme ou diferencial nos elementos estruturais que dão suporte à estrutura, ocasionado na maioria das vezes pela acomodação do solo mediante as tensões ou alterações de volume. A princípio, o recalque pode ser identificado através do surgimento de trincas e rachaduras em paredes, janelas emperradas, rebaixos de pisos e outros.

De acordo com Milititski (2015), quando um serviço de terraplanagem é executado sem o acompanhamento do teor de umidade e grau de compactação, já na parte da fundação e perfuração das estacas é possível encontrar patologias provenientes do serviço. O recalque diferencial na base das estacas ocasionando uma inconsistência na estrutura do pilar e possivelmente o rompimento de uma estaca é um elemento que gera impacto diretamente na estrutura da obra por ser a base que

recebe a maioria dos esforços. Milititski ainda ressalta que se o solo compactado estiver com um alto teor de umidade poderá resultar em um recalque incompatível com o da obra pelo fato de deixar o solo base muito mole.

Danziger (2008), afirma que a fundação é a responsável por transmitir as cargas da estrutura para o terreno, com isso deve ser dimensionada e executada da maneira adequada. Sendo assim, a fundação deve respeitar aos requisitos de segurança correlação a ruptura geotécnica e estrutural e recalques compatíveis com a estrutura do solo.

Segundo Maia (2007) uma das formas de correção para o recalque é a utilização do tratamento por injeção de alta pressão, no qual, é inserido no solo um material de reação rápida e alta resistência para que seja preenchido os vazios existentes. E quando ainda se é possível mexer nas sapatas, o recomendável é a execução de um reforço estrutural.

A figura 5 exemplifica uma situação de recalque reagindo em um prédio.

FIGURA 5 – PRÉDIO TOMBADO POR RECALQUE



Fonte: Souza (2003)

2.4.2 Solo borrachudo

O efeito do “borrachudo” pode ser caracterizado por ondulações constantes que são evidenciadas em um solo quando o mesmo é exposto a cargas atuantes em sua superfície.

De acordo com Pinto (2006) esse fenômeno pode ser causado por uma aplicação equivocada dos equipamentos de compactação em uma camada de aterro que na maioria das vezes está com uma umidade acima do ideal. Assim o solo acaba sendo comprimido ao mesmo tempo em que o equipamento passa por cima dele, para logo em seguida voltar a se dilatar. Ganhando o nome de borrachudo justamente pelo seu desempenho parecido com o de uma borracha.

Para evitar a ocorrência deste fenômeno é necessário o controle constante das camadas de aterro com ensaios in loco e enfatizando o grau de compactação e a porcentagem de umidade de camada para camada. E o monitoramento dos equipamentos compactadores de solo para que seja aplicado o número correto de passadas com a energia ideal (PINTO, 2006).

Em um solo onde já se foi detectado o problema do “borrachudo”, a melhor correção é a retirar o material mole abrindo a camada compactada, tratar novamente para em seguida fechá-la.

2.4.3 Ruptura por afundamento do solo

De acordo com Souza (2014) o afundamento do solo ou ruptura por afundamento pode ser identificado pela área do terreno que literalmente afundou. Onde, o aterro se desloca de forma vertical para baixo e o material de solo mole e sem compactação é expulso para as laterais, formando os chamados bulbos laterais. A ocorrência deste fenômeno se deve pela baixa capacidade de carga da camada do subleito e pela existência de camadas de grande profundidade.

Segundo Wiederkenhr (2019), é necessário realizar nas camadas de aterro o chamado “apiloamento”, que seria a compactação de um determinado terreno de forma mecânica ou até mesmo manual. Este processo se trata da passagem do rolo pé de carneiro em cada uma das camadas de no máximo 20 cm que forem ser lançadas no local, devendo ser acompanhado de um controle relacionado à umidade, para que a camada não fique nem muito seca e nem muito molhada. Isto para que seja garantida a compactação do aterro e não tenha o risco de ocorrer o afundamento de alguma parte da fundação.

A figura 6 relata um exemplo dessa patologia.

FIGURA 6 – AFUNDAMENTO DE RUA



Fonte: Ebanataw (2020)

3. Metodologia

3.1 Área de Estudo

O trabalho se trata de um estudo de caso realizado durante a construção de um galpão de supermercado situado no município de Leopoldina – MG, às margens da BR-116, KM 765. Onde, durante a execução do processo de compactação e terraplenagem do aterro no local, foi realizado um controle tecnológico em cima das etapas que eram executadas durante o serviço.

A figura 7 demonstra o local antes do início das obras. Ilustrando a vegetação original e relevos do terreno. Assim como ruas de acesso e localização da BR-116 em frente ao futuro empreendimento.

FIGURA 7 – ÁREA DESTINADA AO FUTURO EMPREENDIMENTO



Fonte: Google Earth (2021)

O objetivo do trabalho foi descrever este processo de compactação na terraplenagem envolvida. Para isso, foram utilizados os dados fornecidos pela empresa responsável pela construção, sendo eles:

- Coleta de amostra;
- Sondagem;
- Topografia do terreno e determinações de corte e aterro;
- Características do solo;
- Levantamento de ensaios de compactação.

Após a caracterização, buscou-se referências de normas técnicas e de outros autores sobre o processo de terraplenagem, listados no referencial teórico (capítulo 2).

Assim, a partir das referências e dos autores consultados, foi desenvolvido um panorama geral da terraplenagem realizada no estudo de caso, sendo destacados e identificados problemas vinculados à execução da terraplenagem e sugestões de alteração do processo.

4. Resultados

4.1 Dados coletados da área de estudo

Foi realizado ao longo dos meses visitas ao local, com acompanhamento visual e captura de imagens na busca de presenciar o controle tecnológico que estava sendo executado. A princípio, acompanhando a limpeza da vegetação original do local feito pela empresa responsável, o procedimento de corte dos taludes, logística utilizada, acompanhamento do lançamento de cada camada no aterro e a conferência da umidade e compactação, além de evidenciar possíveis locais de bota-fora para materiais não utilizados e bota-espera para materiais que pudessem ser utilizados mais à frente.

A figura 8 ilustra o início do processo da limpeza do terreno e também o mapeamento de rotas dos caminhões para melhor circulação dentro da obra.

FIGURA 8 – FOTO REGISTRADA IN LOCO MOSTRANDO O PROCESSO DE LIMPEZA



Fonte: Empresa A

Procurou-se analisar e coletar levantamentos iniciais de topografia e sondagem do local a fim de obter informações prévias sobre situação do terreno, assim como conhecimentos de relevos, limites do terreno, solo e quais materiais encontrados que seriam utilizados no aterro.

Foi contratado pela empresa responsável pela construção do empreendimento, uma empresa B, para realizar estudos de sondagem iniciais visando identificar quais os tipos de solos presentes no terreno assim como as posições dos níveis de água em cada ponto perfurado.

A realização da sondagem foi baseada pelas seguintes normas técnicas:

ABNT NBR 6484/2020: “Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos”.

ABNT NBR 7250/1982: “Identificação de Descrição de Amostras de Solos Obtidas em Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos”.

Foi passado para a empresa da sondagem algumas diretrizes: realizar nove furos em locais variados do terreno e um limite máximo de aproximadamente 4,00 metros de profundidade para cada furo.

A figura 9 relata a locação dos furos de sondagem.

FIGURA 9 – FOTO DA LOCALIZAÇÃO DOS FUROS



Fonte: Empresa B (responsável pela sondagem)

O quadro 1, resumo de ensaios, traz as informações obtidas em cada um dos furos, com dados de números de golpes, diâmetro do furo, CBR, nível de água, limite de liquidez, nível de plasticidade e outros.

QUADRO 1 – QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

(...continua)

QUADRO DE ENSAIOS							IG	CLASS. TRB	COMPACTAÇÃO			CBR	
FURO	A	LL	IP	# 10	# 40	# 200			Nº GOLP.	HÓT.	Dmáx.	EXP.	CBR
1**	3	NL	NP	99	82	55	4	A-4	12	24	1440	1,63	20
									12	18,2	1399		
									12	20,5	1416	2,06	18
									12	22,8	1436	1,84	23
									12	25,1	1434	1,41	18
									12	27,3	1413		
2***	4	51,7	19,3	100	90	76	14	A-7-5	12	24,6	1487	0,72	16
									12	20,6	1425		
									12	22,4	1459	1,18	11
									12	24,2	1481	0,82	17
									12	26	1470	0,3	13
									12	27,8	1443		
3**	4	NL	NP	99	92	76	8	A-4	12	23,2	1435	3,34	9
									12	18,7	1344		
									12	21	1407	3,7	9
									12	23,4	1434	3,32	9
									12	25,7	1410	2,41	7
									12	28,1	1381		
4**	1,5	NL	NP	99	79	53	4	A-4	12	23,4	1441	1,6	20
									12	18,7	1386		
									12	21,1	1420	2,25	16
									12	23,4	1441	1,6	20
									12	25,7	1424	1,01	19
									12	28	1404		
5**	3,1	55,8	19,5	100	94	79	15	A-7-5	12	29	1408	0,2	17
									12	24,7	1368		
									12	26,6	1386	0,82	10
									12	28,4	1405	0,23	17
									12	30,1	1399	0,1	15
									12	32,2	1378		

(continuação...)

QUADRO DE ENSAIOS							IG	CLASS. TRB	COMPACTAÇÃO			CBR	
FURO	A	LL	IP	# 10	# 40	# 200			Nº GOLP.	HÓT.	Dmáx.	EXP.	CBR
6*	4	50,2	19,7	99	90	71	13	A-7-5	12	24,9	1523	0,32	17
									12	21,4	1445		
									12	23,2	1495	0,53	15
									12	24,9	1523	0,32	17
									12	26,7	1491	0,09	10
									12	28,4	1450		
7*	4	54,8	20	100	94	78	15	A-7-5	12	25,6	1435	0,51	17
									12	22,1	1340		
									12	23,9	1384	0,74	13
									12	25,6	1435	0,51	17
									12	27,4	1404	0,17	11
									12	29,1	1378		
8*	4	49,4	17,5	100	90	71	12	A-7-5	12	24,3	1500	0,6	16
									12	20,1	1436		
									12	21,9	1464	1,24	11
									12	23,7	1494	0,75	17
									12	25,5	1493	0,26	12
									12	27,3	1472		
9*	4	55,5	23,6	100	94	77	17	A-7-5	12	27,2	1474	0,35	16
									12	23,5	1397		
									12	25,4	1445	0,54	13
									12	27,2	1474	0,35	16
									12	29	1440	0,09	12
									12	30,8	1392		
10**	4	53,8	21,1	100	94	77	15	A-7-5	12	26,9	1452	0,18	17
									12	23,2	1368		
									12	25	1418	0,84	14
									12	26,9	1452	0,18	17
									12	28,7	1420	0,07	10
									12	30,6	1397		

A figura 10 a seguir relatam as fotos registradas dos materiais encontrados em cada local de furo, assim como suas especificações:

FIGURA 10 – FOTOS DE IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

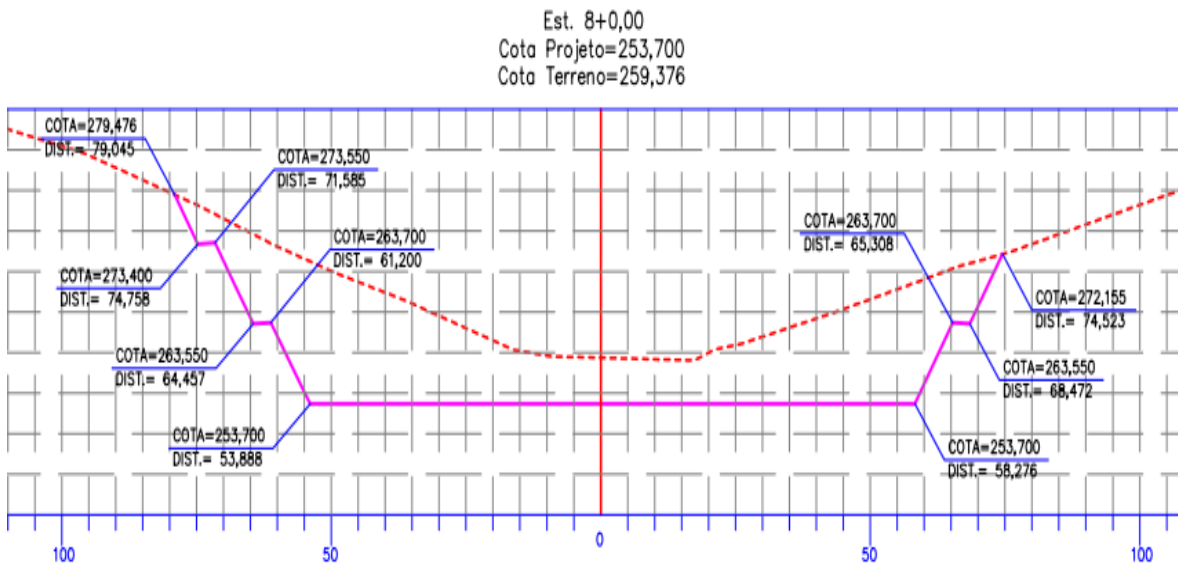


No Anexo I, apresenta-se o gráfico SPT da sondagem de simples reconhecimento do solo com SPT NBR 6484/01.

4.2 Caracterização do processo de terraplenagem

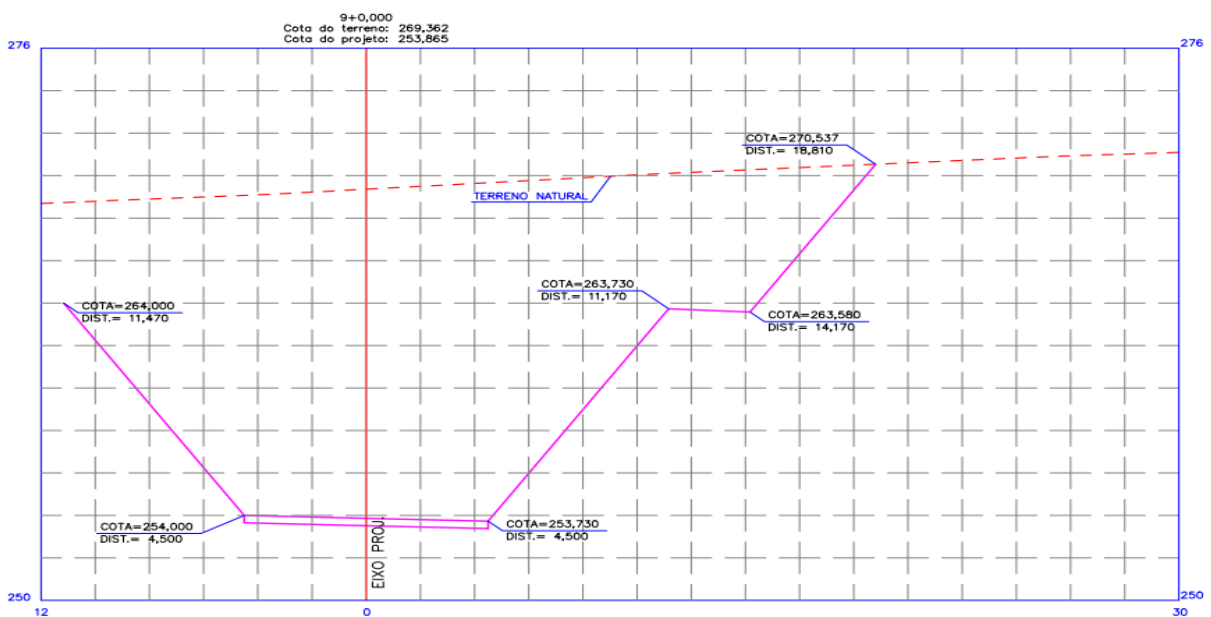
O trabalho inicial de corte e aterro teve sua sequência definida a partir da conferência dos projetos de terraplenagem para determinações mais precisas. Abaixo, representado pelos gráficos 1 e 2, seguem modelos dos projetos visualizando corte frontal do platô e corte lateral, que contém a rua de acesso ao futuro empreendimento.

GRÁFICO 1 – CORTE FRONTAL



Fonte: Empresa A

GRÁFICO 2 – CORTE LATERAL



Fonte: Empresa A

O início da execução da terraplenagem teve como sequência começar o corte do ponto mais alto, onde foi encontrado material argiloso, e ao longo da retirada deste material, realizar o aterro do platô até se chegar num ponto mais baixo onde já não fosse mais necessário o complemento da área. O platô foi definido para a cota 253,700.

As figuras 11 e 12 relatam o momento do início da retirada dos materiais.

FIGURA 11 – INÍCIO DOS CORTES



Fonte: Empresa A

FIGURA 12 – SEQUÊNCIA DOS CORTES



Fonte: Empresa A

O lançamento do material no aterro era feito utilizando os caminhões e o material era espalhado de forma que não ultrapassasse um metro de altura. Em seguida, a motoniveladora espalhava novamente o material de maneira que possibilitasse o trator com grade realizar a descompactação do material para que em seguida o rolo com pé de carneiro fizesse a compactação de maneira homogênea.

As figuras 13 e 14 relata o momento de lançamento do material e compactação.

FIGURA 13 – LANÇAMENTO DO MATERIAL



Fonte: Empresa A

FIGURA 14 – COMPACTAÇÃO DA CAMADA



Fonte: Empresa A

Foi realizado um acompanhamento mais voltado para o controle tecnológico adotado no serviço de terraplenagem da obra, na busca de identificar possíveis erros no processo ou falta de rigor por parte da equipe responsável.

Através do método do frasco de areia e teste do *speedy* utilizado pelo encarregado de terraplenagem, foi possível a determinação do grau de umidade e compactação das camadas, além de informações como: tipo de material, identificação do furo, locação, densidade, umidade ótima, peso e desvio de umidade. Desta forma, procurou-se analisar os resultados de cada camada para a realização de um levantamento baseado em torno dos ensaios, isso, para tirar algumas conclusões sobre o trabalho de compactação empregado.

A norma DNIT 405/2017-ME – (Controle de Compactação em Aterros com o Equipamento Gama densímetro – Método de Ensaio) traz os procedimentos para determinação do teor de umidade e também peso específico seco em campo.

A figura 15 relata o momento da retirada do material para ensaio.

FIGURA 15 – RETIRADA DO MATERIAL PARA ENSAIO



Fonte: Empresa A

A quadro 2 é um modelo da planilha utilizada in loco pela equipe de engenharia para preenchimento dos dados. No qual, desde o lançamento da primeira camada foi realizado o acompanhamento fiel para se ter informações completas sobre o aterro e sua compactação.

QUADRO 2 – RESULTADOS DOS ENSAIOS IN LOCO

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE "IN SITU"							
Data do furo		20-jan-21	20-jan-21	21-jan-21	21-jan-21	23-jan-21	23-jan-21
Camada	N°	1°	1°	2°	2°	3°	3°
Estaca	N°	FURO 01	FURO 02	FURO 01	FURO 02	FURO 01	FURO 02
Material		ARGILA	ARGILA	ARGILA	ARGILA	ARGILA	ARGILA
Localização	L.D/L.E/E.X	L.D	E.X	L.E	E.X	L.E	E.X
Peso do frasco antes	g	7000	7000	7000	7000	7000	7000
Peso do frasco depois	g	3929	4147	3983	3950	4112	3824
Peso da areia	g	3071	2853	3017	3050	2888	3176
Constante do funil	g	495	495	495	495	495	495
Peso da areia no furo	g	2576	2358	2522	2555	2393	2681
Densidade esp. areia	g/cm ³	1334	1334	1334	1334	1334	1334
Volume do furo	cm ³	1931	1768	1891	1915	1794	2010
Profundidade do furo	cm	20	20	20	20	20	20
Recipiente	N°	1	1	1	1	1	1
Peso do solo + recip.	g	3784	3504	3788	3744	3491	3911
Peso do recipiente	g	140	140	140	140	140	140
Peso do solo úmido	g	3644	3364	3648	3604	3351	3771
Densidade solo úmido	g/cm ³	1887	1903	1929	1882	1868	1876
Umidade speedy	%	25,3	26,1	26,6	25,0	25,3	24,1
Densidade solo seco	g/cm ³	1506	1509	1524	1506	1491	1512
COMPACTAÇÃO NO LABORATORIO - PADRÃO							
Densidade máxima	g/cm ³	1523	1523	1523	1523	1523	1523
Umidade ótima	%	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
Grau de compactação	%	98,90	99,10	100,10	98,90	97,90	99,30
Desvio de umidade	%	0,4	1,2	1,4	0,1	0,4	-0,8

Fonte: Empresa A

Com os dados deste quadro 2, era possível identificar se o trabalho de terraplenagem no aterro realizado pela empresa C estava com uma compactação ideal e boa umidade, ou se seria necessário abrir novamente a camada e tratá-la. Isso para prevenir possíveis patologias que pudessem ocorrer por motivos de uma camada que fora fechada mesmo com indícios de baixa compactação ou com sinais de solo borrachudo.

4.3 Problemas encontrados e sugestões de melhorias

Foi possível identificar ao longo do estudo de caso que o controle tecnológico realizado na obra em questão estava sendo feito com muita qualidade. Algumas vezes foi identificado camadas que visualmente continham características de solo borrachudo e outras em que a camada se encontrava muito seca, em ambas as situações o problema foi sanado. Quando muito seca, a camada foi aberta novamente e procurou-se usar o caminhão pipa para se chegar à umidade ideal, já em casos de muita umidade, a camada teve novamente que ser aberta e realizar o processo para a redução da quantidade de água. Esse controle era feito pelo encarregado de terraplenagem.

Alguns pontos foram observados para que pudessem ser mudados em prol de melhor eficácia no controle tecnológico, como por exemplo a presença de um laboratório dentro da obra para a realização dos ensaios de compactação. Mesmo com um trabalho de sondagem inicial para identificar as características dos materiais presentes, ao longo dos cortes começaram a retirada de materiais que já não se tinham dados necessários para a realização do ensaio in loco e também se passou a produzir misturas com os materiais, como por exemplo cascalho com argila na proporção de 85 e 15. Com isso, o encarregado ficou à mercê de resultados que já não batiam com o material presente, fazendo com que os ensaios já não registrassem informações totalmente confiáveis. A presença de um laboratório na obra daria ao encarregado a opção de retirar o material exato que seria usado e realizar a queima do mesmo para a continuação dos ensaios.

4 Considerações Finais

Ao analisar o trabalho de terraplenagem e compactação juntamente com o controle tecnológico que foi aplicado em cima do serviço, podemos relatar que no geral o trabalho foi bem executado, com a maioria dos serviços sendo baseados em normas colocadas em prática. Com uma ressalva para a não presença do laboratório na obra, que daria ao serviço um complemento perfeito.

REFERÊNCIAS

PINTO, C. S. - **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. 3 Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

LOZANO, M. H. - **Revista Fundações & Obras Geotécnicas**. Editora Rudder, julho de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **Ensaio de compactação – Método de ensaio**. Brasil, 1986.

Controle tecnológico aplicado a execução de obras de terraplenagem- compactação dos solos, Autor Marcelo Bragança belonato,

Leonardo Rodrigues Eiras Silva, **COMPACTAÇÃO DO SOLO**, Itatiba / SP 2008.

Estudo da influência dos métodos de compactação no comportamento resiliente de solos, Sirlei Maribel Siconi de Werk, 2000.

CONTROLE TECNOLÓGICO DA COMPACTAÇÃO DE SOLO UTILIZANDO O CONE DE PENETRAÇÃO DINÂMICA, DOUGLAS GEOVANI KNEBEL, Pato branco 2017.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6.651:2015 - **Controle tecnológico de Execução de Aterro em Obras de Edificações** – Requisitos gerais

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 405:2017 **Controle de Compactação em Aterros com o Equipamento Gama densímetro** – Método de Ensaio – Requisitos gerais

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 108:2009 **Terraplenagem - Aterro – Especificação de Serviço** – Requisitos gerais

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 001:2009 **Elaboração e apresentação de normas do DNIT Procedimento** – Requisitos gerais

RICARDO, Hélio de Souza; CATALANI, Guilherme. **Manual Prático de Escavação – Terraplenagem e Escavação de Rocha**. 3ª Edição. 2008

CRISPIM, Flávio Alessandro. **Compactação de Solos – Influência de métodos e de parâmetros de compactação na estrutura dos solos**. 2007. Trabalho de Conclusão

de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

ABRAM, Isaac e ROCHA, Aroldo. **Manual Prático de Terraplenagem**, 1ª ed. Salvador, BA, 2000.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifício: Causas, prevenção e recuperação**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1989.

LOZANO, Mauro. **Artigo Aterro de Alta Performance - (AP) - 2 - Obras de Pavimentação**, Artigo apresentado no XII GEOTEC, Jundiaí, 2014

NICHOLS, Herbert e DAVID, Day, **Moving the Earth: The workbook of excavation**, 6th .ed. - McGraw-Hill Professional, 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 9.895:1987 – **Índice de suporte Califórnia** - Requisitos gerais

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6.484:2020 - **Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos** – Requisitos gerais

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7.250:1982 - **Identificação de Descrição de Amostras de Solos Obtidas em Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos** – Requisitos gerais

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6.484:2001 - **Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio** – Requisitos gerais

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 5.681:2015 – **Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações** – Requisitos gerais

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6.497:1983 – **Levantamento Geotécnico** – Requisitos gerais

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 5.685:2015 – **Controle tecnológico de Execução de Aterro em Obras de Edificações** – Requisitos gerais

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 11.682:2009 – **Estabilidade de Taludes** – Requisitos gerais

MILITITSKY, Jarbas. **Patologia das Fundações**. 2ª ed. 2015

DAZINGER, B. R. **Medições Dinâmicas da Cravação de Estacas**. Dissertação de Doutorado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1991,555p.

WIEDERKEHR, Suelin. **Piso afundou, e agora? Compactação de aterro**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EFqPolyN2qo> > Acesso em: 10 junho 2021.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. DNIT 405:2017– **Controle de Compactação em Aterros com o Equipamento Gamadensímetro – Metodo de Ensaio** - Requisitos gerais

PROCTOR, R.R. (1933). **Fundamentals Principles of Soil Compaction**. **Engineering News Record, New York**, 3(9) pp. 245-248; 3(10) pp. 268-289; 3(11) pp. 348-351; and 3(12) pp. 372-376.


OLSON, R.E. (1963). **Effective Stress Theory of Soil Compaction**. **Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division**, ASCE, vol. 89, No SM2, pp. 27-45.


TECHNIQUES. **Reforço estrutural trinca nas paredes rebaixo de piso reforço de alicerce**. **Techniques**, 2021. Disponível em: <<https://techniques.com.br/reforco-estrutural-trincas-nas-paredes-rebaixo-de-piso-reforco-estacas-reforco-alicerce/>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.


MAIA, Gustavo. **Tecnologias para recalques macaqueamento de placas**, 2017. Disponível em: <<http://www.g-maia.com.br/tecnologias-para-recalques-macaqueamento-de-placas/>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.


SOUZA, Ruiteir. **Terraplanagem e Pavimentação**. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/17735/material/Aula%2018%20-%20Terraplanagem%20-%20Execu%C3%A7%C3%A3o%20de%20Cortes%20e%20Aterros.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.


Anexo 1


		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA			
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com					
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO					
FURO:		COORDENADA NORTE:		COORDENADA ESTE:	
ST 01		7618428,7669		743378,4959	
COTA(m):		240,223			
ESCALA MÉTRICA		NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)	Classificação
01 m	FURO SECO 05/12/2020			1,00	Silte pouco argiloso, pouco plástico, marrom rósea, heterogêneo, de média resistência ao avanço do trado. (SOLO RESIDUAL MADURO)
02 m				2,00	
03 m				3,00	
04 m				4,00	
05 m				5,00	
				LIMITE DA PERFURAÇÃO: 03,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.	
Início: 05/12/2020		RLT: 149/2020		CLIENTE: MMGB Engenharia.	
Término: 05/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01			
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada. LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.				RESPONSÁVEL TÉCNICO: MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	


		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA		
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com				
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO				
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):	
ST 02	7618426,7509	743402,0519	254,642	
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)	Classificação
01 m	FURO SECO 05/12/2020	..... ..... ...	1,00	Argila pouco siltosa com pedregulhos finos quartzosos, marrom amarelada, pouco plástica, heterogêneo, de baixa resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)
02 m		..... ..... ...	2,00	
03 m		..... ..... ...	3,00	
04 m		..... ..... ...	4,00	
05 m			5,00	
			04,00m	LIMITE DA PERFURAÇÃO: 04,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.
Início: 05/12/2020		RLT: 149/2020		CLIENTE: MMGB Engenharia.
Término: 05/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01		
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada.			RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.			MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	


		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA		
Av Dep Anuar Menhen,N°1137– Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com				
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO				
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):	
ST 03	7618462,1859	743446,6550	247,536	
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)	Classificação
01 m	FURO SECO 05/12/2020		1,00	Silte pouco argiloso, pouco plástico, marrom rósea, heterogêneo, de média resistência ao avanço do trado. (SOLO RESIDUAL MADURO)
02 m			2,00	
03 m			3,00	
04 m			4,00	
05 m			5,00	
			04,00m	LIMITE DA PERFURAÇÃO: 04,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.
Início: 05/12/2020		RLT: 149/2020		CLIENTE: MMGB Engenharia.
Término: 05/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01		
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada.			RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.			MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	


		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA	
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com			
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO			
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):
ST 04	7618494,6659	743544,5870	251,65
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)
			Classificação
01 m	FURO SECO 05/12/2020	..... ..... ...	1,00 01,50m
02 m		.....
03 m			
04 m			
05 m			
Silte arenoso com pedregulhos diversos, marrom claro, de baixa resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)			
LIMITE DA PERFURAÇÃO: 01,50m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.			
Início: 05/12/2020		RLT: 149/2020	
Término: 05/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01	
		CLIENTE: MMGB Engenharia.	
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada. LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.		RESPONSÁVEL TÉCNICO: MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	


		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA	
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com			
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO			
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):
ST 05	7618487,5698	743703,2990	232,644
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)
			Classificação
01 m	FURO SECO 05/12/2020		1,00
02 m			2,00
03 m			3,00
04 m			4,00
05 m			5,00
<p>Silte argiloso, marrom, homogêneo, de baixa resistência ao avanço do trado. (ATERRO)</p> <p>01,20m</p> <p>Argila siltosa pouco arenosa, marrom avermelhada, não plástica, de baixa resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)</p> <p>03,10m</p> <p>LIMITE DA PERFURAÇÃO: 03,10m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.</p>			
Início: 05/12/2020		RLT: 149/2020	
Término: 05/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01	
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada.		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.		MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	
CLIENTE: MMGB Engenharia.			

		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA		
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com				
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO				
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):	
ST 06	7618328,4388	743698,8589	263,23	
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)	Classificação
01 m	FURO SECO 04/12/2020	..... ..... ...	1,00	Silte argiloso pouco arenoso, marrom amarelado, pouco plástico, heterogêneo, de baixa resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)
02 m		..... ..... ...	2,00	
03 m		..... ..... ...	3,00	
04 m		..... ..... ...	4,00	
05 m			5,00	
			04,00m	LIMITE DA PERFURAÇÃO: 04,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.
Início: 04/12/2020		RLT: 149/2020		CLIENTE: MMGB Engenharia.
Término: 04/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01		
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada.			RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.			MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	

		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA		
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com				
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO				
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):	
ST 07	7618372,9688	743759,2529	264,108	
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)	Classificação
01 m	FURO SECO 05/12/2020	..... ..... ...	1,00	Silte argiloso pouco arenoso, marrom amarelado, pouco plástico, heterogêneo, de baixa resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)
02 m		..... ..... ...	2,00	
03 m		..... ..... ...	3,00	
04 m		..... ..... ...	4,00	
05 m			5,00	
			04,00m	LIMITE DA PERFURAÇÃO: 04,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.
Início: 05/12/2020		RLT: 149/2020		CLIENTE: MMGB Engenharia.
Término: 05/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01		
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada.			RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.			MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	

		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA		
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com				
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO				
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):	
ST 08	7618362,5678	743637,0659	258,979	
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)	Classificação
01 m	FURO SECO 05/12/2020	..... ..... ...	1,00	Silte argiloso pouco arenoso, marrom amarelado, pouco plástico, heterogêneo, de baixa resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)
02 m		..... ..... ...	2,00	
03 m		..... ..... ...	3,00	
04 m		..... ..... ...	4,00	
05 m			5,00	
			04,00m	LIMITE DA PERFURAÇÃO: 04,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.
Início: 04/12/2020		RLT: 149/2020		CLIENTE: MMGB Engenharia.
Término: 04/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01		
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada.			RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.			MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	

		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA	
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com			
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO			
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA(m):
ST 09	7618438,4648	743605,0160	253,909
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)
01 m	FURO SECO 05/12/2020	..... ..... ...	1,00
02 m		..... ..... ...	2,00
03 m		..... ..... ...	3,00
04 m		..... ..... ...	4,00
05 m			5,00
Classificação			
Silte argiloso pouco arenoso, marrom amarelado, pouco plástico, heterogêneo, de baixa resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)			
LIMITE DA PERFURAÇÃO: 04,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.			
Início: 04/12/2020		RLT: 149/2020	
Término: 04/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01	
CLIENTE: MMGB Engenharia.			
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada.		RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.		MOISES SOUSA SILVA	
		CREA 173072/D-MG	

		GEOSONDAR GEOTECNIA LTDA	
Av Dep Anuar Menhen, N°1137 – Bairro Santa Amélia – BH/MG – CEP: 31560-200 Tel: (31) 3658-0990/ (31) 99894-2606 geosondar@gmail.com			
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM A TRADO			
FURO:	COORDENADA NORTE:	COORDENADA ESTE:	COTA:
ST 10	7618483,3929	743568,9440	260,378
ESCALA MÉTRICA	NA (m)	CAMADAS	PROF.(m)
			Classificação
01 m	FURO SECO 04/12/2020	..... ..... ...	1,00
02 m		..... ..... ...	2,00
03 m			3,00
04 m			4,00
05 m			5,00
		<p>Silte pouco arenoso, com pedregulho finos e quartzosos, marrom amarelado, de média resistência ao avanço do trado. (SOLO COLUVIONAR)</p> <p>02,00m</p> <p>Silte argiloso, amarelo rósea, não plástico, localmente estruturado, de alta resistência ao avanço do trado. (SOLO RESIDUAL MADURO)</p> <p>04,00m</p> <p>LIMITE DA PERFURAÇÃO: 04,00m CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO: COTA DEFINIDA PELO CLIENTE.</p>	
Início: 04/12/2020		RLT: 149/2020	
Término: 04/12/2020		Nº DA FOLHA: 01/01	
OBRA: Sondagem a percussão com medida SPT, trado e coleta de amostra indeformada. LOCAL: BR116 - Município de Leopoldina – MG.		RESPONSÁVEL TÉCNICO: MOISES SOUSA SILVA CREA 173072/D-MG	
CLIENTE: MMGB Engenharia.			