



PTEC – PROJETO TÉCNICO DE ENGENHARIA CIVIL
INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

INTERESSADO:

MUNICÍPIO DE PINHEIRO PRETO

AV. MARECHAL COSTA E SILVA, s/nº – CENTRO – PINHEIRO PRETO/SC
CNPJ: 82.827.148/0001-69

PROCEDÊNCIA:

AV. MARECHAL CASTELO BRANCO, s/nº - CEP: 89570-000
BAIRRO CENTRO
PINHEIRO PRETO/SC

OBJETO:

ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

VANDERLEI SCHMITZ
CREA SC 147494-1

FORMAÇÃO:

ENGENHEIRO CIVIL
ENPECIALISTA EM ENGENHARIA GEOTECNICA

REPRESENTANTE LEGAL PELA EMPRESA V7 STUDIO DE ENGENHARIA

RUA 7 DE SETEMBRO, 547 SALA 6 – BAIRRO SETE DE SETEMBRO – GASPAR/SC

Revisão

R00: 04 de janeiro de 2023



SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
2.	OBJETIVO	4
3.	LOCALIZAÇÃO	4
4.	NORMAS.....	5
5.	ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO.....	5
6.	PONTOS DE REFERÊNCIA	6
6.1.	PONTO DE REFERÊNCIA 01.....	6
6.2.	PONTO DE REFERÊNCIA 02	7
7.	PONTO DAS AMOSTRAS	7
7.1.	PONTO DE COLETA 01.....	7
7.2.	PONTO DE COLETA 02.....	8
7.3.	PONTO DE COLETA 03.....	8
8.	EXTRAÇÃO DOS BLOCOS.....	9
8.1.	BLOCO 01.....	9
8.2.	BLOCO 02.....	10
8.3.	BLOCO 03.....	10
9.	EXTRAÇÃO	10
9.1.	BLOCO 01.....	11
9.2.	BLOCO 02.....	11
9.3.	BLOCO 03.....	11
10.	PREPARO DAS AMOSTRAS.....	12
10.1.	BLOCO 01.....	12
10.2.	BLOCO 02.....	13
10.3.	BLOCO 03.....	13
11.	TALHAGEM.....	13
11.1.	BLOCO 01	14
11.2.	BLOCO 02.....	14
11.3.	BLOCO 02.....	14
12.	AMOSTRA FINAL.....	15
12.1.	AMOSTRA 01.....	15



12.2. AMOSTRA 02	16
12.3. AMOSTRA 02	16
13. PARÂMETROS DO ENSAIO	16
13.1. RESULTADO AMOSTRA 01	17
13.2. RESULTADO AMOSTRA 02	19
13.3. RESULTADO AMOSTRA 03	21
14. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24



1. INTRODUÇÃO

Os solos apresentam grandes variações na sua constituição e nas suas características mecânicas. Assim, conhecer o seu comportamento é fundamental para que seja possível o correto dimensionamento das mais variadas estruturas de engenharia. Uma importante característica do solo é a resistência ao cisalhamento. Este dado é utilizado em inúmeros cálculos de dimensionamento de obras em terra e fundações (OWNTEC, 2022).

2. OBJETIVO

O presente relatório apresenta as informações básicas referente a coleta de 3 (três) amostras indeformadas de solo para a realização do ensaio de cisalhamento direto com o objetivo da obtenção dos parâmetros de ângulo de atrito e coesão de cada material.

3. LOCALIZAÇÃO

A obra em questão está localizada na Av. Marechal Castelo Branco, s/nº, bairro Centro no município de Pinheiro Preto/ SC.

- Coordenadas Geográficas

Latitude	27° 2'50.53"S
Longitude	51°13'45.37"O

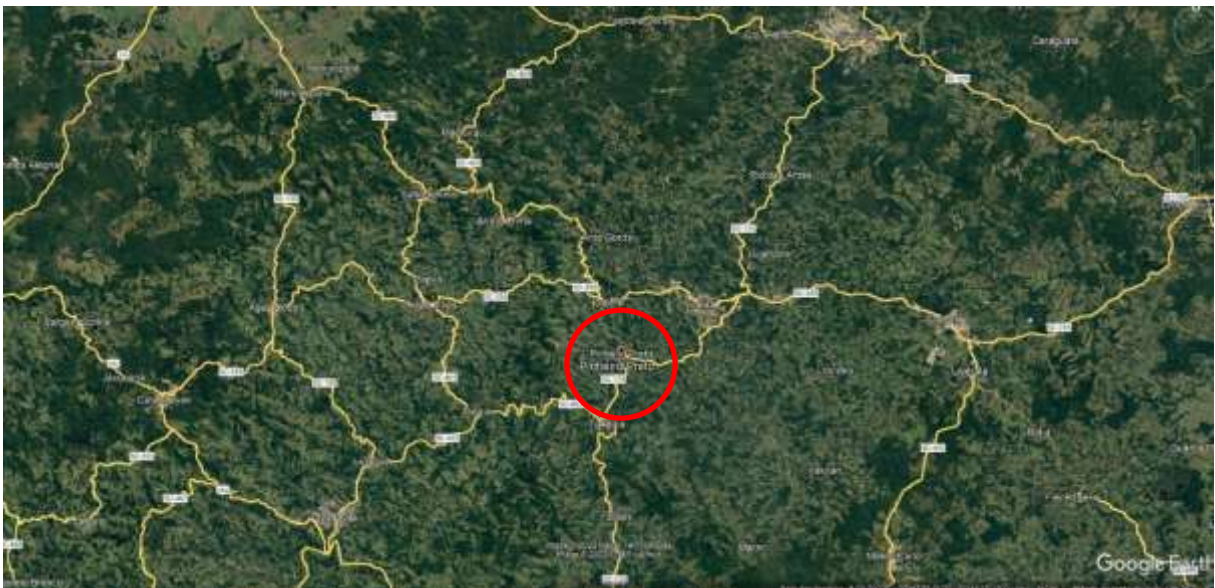


Figure 1 - Localização do estudo – Fonte: Google/2022

4. NORMAS

O ensaio realizado seguiu as orientações das normas técnicas abaixo:

- ASTM D3080:2014 – Standard Test Method for Direct Shear of Soils Under Consolidated Drained Conditions;
- DNER – ME 213/94 – Solos – Determinação do teor de umidade;
- NBR 9604:2016 – Abertura de poços e trincheiras de inspeção em solos, com retirada de amostras deformadas e indeformadas – procedimento;
- NBR 12957 – Ensaio de cisalhamento direto.

5. ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

Destinado a realizar a determinação da resistência do solo ao cisalhamento em laboratório, o equipamento MS101 - APARELHO DE CISALHAMENTO DIRETO DO SOLO permite produzir diferentes condições para estudo do comportamento do solo durante os testes. Assim, o equipamento permite a realização de atividades práticas de observação e caracterização do comportamento dos solos durante o seu cisalhamento, além de possibilitar estabelecer as relações necessárias para compreensão deste comportamento (OWNTEC, 2022).

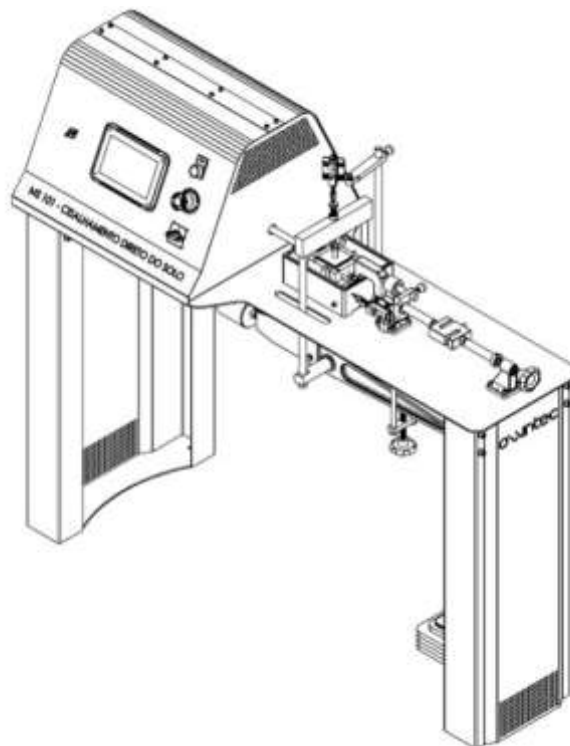


Figure 2 – Equipamento cisalhamento direto - Fonte: OWNTEC/2022

6. PONTOS DE REFERÊNCIA

No dia 22 de dezembro de 2022, no período da manhã foi coletada as amostras indeformadas de solo no PT 01 e PT 02 conforme localização apresentada na figura 3. A localização dos pontos para a coleta das amostras foi definida pelo profissional e pela engenheira Paola.



Figure 3 – Localização dos pontos de coleta – Fonte: v7/2022

6.1. PONTO DE REFERÊNCIA 01

A amostra AM 01 foi coletada no talude existente entre a via localizada a montante e um muro de concreto armado a jusante, conforme apresentado na figura 4.



Figure 4 – Localização da AM 01 – Fonte: v7/2022

6.2. PONTO DE REFERÊNCIA 02

As amostras AM 02 e AM 03 foram coletadas de uma jazida de material de horizonte A, B e C, sendo estes utilizados para obras municipais. A AM 01 foi coletada na faixa estratigráfica de horizonte B e a AM 03 foi coletada na faixa estratigráfica de transição entre os horizontes B e C, conforme apresentado na figura 5.



Figure 5 – Localização da AM 02 e AM 03 – Fonte: v7/2022

7. PONTO DAS AMOSTRAS

7.1. PONTO DE COLETA 01



Figure 6 – Material de coleta da AM 01 - Fonte: v7/2022

A figura 06 apresenta as características do material e a superfície selecionada para extrair o bloco indeformado da AM 01. Durante a escavação foi constatado que o material que foi constituído o talude se tratava de material de aterro mal compactado com a presença de matações com diâmetros variados. Também foi constatado a presença de raízes, o material possuía elevada umidade, além de lentes secas de um possível caminho de água durante longos períodos de chuva. Após encontrar um lugar com menos interferências iniciou-se a escavação de forma manual até chegar à cota de moldagem da amostra. Nesse ponto foi retirado aproximadamente 0,60 de solo superficial.

7.2. PONTO DE COLETA 02

A figura 07 apresenta as características do material e a superfície selecionada para extrair o bloco indeformado da AM 02 a uma profundidade de 1,70 m. Durante a inspeção tátil e visual do talude exposto foi constatado que o material possuía características argilosas de coloração marrom, a consistência era frágil ao aperto de mão e apresentava ressecamento. A partir do ponto escolhido iniciou-se a escavação de forma manual até chegar à cota de moldagem da amostra. Nesse ponto foi removido aproximadamente 0,30 de solo superficial até ser observado que o material era mais rijo e com umidade mediana.



Figure 7 – Material de coleta da AM 02 - Fonte: v7/2022

7.3. PONTO DE COLETA 03

A figura 08 apresenta as características do material e a superfície selecionada para extrair o bloco indeformado da AM 03 a uma profundidade de 1,50 m. Durante a inspeção tátil e visual do talude exposto foi constatado que o material possuía características silto-argilosa de coloração marrom e roxo, a consistência era firme ao aperto de mão e apresentava ressecamento.

A partir do ponto escolhido iniciou-se a escavação de forma manual até chegar à cota de moldagem da amostra. Nesse ponto foi removido aproximadamente 0,30 de solo superficial até ser observado que o material era mais rijo e com umidade mediana.



Figure 8 – Material de coleta da AM 03 - Fonte: v7/2022

8. EXTRAÇÃO DOS BLOCOS

Após a escavação ter chegado na cota de coleta, raspa-se de forma manual cerca 5,0 cm de material superficial com o objetivo de retirar o material amolgado da superfície. Na sequência inicia-se a escavação (lenta) através de ferramentas manuais (pá e enxadão) até obter uma forma cilíndrica conforme apresentado na figura 9, 10 e 11. Com a utilização de um facão a amostra é torneada nas dimensões 20 x 30 cm. O processo deverá ser bem devagar a fim de minimizar a perturbação da amostra. O processo descrito foi repetido na extração da AM 01, 02 e 03.

8.1. BLOCO 01



Figure 9 – Escavação do bloco da AM 01 – Fonte: v7/2022

8.2. BLOCO 02



Figure 10 – Escavação do bloco da AM 02 – Fonte: v7/2022

8.3. BLOCO 03



Figure 11 – Escavação do bloco da AM 03 – Fonte: v7/2022

9. EXTRAÇÃO

Após finalizado o processo de talha, os blocos foram confinados em recipientes de PVC contendo 20 cm de diâmetro e 25 cm de altura para evitar que o material segregue durante o transporte. Em seguida foi feito a raspagem do excesso de material para que posteriormente aplicasse parafina na abertura inferior e superior

O procedimento é essencial para que a umidade natural do material seja conservada durante o deslocamento das mesmas até o laboratório. As amostras obtêm cerca de 0,008 m³ de volume de solo e peso aproximado de 14 kg. Antes de remover a amostra da trincheira foi marcado a superfície superior do cilindro.

9.1. BLOCO 01



Figure 12 – Conformação e confinamento da AM 01 - Fonte: v7/2022

9.2. BLOCO 02



Figure 13 – Conformação e confinamento da AM 02 - Fonte: v7/2022

9.3. BLOCO 03



Figure 14 – Conformação e confinamento da AM 03 - Fonte: v7/2022

10. PREPARO DAS AMOSTRAS

Após a coleta de campo o material foi encaminhado até o laboratório para prosseguir com as etapas do ensaio, conforme figura 15, 16 e 17. Inicia colocando a amostra em uma superfície limpa e plana e com o auxílio de uma espátula e uma faca retira-se com cuidado a lâmina de parafina que cobre a superfície superior do cilindro até eliminar os vestígios da parafina. Na sequência raspa-se cerca de 3,0 a 5,0 cm do material para conformação da superfície do bloco, sendo que uma parte do material raspado será coletado para determinar a umidade natural e o demais pode ser descartado. O procedimento abrangeu o diâmetro da amostra num todo para manter a superfície plana. Estes processos serão repetidos na AM 01, 02 e 03.

10.1. BLOCO 01



Figure 15 – Raspagem superficial da AM 01 - Fonte: v7/2022

10.2. BLOCO 02



Figure 16 – Raspagem superficial da AM 02 - Fonte: v7/2022

10.3. BLOCO 03



Figure 17 – Raspagem superficial da AM 03 - Fonte: v7/2022

11. TALHAGEM

Após finalizado a etapa apresentada no item 10, crava-se no solo um anel com geometria quadrada contendo 60 x 60 mm. O procedimento deve ser manual e com o auxílio de ferramentas (espátulas e faca) raspa-se com cuidado as partículas de solo no entorno do

anel. O processo repetitivo fará com que a amostra seja talhada de acordo com a geometria do anel. Na sequência aplica-se uma carga com as mãos sobre o anel para que o mesmo adentre na camada de solo, conforme figura 18, 19 e 20.

11.1. BLOCO 01



Figure 18 – Talha do corpo de prova 01 da AM 01 - Fonte: v7/2022

11.2. BLOCO 02



Figure 19 – Talha do corpo de prova 01 da AM 02 - Fonte: v7/2022

11.3. BLOCO 02



Figure 20 – Talha do corpo de prova 01 da AM 03 - Fonte: v7/2022

Após o processo de cravamento raspa-se o excesso de material da parte superior da amostra para manter a mesma altura do anel. Em seguida a amostra é cortada na sua face inferior e raspado o excesso de material para manter as mesmas geometrias do anel. Estes processos serão repetidos na AM 01, 02 e 03.

12. AMOSTRA FINAL

O resultado final da talha do anel está apresentado com as mesmas geometrias do anel de alumínio que possui 100 x 100 x 2 mm, conforme figura 21, 22 e 23.

12.1. AMOSTRA 01



Figure 21 – Resultado final do anel + solo da AM 01 - Fonte: V7/2022

12.2. AMOSTRA 02



Figure 22 – Resultado final do anel + solo da AM 02 - Fonte: V7/2022

12.3. AMOSTRA 02



Figure 23 – Resultado final do anel + solo da AM 03 - Fonte: V7/2022

O procedimento se repete por no mínimo 3 vezes para cada amostra de solo. Após finalizada a preparação das amostras nos anéis inicia-se o ensaio de cisalhamento direto. Estes processos serão repetidos na AM 01, 02 e 03

13. PARÂMETROS DO ENSAIO

A amostra de solo envolvida pelo anel será transferida para a caixa de cisalhamento composta pelos itens apresentados na figura 24 e 25.



Figure 24 – Componentes que compõem a caixa de cisalhamento - Fonte: V7/2022



Figure 25 – Caixa de cisalhamento finalizada - Fonte: V7/2022

Antes de iniciar o ensaio de cisalhamento o material foi saturado e adensado por cerca de 540 minutos, atendendo as características dos materiais.

13.1. RESULTADO AMOSTRA 01

O gráfico 01 se refere as tensões máximas de pico e o a deslocamento horizontal após aplicação de tensões de 29,43; 58,86 e 117,72 kPa.

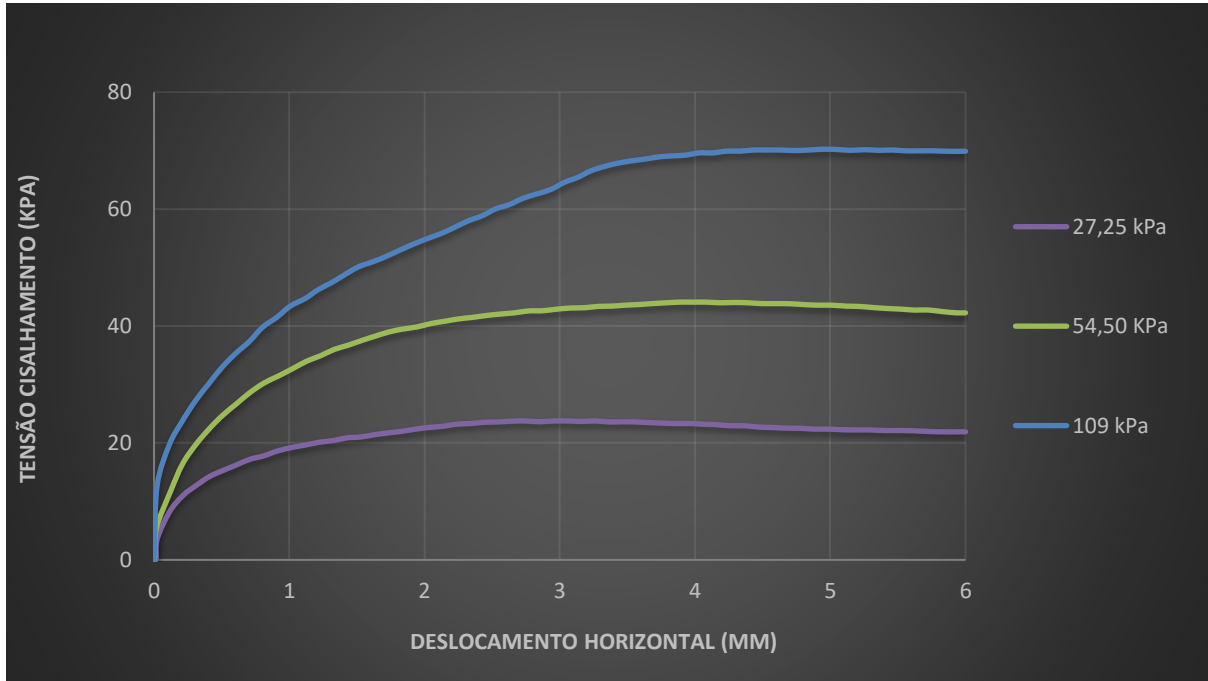


Gráfico 1 - Tensão x deslocamento da AM 01 - Fonte: V7/2022

O gráfico 02 se refere ao deslocamento horizontal e vertical após aplicação de tensões de 29,43; 58,86 e 117,72 kPa.

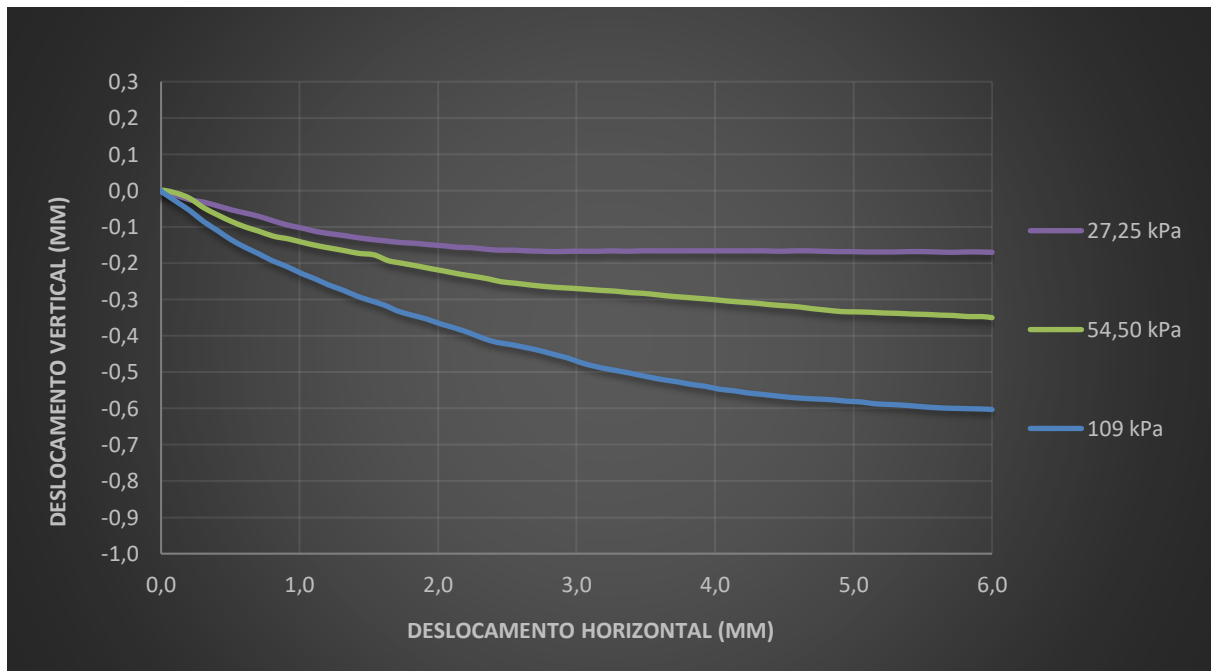


Gráfico 2 – Deslocamento vertical x horizontal da AM 01 - Fonte: V7/2022

O gráfico 03 (linha azul) se refere a envoltória de resistência, sendo esta fundamental para determinar o valor do ângulo de atrito e coesão. A linha vermelha se refere a envoltória de resistência residual.

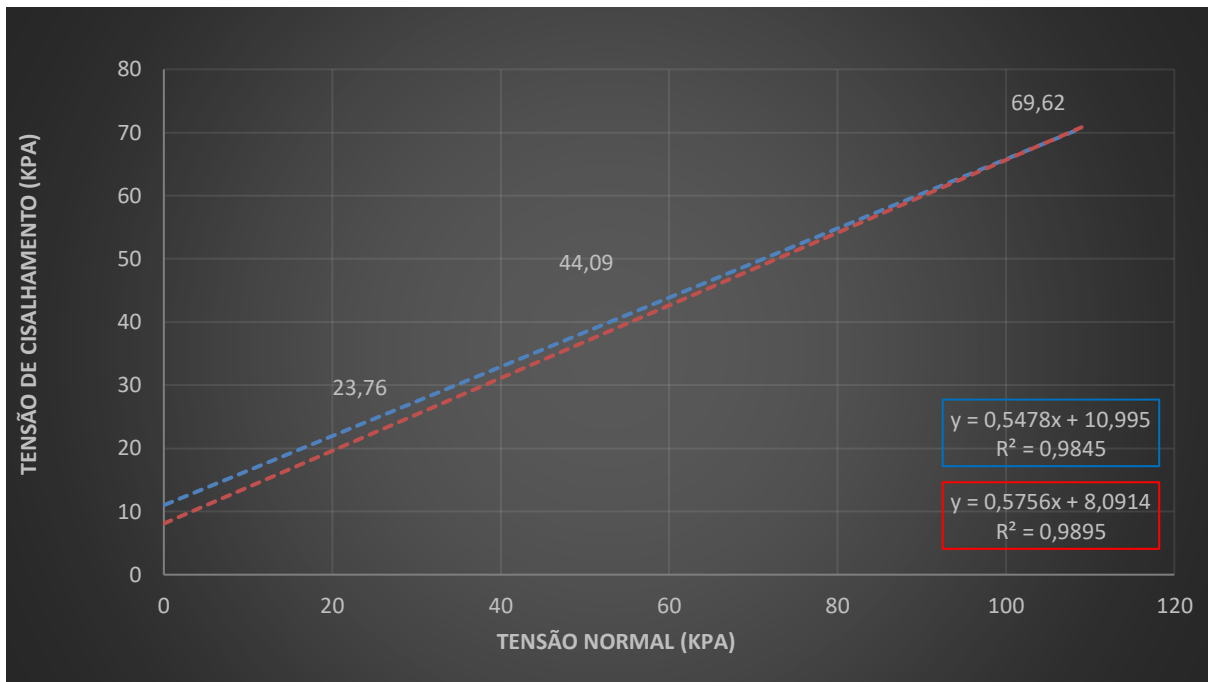


Gráfico 3 – Envoltória de resistência da AM 01 - Fonte: V7/2022

A figura 26 apresenta os três corpos de prova após o ensaio de cisalhamento direto. No meio de cada amostra é possível observar a linha de ruptura.



Figure 26 – Resultado final após o ensaio da AM 01 - Fonte: V7/2022

13.2. RESULTADO AMOSTRA 02

O gráfico 04 se refere as tensões máximas de pico e o a deslocamento horizontal após aplicação de tensões de 24,52; 49,05 e 98,10 kPa.

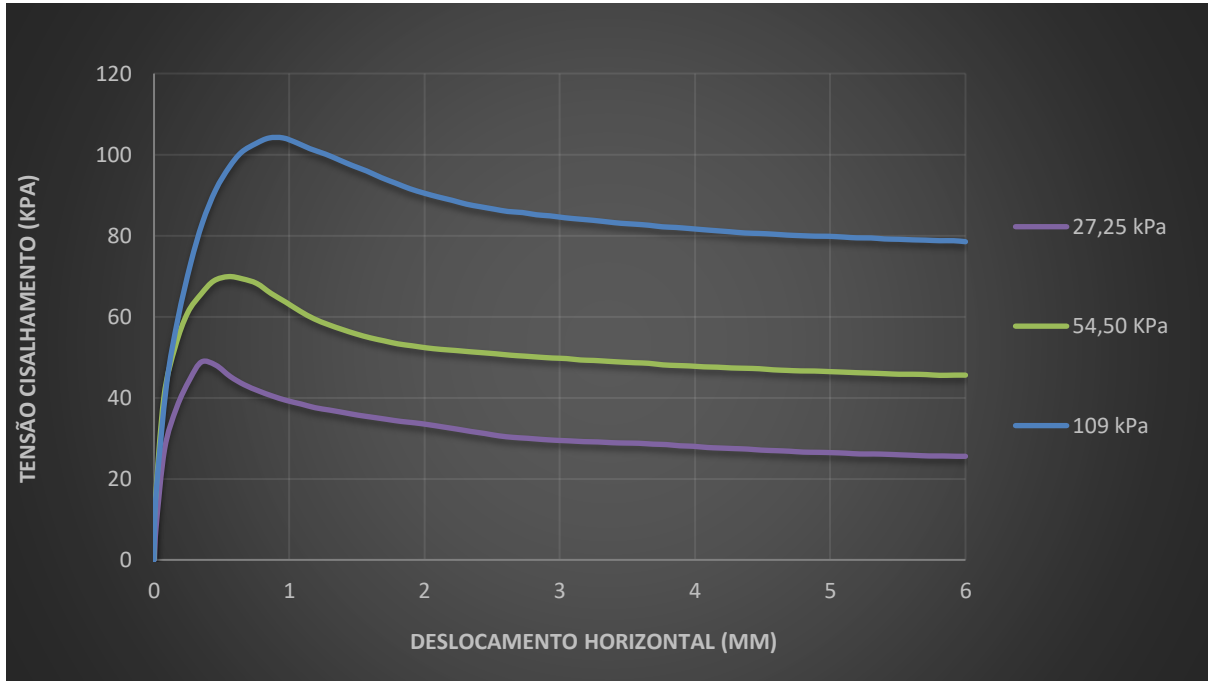


Gráfico 4 - Tensão x deslocamento da AM 02- Fonte: V7/2022

O gráfico 05 se refere ao deslocamento horizontal e vertical após aplicação de tensões de 24,52; 49,05 e 98,10 kPa.

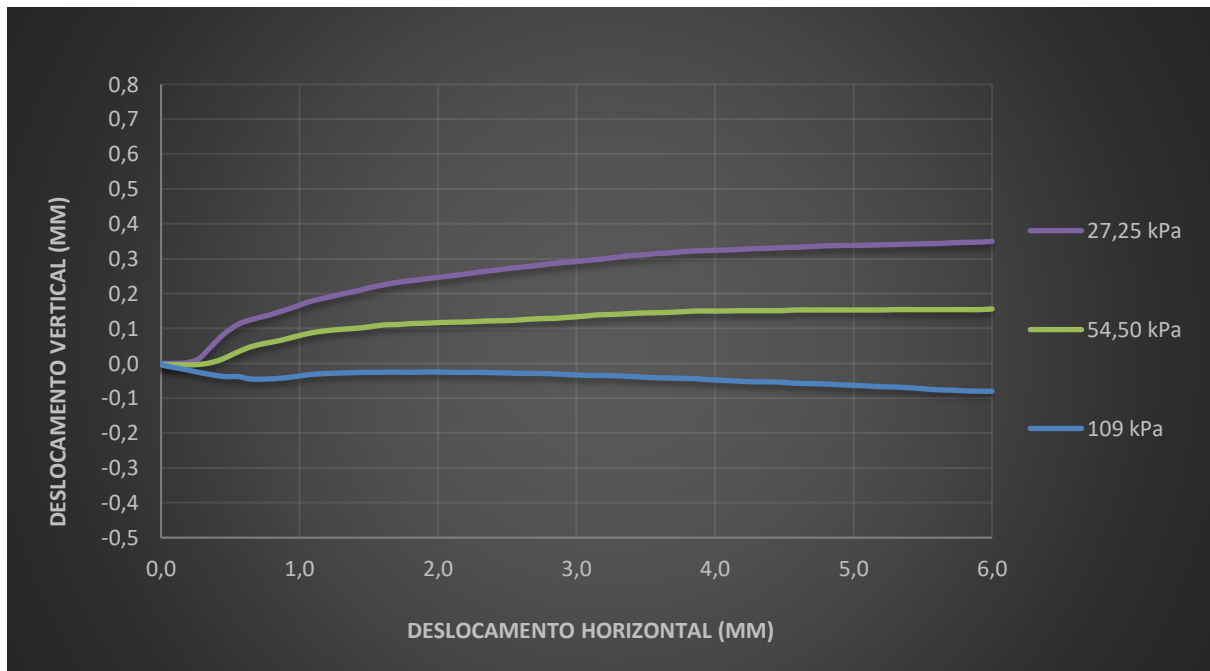


Gráfico 5 – Deslocamento vertical x horizontal da AM 02- Fonte: V7/2022

O gráfico 06 se refere a envoltória de resistência, sendo esta fundamental para determinar o valor do ângulo de atrito e coesão. A linha vermelha se refere a envoltória de resistência residual.

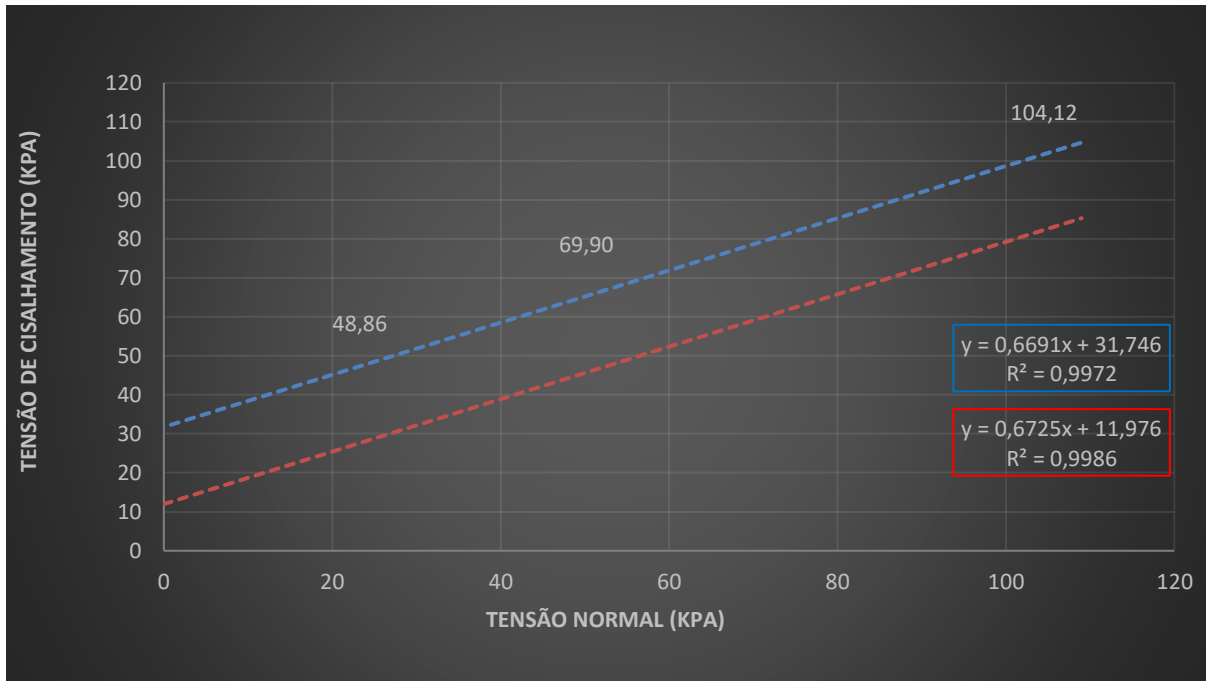


Gráfico 6 – Envoltória de resistência da AM 03- Fonte: V7/2022

A figura 27 apresenta os três corpos de prova após o ensaio de cisalhamento direto. No meio de cada amostra é possível observar a linha de ruptura.



Figure 27 – Resultado final após o ensaio da AM 03- Fonte: V7/2022

13.3. RESULTADO AMOSTRA 03

O gráfico 07 se refere as tensões máximas de pico e o a deslocamento horizontal após aplicação de tensões de 24,52; 49,05 e 98,10 kPa.

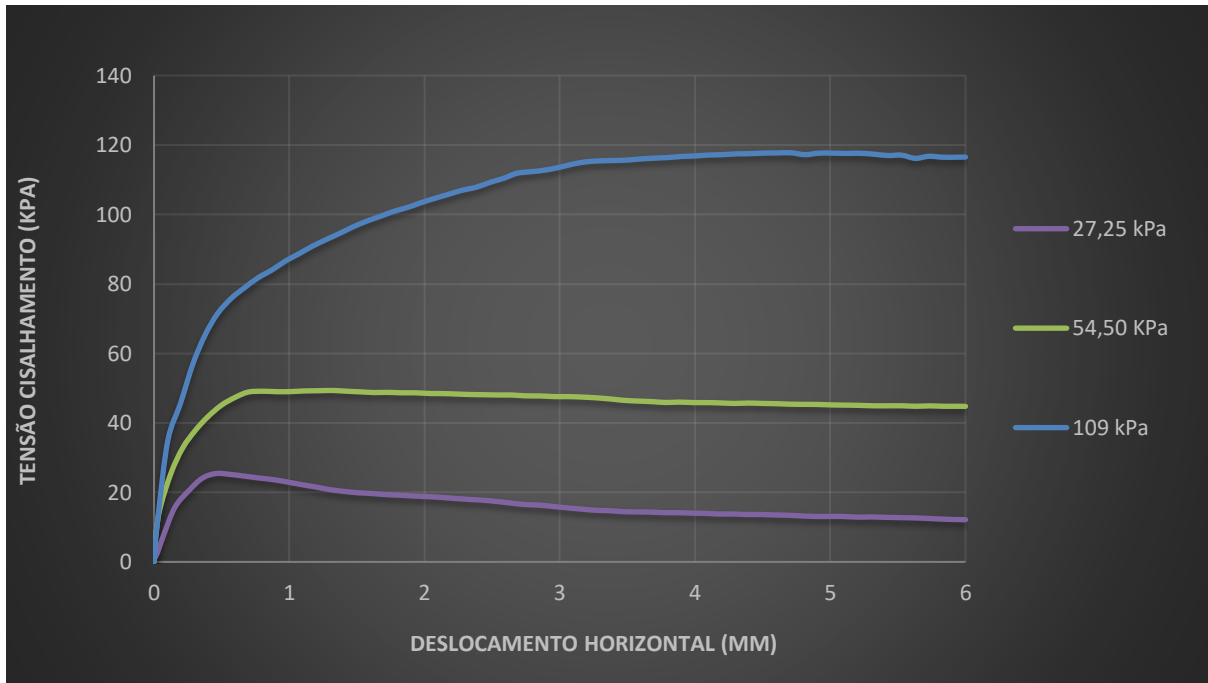


Gráfico 7 - Tensão x deslocamento da AM 03 - Fonte: V7/2022

O gráfico 08 se refere ao deslocamento horizontal e vertical após aplicação de tensões de 24,52; 49,05 e 98,10 kPa.

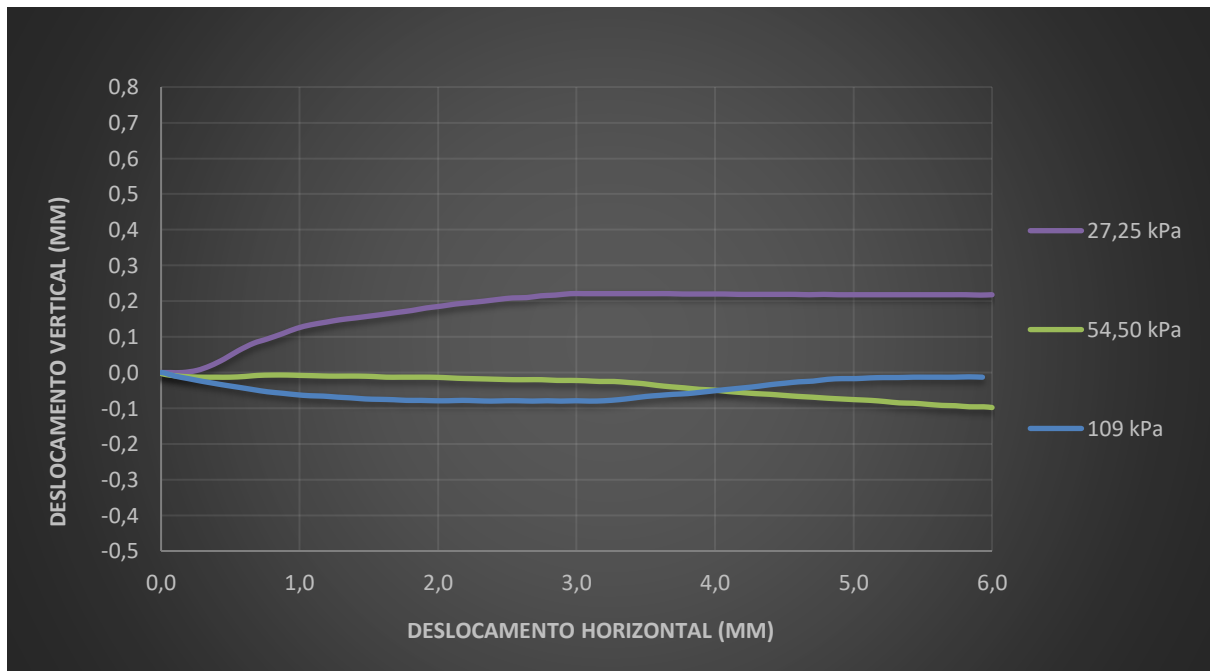


Gráfico 8 – Deslocamento vertical x horizontal da AM 03 - Fonte: V7/2022

O gráfico 09 se refere a envoltória de resistência, sendo esta fundamental para determinar o valor do ângulo de atrito e coesão. A linha vermelha se refere a envoltória de resistência residual.

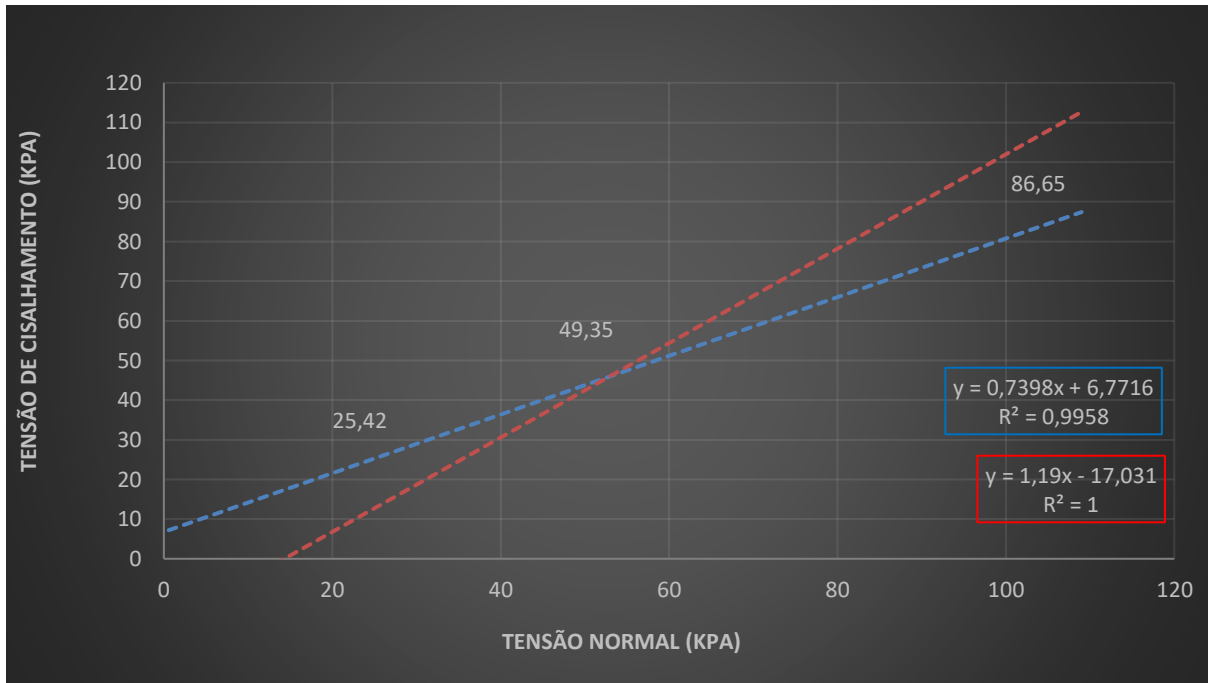


Gráfico 9 – Envoltória de resistência da AM 03 - Fonte: V7/2022

A figura 28 apresenta os três corpos de prova após o ensaio de cisalhamento direto. No meio de cada amostra é possível observar a linha de ruptura.



Figure 28 – Resultado final após o ensaio da AM 03 - Fonte: V7/2022



14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto segue os dados finais referente ao peso específico natural, saturado, umidade natural, ângulo de atrito e coesão e da referida amostra de solo.

Amostra	Peso específico kN/m ³	Peso saturado kN/m ³	Umidade natural (%)	Ângulo atrito (ϕ)	Coesão (Kpa)	Material
AM 01	16,42	19,18	39,46	28,70	10,99	Material aterro
AM 02	17,72	22,26	33,38	33,79	31,75	Argila marrom
AM 03	17,65	26,31	31,68	36,49	6,77	Silte Argiloso marrom e roxo

Tabela 1 - Resultado final - Fonte: V7/2022

O material coletado na AM 01 apresentou boas características conforme apresentado na tabela 01. Entretanto, à composição (matacos x solo), a presença de raízes e o excesso de infiltração de água no solo, contribuiu para que o material virgem perdesse qualidade na sua resistência.

Caso em projeto recomenda-se a substituição do material recomenda-se a utilização do material da AM 02 por possuir boas características de ângulo de atrito e coesão se aplicados de forma correta.

A classificação do material foi através da inspeção tátil e visual. Portanto pode haver discrepâncias na classificação do material. O resultado do ensaio de granulometria e ensaio de sedimentação será apresentado no estudo geotécnico.

Por ser expressão da verdade os dados apresentados acima, assino o presente.

Gaspar, 14 de novembro de 2022.

V7 STUDIO DE ENGENHARIA

Vanderlei Schmitz

Engenheiro Civil

CREA-SC 147494-1



1. Responsável Técnico

VANDERLEI SCHMITZ

Título Profissional: Engenheiro Civil

RNP: 2516185570

Registro: 147494-1-SC

Empresa Contratada: VANDERLEI SCHMITZ - ENGENHARIA CIVIL

Registro: 188705-3-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: MUNICÍPIO DE PINHEIRO PRETO

CPF/CNPJ: 82.827.148/0001-69

Endereço: AV. MARECHAL COSTA E SILVA

Nº: s/n

Complemento: OBRA PRÓXIMO A PONTE

Bairro: CENTRO

Cidade: PINHEIRO PRETO

UF: SC

CEP: 89570-000

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R\$ 4.531,84

Honorários:

Ação Institucional:

Contrato: Celebrado em:

Vinculado à ART:

Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: MUNICÍPIO DE PINHEIRO PRETO

CPF/CNPJ: 82.827.148/0001-69

Endereço: AV. MARECHAL CASTELO BRANCO

Nº: s/n

Complemento: OBRA PRÓXIMO A PONTE

Bairro: CENTRO

Cidade: PINHEIRO PRETO

UF: SC

CEP: 89570-000

Data de Início: 22/12/2022

Data de Término: 15/03/2023

Coordenadas Geográficas:

Código:

Finalidade:

4. Atividade Técnica

Análise	Ensaio	Laudo
Controle Tecnológico de Solo para obras de Construção Civil		
	Dimensão do Trabalho:	3,00 Unidade(s)
Escavação em Terra	Avaliação	Mensuração Laudo
	Dimensão do Trabalho:	3,00 Unidade(s)
Solos	Avaliação	Laudo
	Dimensão do Trabalho:	3,00 Unidade(s)

5. Observações

Coleta de 03 amostras indeformadas de solo para determinação de: peso específico natural e saturado, ensaio de cisalhamento direto para obtenção de coesão e ângulo de atrito.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

AEAMVI - 5

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

PINHEIRO PRETO - SC, 04 de Janeiro de 2023

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
 Situação do pagamento da taxa da ART em 04/01/2023: TAXA DA ART A PAGAR
 Valor ART: R\$ 96,62 | Data Vencimento: 16/01/2023 | Registrada em: 04/01/2023
 Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número: 14002304000024990

VANDERLEI SCHMITZ

032.811.269-01

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Contratante: MUNICÍPIO DE PINHEIRO PRETO

82.827.148/0001-69