

PROJETO BÁSICO

PROJETO BÁSICO DE TÚNEL DE MACRODRENAGEM PARA CONTROLE DE CHEIAS NA BACIA DO RIO XANXERÊ



CAPÍTULO 7

DETALHAMENTO DO PROJETO

RELATÓRIO FINAL
VOLUME I – TEXTOS

PMX-B-GRRL-0001

SUMÁRIO

7.	DETALHAMENTO DO PROJETO.....	339
7.1	SOLUÇÕES DE DRENAGEM URBANA.....	339
7.2	DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DO TÚNEL DE DRENAGEM.....	340
7.3	CAMPANHA DE SONDAGEM.....	341
7.3.1	Sondagem a Percussão (SPT).....	342
7.3.2	Sondagens mistas.....	342
7.3.2.1	SM01.....	344
7.3.2.2	SM02.....	347
7.3.2.3	SM03.....	349
7.3.2.4	SM04.....	353
7.3.2.5	SM05.....	356
7.3.2.6	SM06.....	359
7.3.2.7	SM07.....	363
7.4	DIMENSIONAMENTO DO TÚNEL ADUTOR.....	365
7.5	DIMENSIONAMENTO DO MURO DE CAPTAÇÃO.....	366
7.6	EMBOQUE E DESEMBOQUE DO TÚNEL DE MACRODRENAGEM.....	366
7.7	CORTINAS DE ESTACAS.....	369
7.8	ESCAVAÇÃO EM SOLO MOLE – EMBOQUE DO TÚNEL.....	371
7.9	ESCAVAÇÃO EM CASCALHO – EMBOQUE DO TÚNEL.....	373
7.10	MUROS – EMBOQUE DO TÚNEL.....	375
7.11	SHAFT VERTICAL.....	377
7.12	ASSINATURAS.....	380

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arranjo geral.....	341
Figura 2: Perfil longitudinal do túnel.....	341
Figura 3: Planta de locação das sondagens a percursão.....	342
Figura 4: Planta com locação das sondagens mistas.	343
Figura 5: Sondagens mistas.....	343
Figura 6: Execução de sondagem SM01.	345
Figura 7: Testemunho SM01.....	345
Figura 8: Execução de sondagem SM02.....	347
Figura 9: Testemunho SM02.....	347
Figura 10: Execução de sondagem SM03.....	350
Figura 11: Testemunho SM03.....	350
Figura 12: Execução de sondagem SM04.....	354
Figura 13: Testemunho SM04.....	354
Figura 14: Execução de sondagem SM05.....	357
Figura 15: Testemunho SM05.....	357
Figura 16: Execução de sondagem SM06.....	360
Figura 17: Testemunho SM06.....	360
Figura 18: Execução de sondagem SM07.....	364
Figura 19: Testemunho SM07.....	364
Figura 20: Dimensionamento do Túnel Adutor.....	365
Figura 21: Cálculo entrada de água.....	366
Figura 22: Planta de locação do túnel – emboque com imagem (desenho PMX-B-TUDE-0005-0 do caderno de desenhos).....	367
Figura 23: Perfil do emboque do túnel desenho (PMX-B-TUDE-0006-0 do caderno de desenhos).....	367
Figura 24: Planta do desemboque do túnel desenho (PMX-B-TUDE-0034-0 do caderno de desenhos).	368
Figura 25: Perfil do Canal de ligação do desemboque até o leito natural do Rio Xanxerê/detalhes (PMX-T-B-TUDE-0036-0 do caderno de desenhos).....	369
Figura 26: Estaca raiz (PMX-B-TUDE-0013-0).....	370

Figura 27: Estaca raiz perfil A e B (PMX-B-TUDE-0015-0).....	371
Figura 28: Planta escavação solo mole – emboque do túnel (PMX-B-TUDE-0007-0).	372
Figura 29: Seção escavação solo mole – emboque do túnel (PMX-B-TUDE-0008-0).	372
Figura 30: Seção escavação solo mole 02 – emboque do túnel (PMX-B-TUDE-0009-0).....	373
Figura 31: Planta escavação cascalho – emboque do túnel.....	374
Figura 32: Seção escavação cascalho – emboque do túnel.....	374
Figura 33: Seção escavação cascalho 02 – emboque do túnel.	375
Figura 34: Planta do muro - emboque do túnel desenho (PMX-B-TUDE-0017-0).	375
Figura 35: Seção A do muro desenho (PMX-B-TUDE-0018-0).....	376
Figura 36: Seção B do muro (cota 776,40 à 764m) desenho (PMX-B-TUDE-0019-0).	376
Figura 37: Seção B do muro (cota 764,00 a 776,40m) desenho (PMX-B-TUDE-0020-0).....	377
Figura 38: Seção B do muro (concreto projetado via seca) desenho (PMX-B-TUDE-0021-0).....	377
Figura 39: Perfil longitudinal do shaft desenho (PMX-B-TUDE-0022-0 do caderno de desenhos).....	378
Figura 40: Perfil longitudinal classes de concreto cota 764,00m à 740,53m - desenho (PMX-B-TUDE-0023-0).	379
Figura 41: Perfil longitudinal classes de concreto cota 764,00m à 740,53m - desenho (PMX-B-TUDE-0024-0).....	379

7. DETALHAMENTO DO PROJETO

Para o controle de cheias é possível elencar diversas soluções exequíveis, porém nesta primeira etapa para o controle das cheias na região central do município de Xanxerê, está prevista a implantação do túnel de macrodrenagem. Cabe ressaltar que o túnel irá minimizar os alagamentos, mas não será suficiente para acabar com as enchentes como um todo no município, onde posteriormente deverão ser empregas outras soluções conjuntas.

Diante disso, o relatório, refere-se ao projeto básico do túnel de macrodrenagem para controle das cheias na bacia do Rio Xanxerê na região central do município, de modo que, o objetivo deste documento é apresentar as campanhas de sondagem, o dimensionamento do túnel de macrodrenagem, os detalhamentos das escavações em solo, cascalho e subterrânea, assim como das estruturas de concreto.

7.1 SOLUÇÕES DE DRENAGEM URBANA

No sentido mais abrangente, a drenagem urbana engloba um conjunto de medidas destinadas a minimizar os riscos enfrentados pelas populações, reduzir os danos causados por inundações e promover o desenvolvimento urbano de maneira harmônica, coordenada e sustentável. Soluções eficazes de drenagem urbana dependem dos seguintes fatores:

- Existência de uma política para o setor que defina objetivos a serem alcançados e os meios (legais, institucionais, técnicos e financeiros) para atingi-los;
- Existência de uma política para ocupação do solo urbano devidamente articulada com a política de drenagem urbana, principalmente no que se refere à ocupação das várzeas de inundação;
- Processo de planejamento que contemple medidas de curto, médio e longo prazos em toda a bacia, e integre as medidas de drenagem de águas pluviais no complexo maior do ambiente urbano;

- Existência de entidade eficiente que domine as tecnologias necessárias, implante obras e medidas, desenvolva atividades de comunicação social, promova a participação pública, estabeleça critérios, aplique leis e normas e, enfim, exerça, de forma positiva, a liderança do setor;
- Domínio da tecnologia adequada para planejamento, projeto, construção e operação das obras;
- Organização de campanhas de educação e esclarecimento da opinião pública.

Para o município de Xanxerê, a primeira ação corretiva para melhorar a drenagem urbana do município é a implantação do túnel de drenagem.

7.2 DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DO TÚNEL DE DRENAGEM

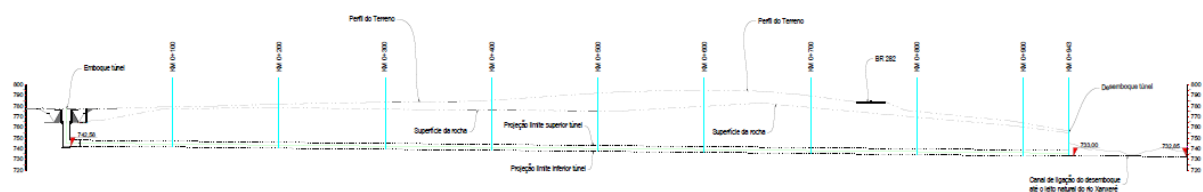
O emboque do túnel de drenagem ficará localizado na margem direita do rio Xanxerê, nas proximidades da rua Atanázio Antonio e Avenida La Salle, nas coordenadas latitude: -26.876825 ° e longitude: -52.409286°. Seguindo pela rua José Bonifácio até chegar na Rodovia Ulysses Guimarães (BR 282), o túnel passará por baixo da BR 282, sendo o seu desemboque realizado por canal de ligação entre o desemboque do túnel e a margem direita / leito do rio Xanxerê atrás da Mineral Gelos (antiga pedreira do Westrich), nas coordenadas latitude: -26,884918° e longitude: -52.406084°. Nas figuras abaixo e no desenho (PMX-B-TUDE-0001-0 e PMX-B-TUDE-0003-0) pode-se visualizar o arranjo geral do túnel de macrodrenagem e o perfil longitudinal do túnel.

Figura 1: Arranjo geral.



Fonte: o autor, 2024.

Figura 2: Perfil longitudinal do túnel.



Fonte: o autor, 2024.

7.3 CAMPANHA DE SONDAGEM

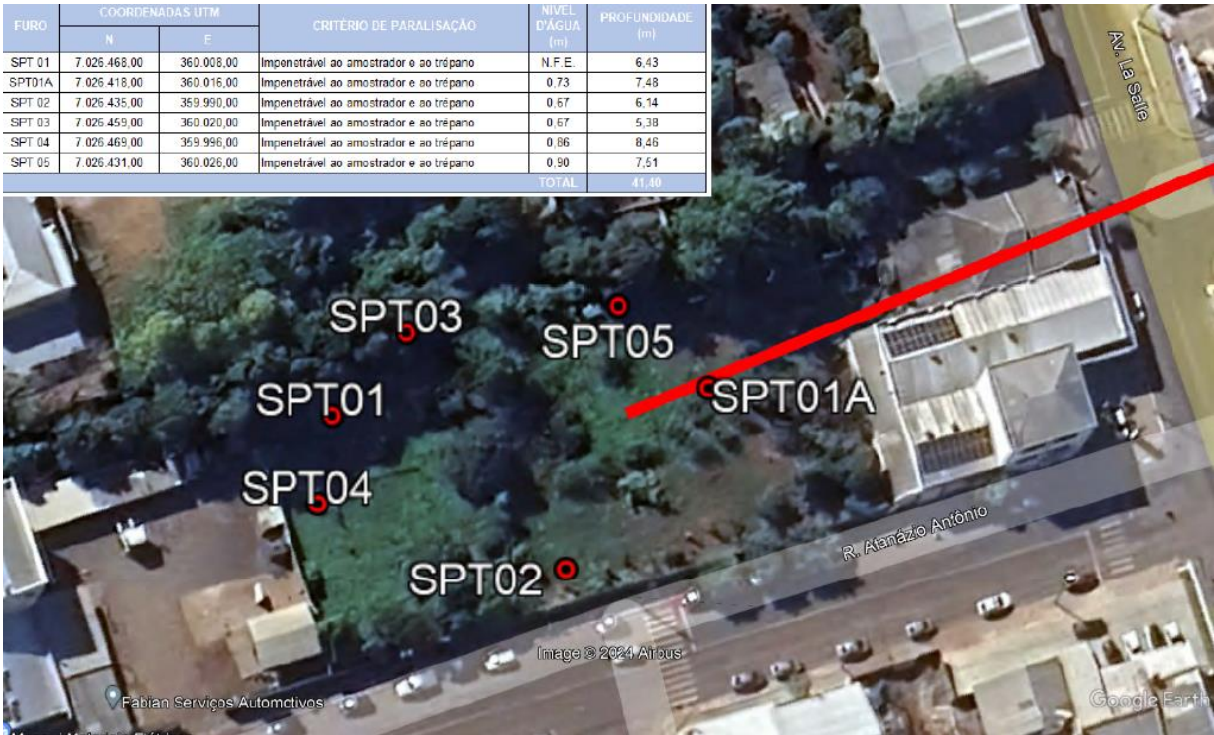
A sondagem de solo é um processo de reconhecimento e caracterização do terreno, sendo a maneira de conhecer as características do terreno. Ele extrai informações importantes que auxiliam no desenvolvimento da obra. Como por exemplo, a identificação das diferentes camadas do solo, classificação de cada camada, o nível do lençol freático e a capacidade de carga ou resistência do solo em várias profundidades.

Para o projeto do túnel de macrodrenagem, foram realizadas sondagens a percussão (SPT) e sondagens mista, que serão apresentadas a seguir.

7.3.1 Sondagem a Percussão (SPT)

Na imagem seguir serão apresentadas as sondagens a percussão que foram realizadas (cor rosa) e as coordenadas de cada sondagem. O ensaio de penetração ou Standard Penetration Teste (SPT) é executado durante a sondagem a percussão, com o propósito de se obter os índices de resistência à penetração do solo.

Figura 3: Planta de locação das sondagens a percussão.



Fonte: o autor, 2024.

7.3.2 Sondagens mistas

A seguir são apresentadas as sondagens mistas que tem o intuito de apresentar a investigação do solo e rocha existente no traçado do túnel, com uma breve descrição de cada e o registro fotográfico dos testemunhos obtidos.

Figura 4: Planta com locação das sondagens mistas.



Fonte: o autor, 2024.

Para a realização do projeto, foram previstas 7 sondagens, as quais estimou-se um perfil de solo e rocha, conforme apresentado na figura abaixo.

Figura 5: Sondagens mistas.

ITEM	SONDAGEM	PREVISTO SOLO (m)	PREVISTO ROCHA (m)	PREVISTO - PERF. TOTAL (m)	1ª FASE EXECUÇÃO (m)
1	SM01	7,50	29,00	36,50	OK
2	SM02	8,00	28,50	36,50	OK
3	SM03	10,00	32,20	42,20	OK
4	SM04	11,50	35,00	46,50	OK
5	SM05	15,00	50,00	65,00	OK
6	SM06	11,30	50,00	61,30	OK
7	SM07	9,80	40,00	49,80	OK
TOTAL (m)		73,10	264,70	337,80	272,80

Fonte: o autor, 2024.

Para a consolidação de um arranjo que pudesse seguramente abranger a contenção das cheias, foram desenvolvidos os seguintes estudos:

- Critérios de Projeto, contemplando equações e metodologias clássicas utilizadas no desenvolvimento deste relatório;

- Verificação do regime hidrológico (estudos hidrológicos) e problemática atual;
- Dimensionamento das seções transversais das obras de canalização;
- Estabelecimento do perfil longitudinal final das obras;
- Características preliminares das singularidades e obras especiais, tais como túnel de desvio de enchentes.

No projeto de drenagem da cidade de Xanxerê, foi previsto como Fase 1 a execução de um túnel adutor com seção final arco retângulo de 5,50m de altura e 4,80m de largura, ou seja, uma seção de 23,93m² e uma extensão hidráulica de 952,00m de comprimento e inclinação média de 1,00%, com sua cota de fundo inicial na el. 742,50m e término na el. 732,96m, permitindo de forma econômica e segura conduzir as cheias.

Foram executados 07 (sete) furos de sondagem rotativa mista para identificação do perfil abaixo da superfície de solo, tendo sido atingida a superfície de rocha dura, totalizando na SM-01 e SM-02 36,50 metros, e, na SM-03 42,00m e na SM-04 46,00m, SM-05 65,00m, SM-06 61,00m e SM-07 50,00m lineares de perfuração. Os furos foram realizados, estrategicamente posicionados sob o eixo do túnel adutor visando a confirmação da qualidade e classificação da rocha.

A campanha exploratória, além de seu caráter descritivo, permitiu consolidar a locação do túnel. As campanhas de sondagem realizadas e os boletins de perfil de sondagens podem ser observados nos subitens apresentados a seguir.

7.3.2.1SM01

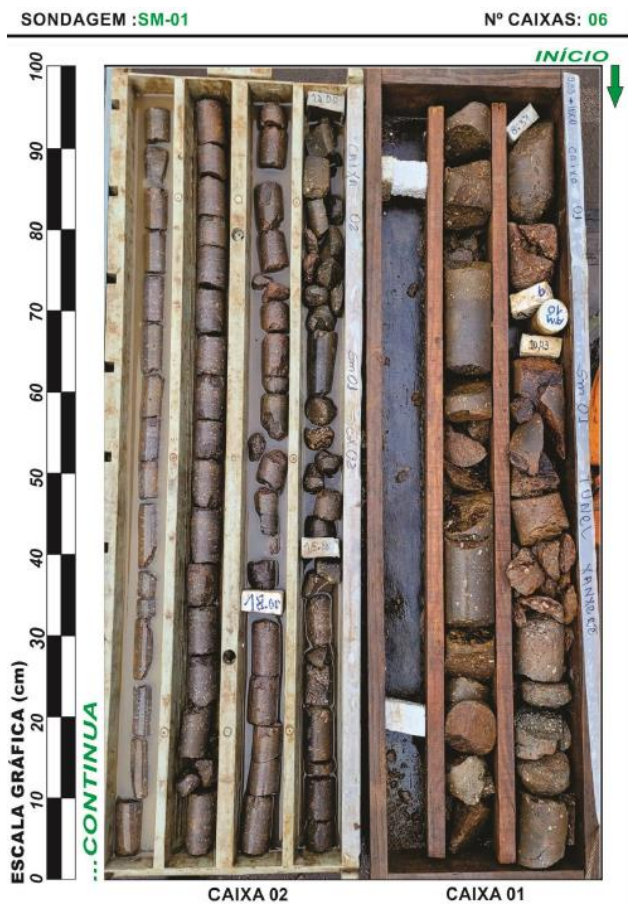
De acordo com a Geobras (2024), a sondagem mista (SM01) foi executada entre os dias 05 e 10 de abril de 2024. Atingiu 36,50 metros de profundidade, sendo limitada pelo cliente. A mesma apresentou quatro (04) camadas geológicas e cinco (05) camadas geotécnicas descritas no Boletim de Perfil Sondagem.

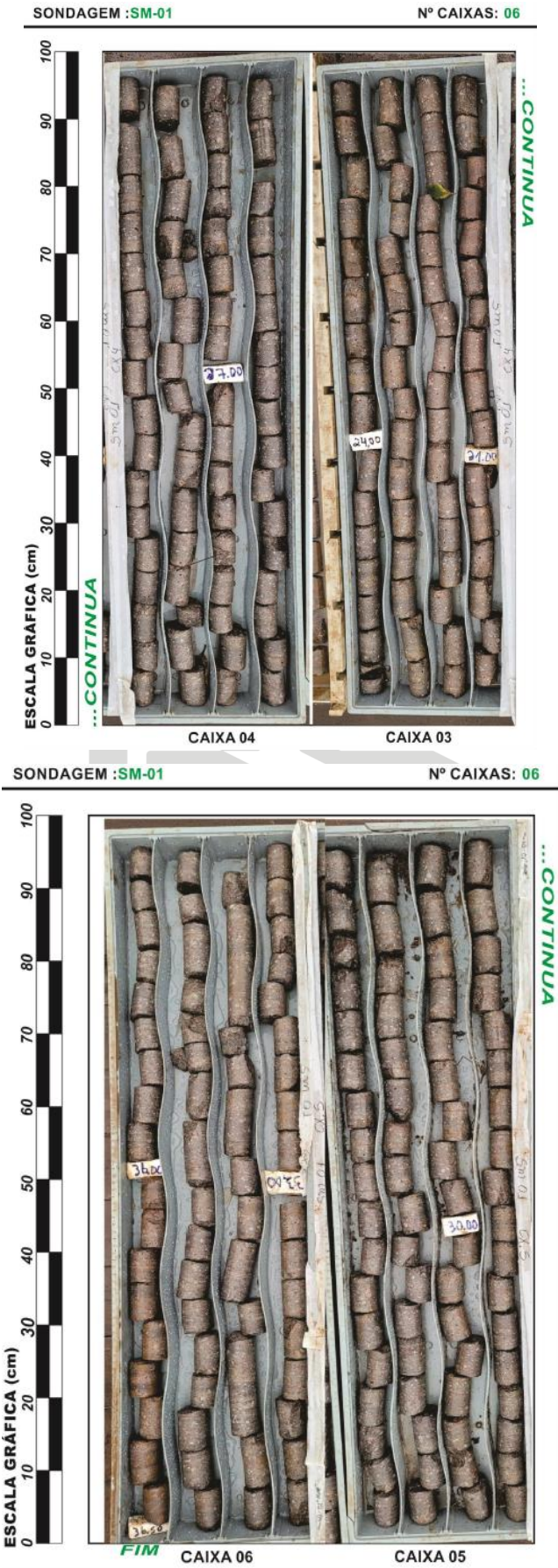
Figura 6: Execução de sondagem SM01.



Fonte: Geobras, 2024.

Figura 7: Testemunho SM01.





Fonte: CCL Serviços de Rodovias, 2024.

NÓS GERAMOS POSSIBILIDADES.
VOCÊ GERA ENERGIA.

7.3.2.2 SM02

Sondagem Mista (SM-02) foi executada entre os dias 05 e 14 de abril de 2024. Atingiu 36,50 metros de profundidade, sendo limitada pelo cliente. A mesma apresentou quatro (04) camadas geológicas e cinco (05) camadas geotécnicas descritas no Boletim de Perfil Sondagem.

Figura 8: Execução de sondagem SM02.



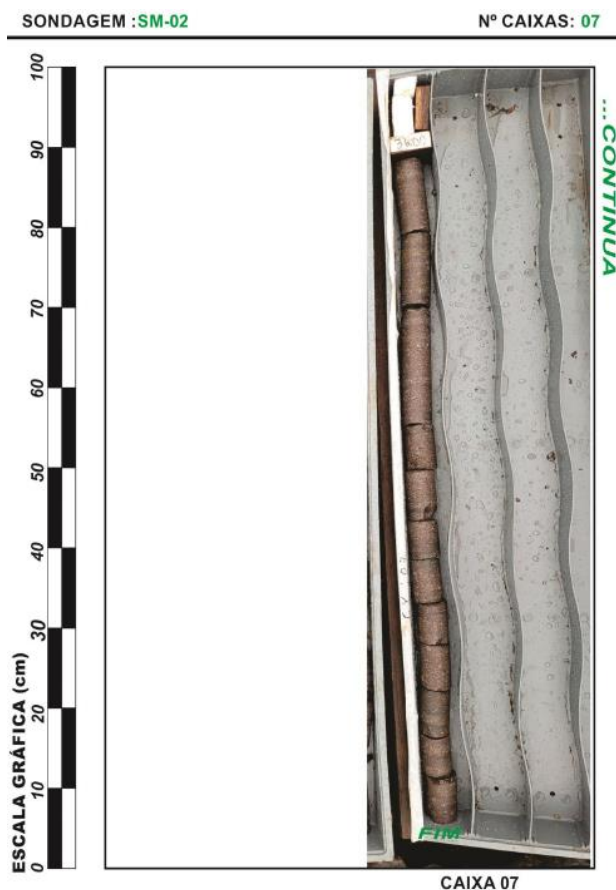
Fonte: Geobras, 2024.

Figura 9: Testemunho SM02.



NÓS GERAMOS POSSIBILIDADES.
VOCÊ GERA ENERGIA.





Fonte: CCL Serviços de Rodovias, 2024.

7.3.2.3 SM03

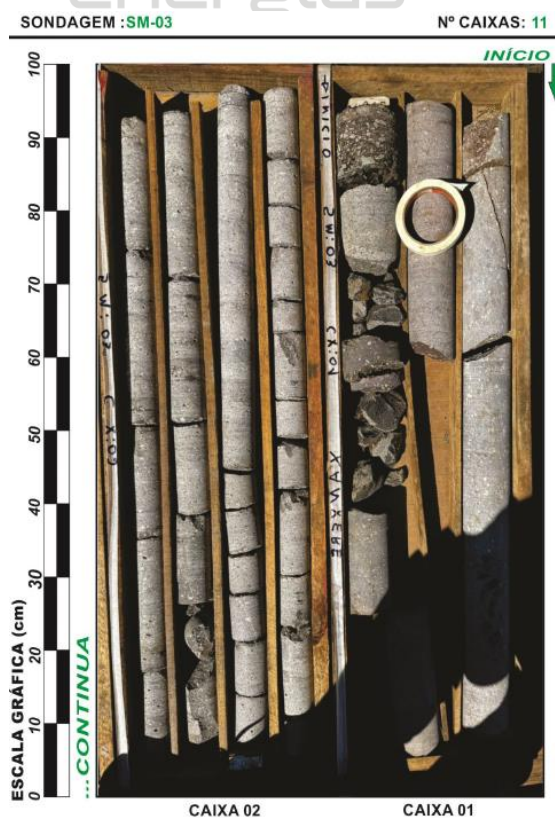
A Sondagem Mista (SM-03) foi executada entre os dias 25 e 27 de abril de 2024. Atingiu 42,00 metros de profundidade, sendo limitada pelo cliente. A mesma apresentou três (03) camadas geológicas e três (03) camadas geotécnicas descritas no Boletim de Perfil Sondagem.

Figura 10: Execução de sondagem SM03.

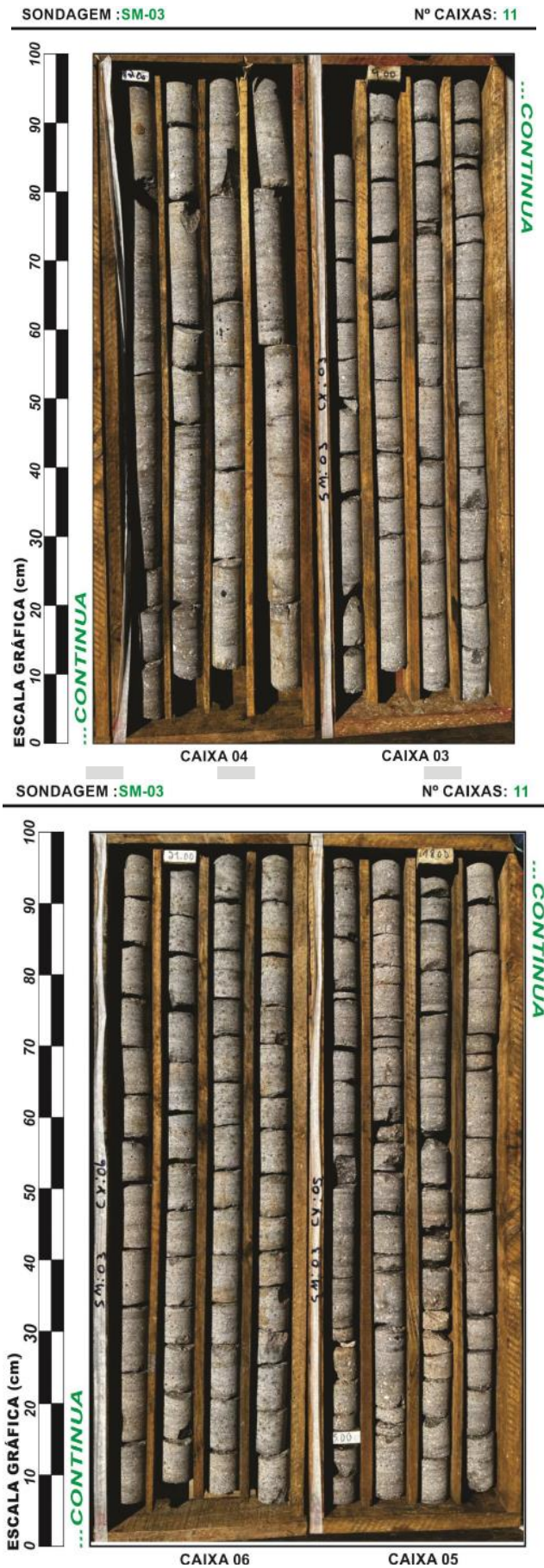


Fonte: Geobras, 2024.

Figura 11: Testemunho SM03.

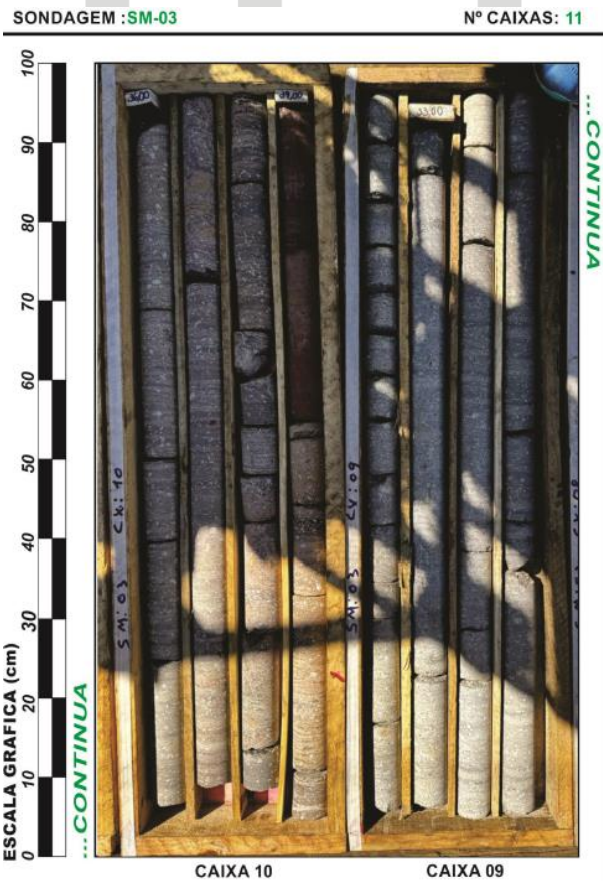
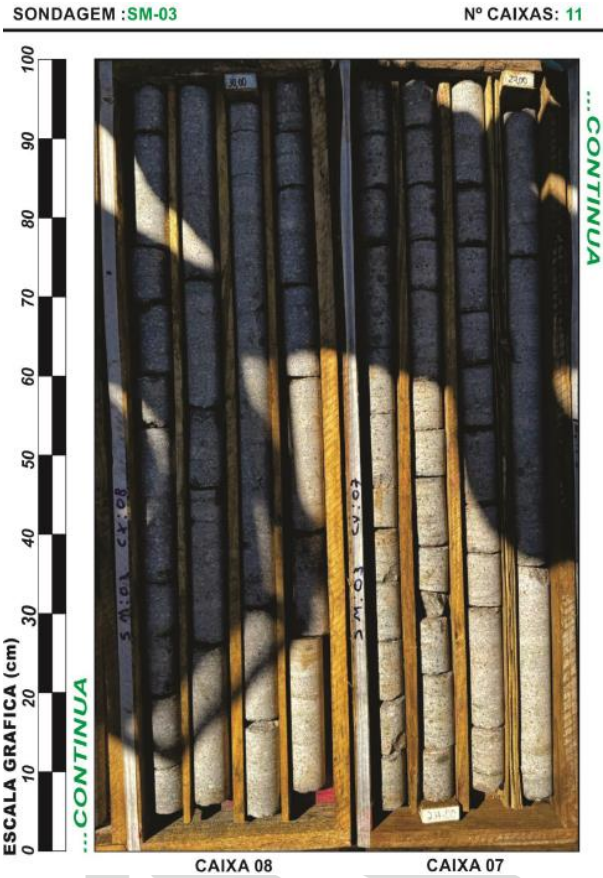


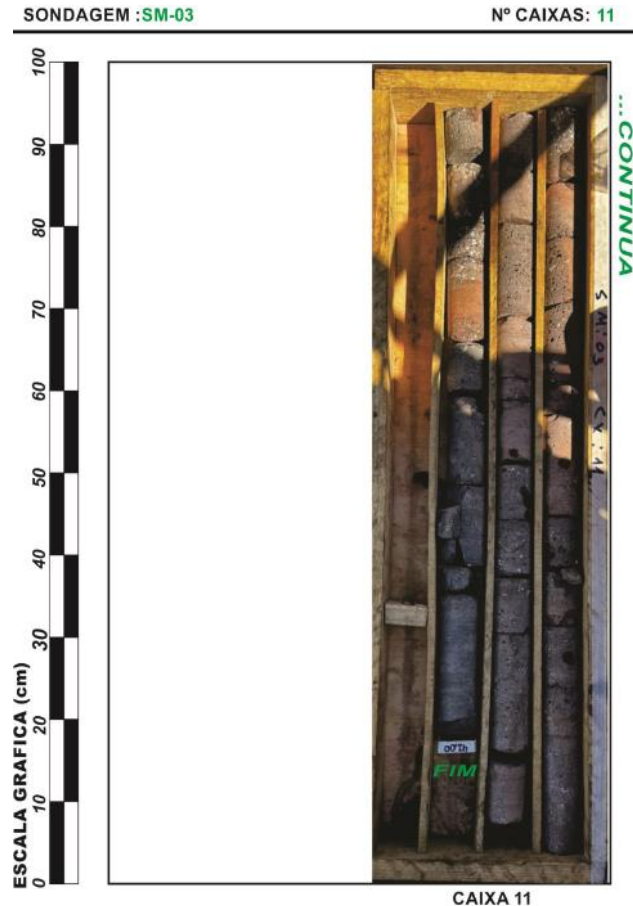
NÓS GERAMOS POSSIBILIDADES.
VOCÊ GERA ENERGIA.



SONDAGEM : SM-03

Nº CAIXAS: 11





7.3.2.4 SM04

energias
renováveis

A Sondagem Mista (SM-04) foi executada entre os dias 24 e 26 de abril de 2024, próxima ao edifício Atlanta na travessa das ruas José Bonifácio e Independência. Atingiu 46,00 metros de profundidade, sendo limitada pelo cliente. A mesma apresentou sete (07) camadas geológicas e onze (11) camadas geotécnicas descritas no Boletim de Perfil Sondagem.

Figura 12: Execução de sondagem SM04.



Fonte: Geobras, 2024.

Figura 13: Testemunho SM04.



NÓS GERAMOS POSSIBILIDADES.
VOCÊ GERA ENERGIA.





Fonte: Geobras, 2024.

7.3.2.5 SM05

A Sondagem Mista (SM-05) foi executada entre os dias 02 e 04 de maio de 2024 próximo a empresa Imprimax. Atingiu 65,00 metros de profundidade, sendo limitada pelo cliente. A mesma apresentou quatro (04) camadas geológicas e cinco (05) camadas geotécnicas descritas no Boletim de Perfil Sondagem.

Figura 14: Execução de sondagem SM05.

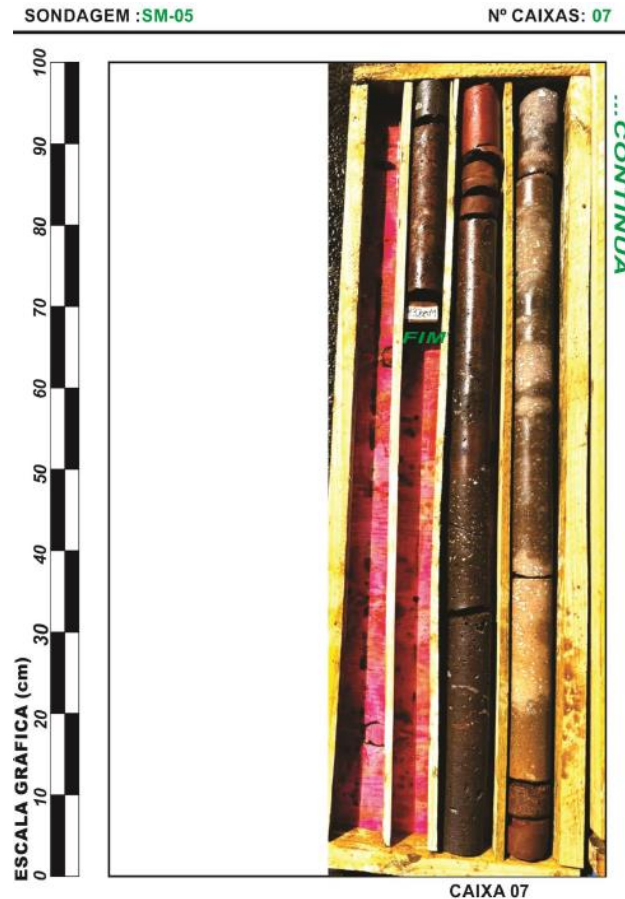


Fonte: Geobras, 2024.

Figura 15: Testemunho SM05.







7.3.2.6 SM06

A Sondagem Mista (SM-06) foi executada entre os dias 28 de abril e 01 de maio de 2024 próximo a Barbearia e ao colégio Expressivo. Atingiu 61,00 metros de profundidade, sendo limitada pelo cliente. A mesma apresentou quatro (04) camadas geológicas e seis (06) camadas geotécnicas descritas no Boletim de Perfil Sondagem.

Figura 16: Execução de sondagem SM06.



Fonte: Geobras, 2024.

Figura 17: Testemunho SM06.



SONDAGEM : SM-06

Nº CAIXAS: 12



SONDAGEM : SM-06

Nº CAIXAS: 12







Fonte: Geobras, 2024.

7.3.2.7 SM07

A Sondagem Mista (SM-07) foi executada entre os dias 24 de abril e 03 de maio de 2024 ao lado da BR 282. Atingiu 50,00 metros de profundidade, sendo limitada pelo cliente. A mesma apresentou quatro (04) camadas geológicas e cinco (05) camadas geotécnicas descritas no Boletim de Perfil Sondagem.

Figura 18: Execução de sondagem SM07.



Fonte: Geobras, 2024.

Figura 19: Testemunho SM07.



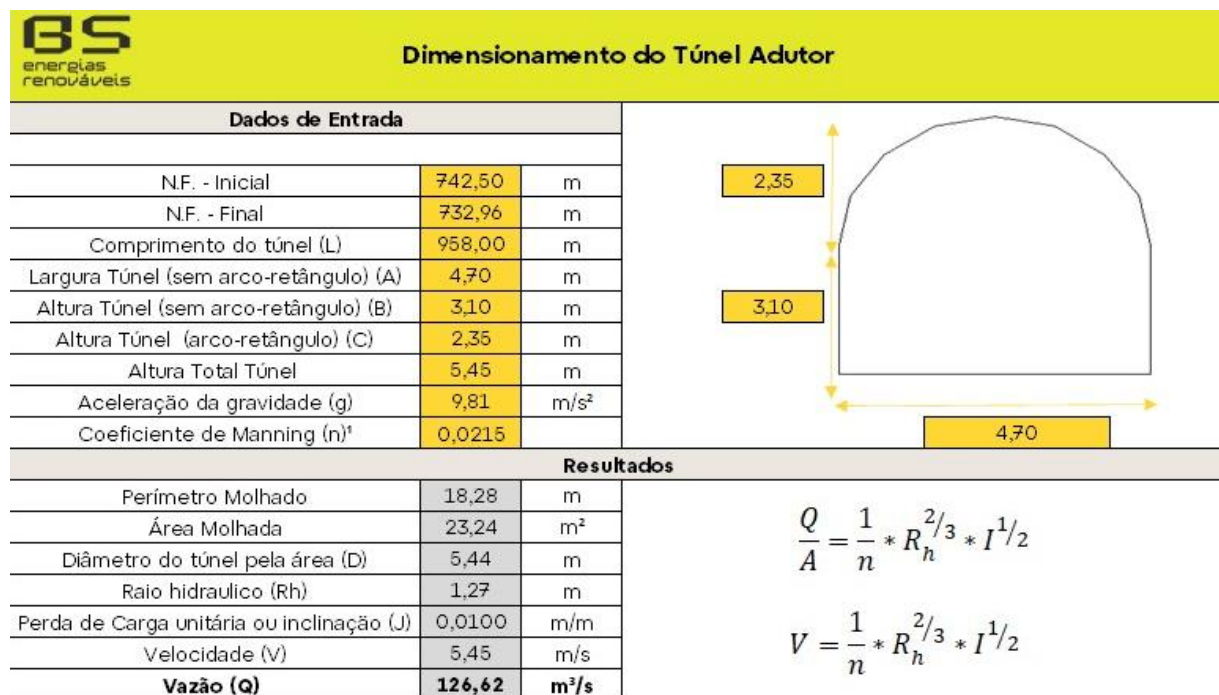
Fonte: Geobras, 2024.

NÓS GERAMOS POSSIBILIDADES.
VOCÊ GERA ENERGIA.

7.4 DIMENSIONAMENTO DO TÚNEL ADUTOR

No dimensionamento do túnel adutor considerou-se a parcela de vazões desviadas do rio Xanxerê – SC, na qual utilizou-se como referência a vazão de 126,16m³/s para a TR 100 anos, a fim de atender essa vazão adotou-se um túnel com uma área de 23,24m², com as dimensões conforme mostra a figura abaixo.

Figura 20: Dimensionamento do Túnel Adutor.



Nota:¹O coeficiente de Manning adotado foi de 0,0215, valor este entre o coeficiente sem revestimento (0,025) e do concreto (0,013), o valor adotado é maior do que o do concreto liso, pois será utilizado concreto projetado o qual tem sua superfície mais áspera, sendo que corrigirá as arestas vivas da rocha melhorando um pouco o coeficiente de rugosidade.

Fonte: o autor, 2024.

A partir da seção adotada e da declividade de 1,00%, determinou-se a velocidade de escoamento, considerando um coeficiente de rugosidade de 0,0215, o qual foi obtido por média ponderada entre os coeficientes de rugosidade 0,013 e 0,025, para concreto e rocha sem revestimento, respectivamente, de modo que, o túnel terá aproximadamente 235,00m em concreto e 723,00m em rocha sem revestimento.

Assim, a velocidade calculada foi de 5,45m/s, e quando multiplicada pela área, tem-se a vazão de escoamento de 126,62m³/s, a qual se aproxima da vazão extrema referente a TR 100 anos.

Já em relação a TR 1000 anos, está vazão representa aproximadamente 70%, onde os demais 30% seguem o seu escoamento pela calha natural do rio Xanxerê. Como citado, o túnel será escavado em rocha e nos pontos críticos, estima-se que seja necessário revestir com concreto projetado.

7.5 DIMENSIONAMENTO DO MURO DE CAPTAÇÃO

A seguir, será apresentado o cálculo do estudo de captação de água nos muros de aproximação. Foi considerado como se fosse um vertedouro de entrada, o qual foi dimensionado para suportar uma vazão de 126,16m³/s referente a uma TR de 100 anos, assim para tal adotou-se uma largura de 29,00m de comprimento. Quando o NA (nível de água) estiver na cota 778,40, tem-se uma vazão de 151,90m³/s.

Figura 21: Cálculo entrada de água.

NAM	H (m)	L (m)	g (m/s²)	Q (m³/s)	A (m²)	V (m/s)
776,90	0,40	29,00	9,81	14,67	11,60	1,26
777,40	0,90	29,00	9,81	49,52	26,10	1,90
777,90	1,40	29,00	9,81	96,08	40,60	2,37
778,40	1,90	29,00	9,81	151,90	55,10	2,76
778,90	2,40	29,00	9,81	215,65	69,60	3,10
779,40	2,90	29,00	9,81	286,43	84,10	3,41
779,90	3,40	29,00	9,81	363,62	98,60	3,69

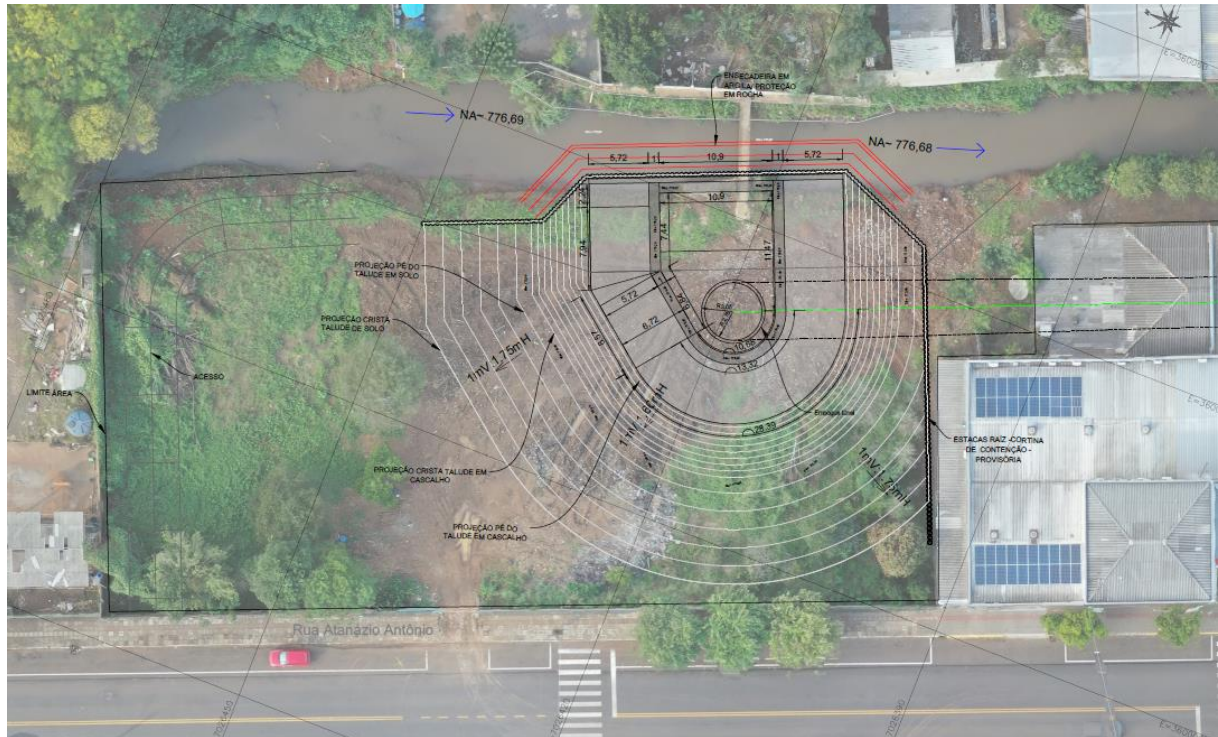
Fonte: o autor, 2024.

7.6 EMBOQUE E DESEMBOQUE DO TÚNEL DE MACRODRENAGEM

O emboque do túnel de drenagem localizado na margem direita do rio Xanxerê, nas proximidades da rua Atanázio Antonio e Avenida La Salle, nas coordenadas latitude: -26.876825 ° e longitude: -52.409286°, pode ser visualizado nas figuras abaixo.

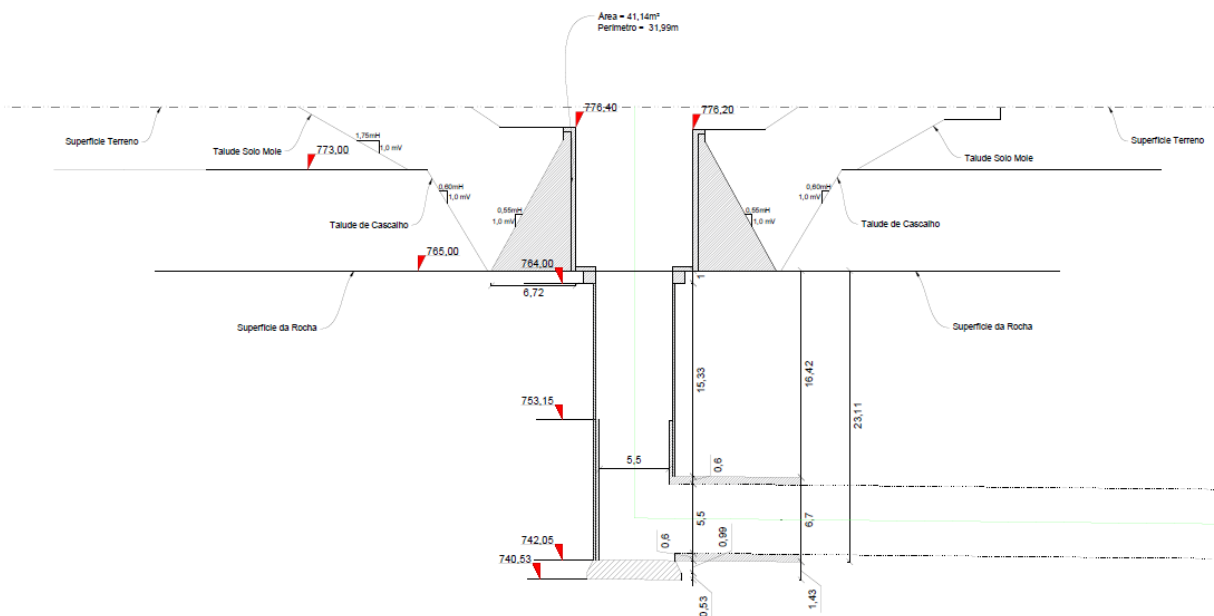
NÓS GERAMOS POSSIBILIDADES.
VOCÊ GERA ENERGIA.

Figura 22: Planta de locação do túnel – emboque com imagem (desenho PMX-B-TUDE-0005-0 do caderno de desenhos).



Fonte: o autor, 2024.

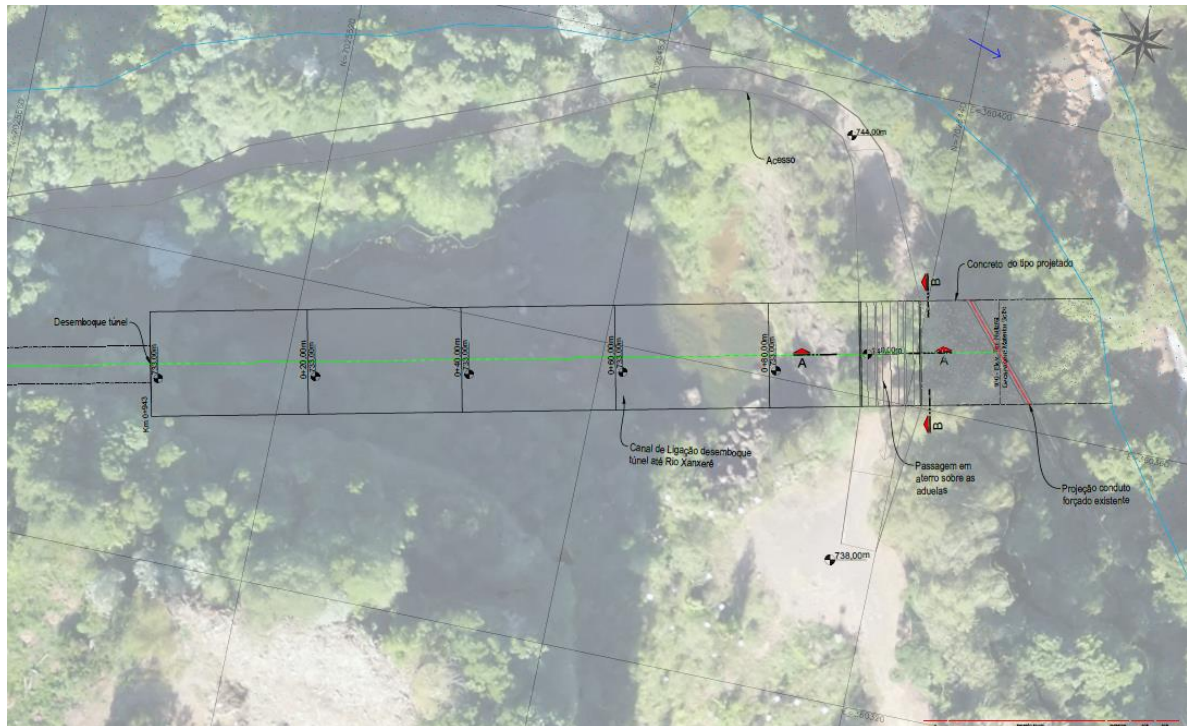
Figura 23: Perfil do emboque do túnel desenho (PMX-B-TUDE-0006-0 do caderno de desenhos).



Fonte: o autor, 2024.

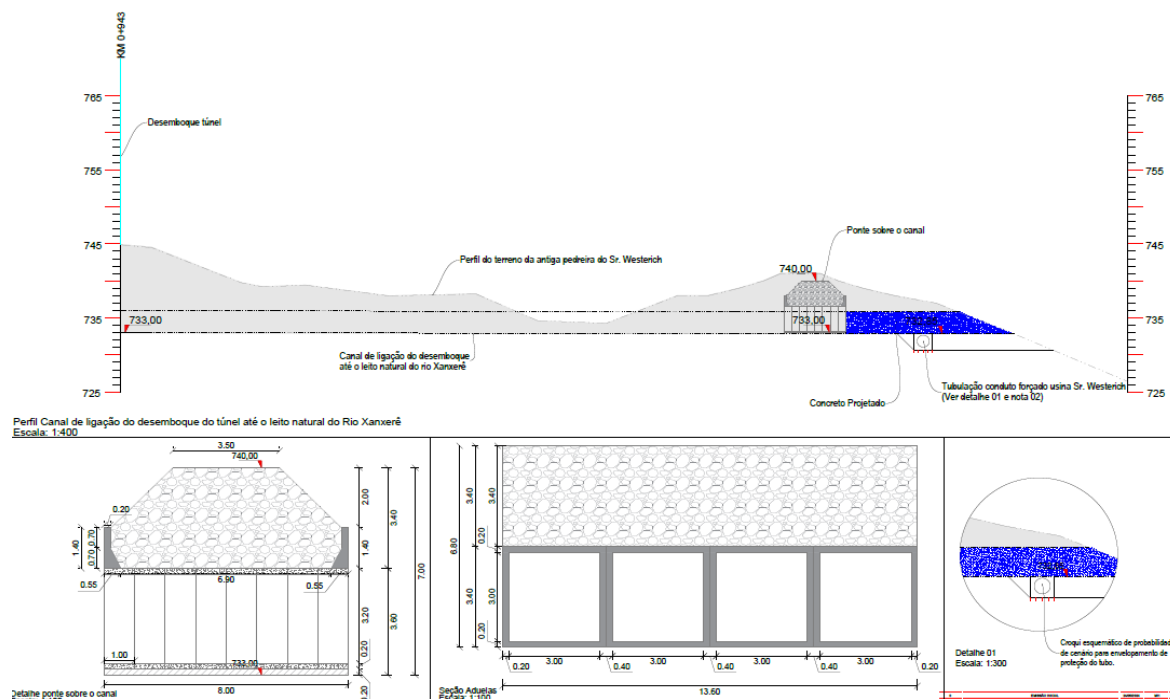
O desemboque do túnel será realizado por canal de ligação entre o desemboque do túnel e a margem direita / leito do rio Xanxerê atrás da Mineral Gelos (antiga pedreira do Westrich), nas coordenadas latitude: $-26,884918^\circ$ e longitude: -52.406084° . A figura abaixo apresenta a planta do desemboque.

Figura 24: Planta do desemboque do túnel desenho (PMX-B-TUDE-0034-0 do caderno de desenhos).



Fonte: o autor, 2024.

Figura 25: Perfil do Canal de ligação do desemboque até o leito natural do Rio Xanxerê/detalhes (PMX-T-B-TUDE-0036-0 do caderno de desenhos).



Fonte: o autor, 2024.

7.7 CORTINAS DE ESTACAS

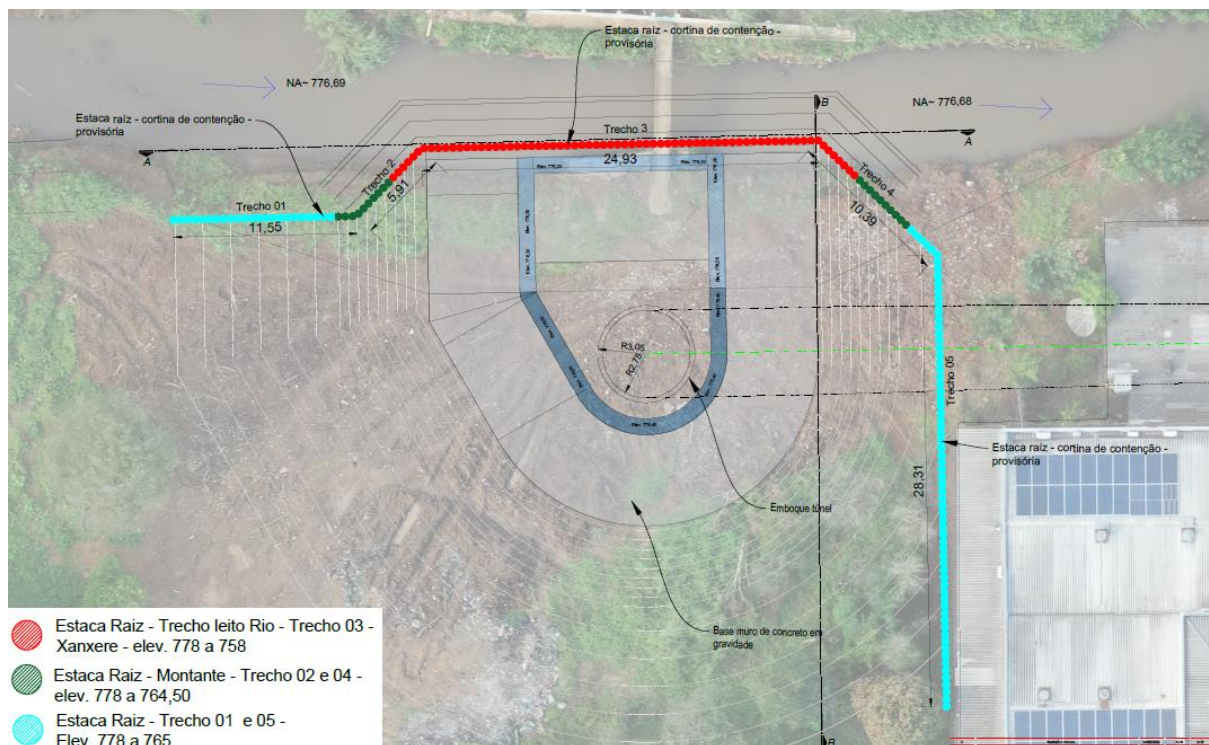
A cortina de estaca será executada por meio de estacas raiz, a qual trata-se de estacas moldadas *in-loco*, para servirem de fundação profunda, com diâmetro acabado variando de 150mm a 450mm e de elevada tensão de trabalho no fuste, que é constituído de argamassa de areia e cimento e é inteiramente armado ao longo de todo o seu comprimento.

As estacas são normalmente utilizadas em terrenos de elevada compacidade, ou consistência, ou que demonstrem a presença de rochas sãs, ou alteração de rocha, nos quais a escavação somente pode ser processada através do uso de perfuratrizes rotativas, ou roto-percussivas, com a implantação de revestimentos metálicos em segmentos rosqueados estanques.

As estacas raiz serão executadas no trecho do canal de aproximação. Na obra do túnel de macrodrenagem, as estacas raiz que serão perfuradas no solo, deverão ter diâmetro de 45cm (os quantitativos deste item correspondem a 2.366,00m lineares de execução de estacas raiz em solo).

Na imagem abaixo e nas figuras (PMX-B-TUDE-0013-0 e PMX-B-TUDE-0015-0) do caderno de desenhos é possível visualizar as estacas no emboque do túnel de macrodrenagem.

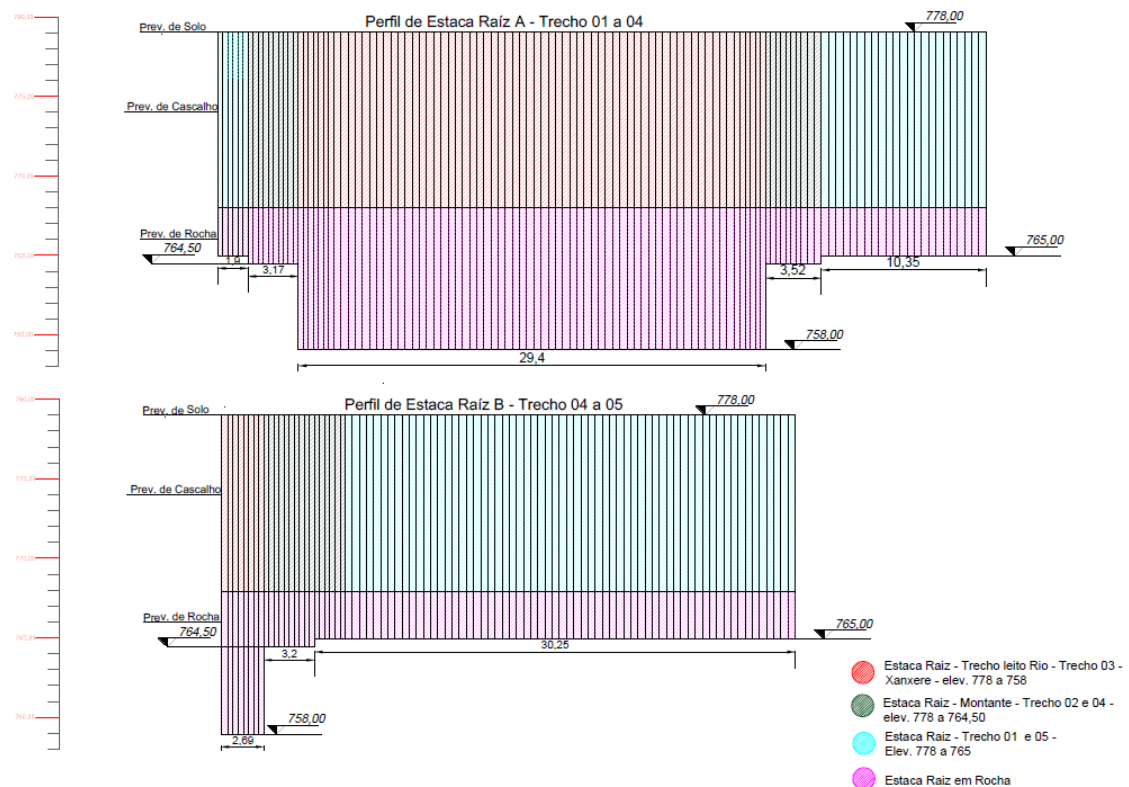
Figura 26: Estaca raiz (PMX-B-TUDE-0013-0)



Fonte: o autor, 2024.

renováveis

Figura 27: Estaca raiz perfil A e B (PMX-B-TUDE-0015-0)



Fonte: o autor, 2024.

7.8 ESCAVAÇÃO EM SOLO MOLE – EMBOQUE DO TÚNEL

Os solos moles, são solos constituídos por uma alta porcentagem de material orgânico e alto teor de umidade. São solos finos (argilas e siltes), compressíveis e de baixa resistência a esforços de cisalhamento.

A escavação de solo mole será realizada no emboque do túnel (no canal de aproximação e no leito do rio margem direita e margem esquerda).

A necessidade de remoção de solos moles deve ser indicada em projeto. Nas figuras a seguir, é possível visualizar a localização, a planta de escavação em solo mole (desenho PMX-B-TUDE-0007-0) e as seções (desenhos PMX-B-TUDE-0008-0 e PMX-B-TUDE-0009-0).

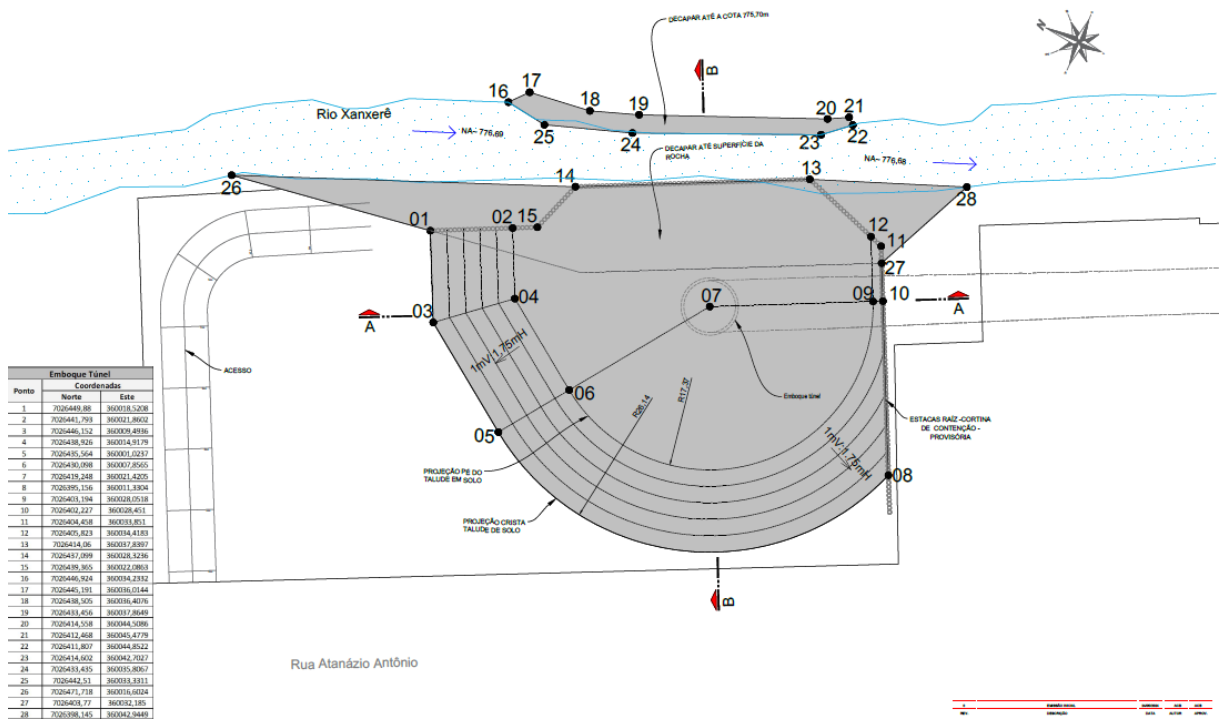
Nas figuras a seguir, é possível visualizar a planta de escavação em solo mole (desenho PMX-B-TUDE-0007-0) e as seções (desenhos PMX-B-TUDE-0008-0 e PMX-B-TUDE-0009-0).

No desenho da planta baixa, pode-se visualizar os vértices, no total são 28 (vinte e oito vértices de coordenada). É importante ressaltar que, a escavação

NÓS GERAMOS POSSIBILIDADES.
VOCÊ GERA ENERGIA.

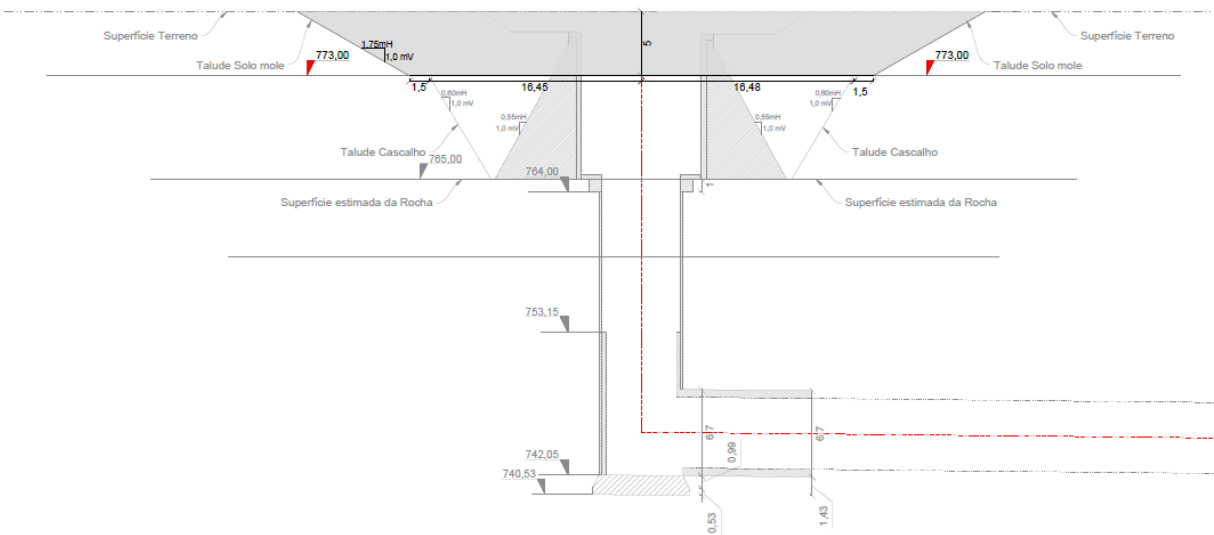
de solos moles terá – DMT de 2.500 a 3.000m, em caminho de serviço pavimentado, com caminhão basculante de 14m³ (o quantitativo deste item corresponde a 6.779,93m³).

Figura 28: Planta escavação solo mole – emboque do túnel (PMX-B-TUDE-0007-0).



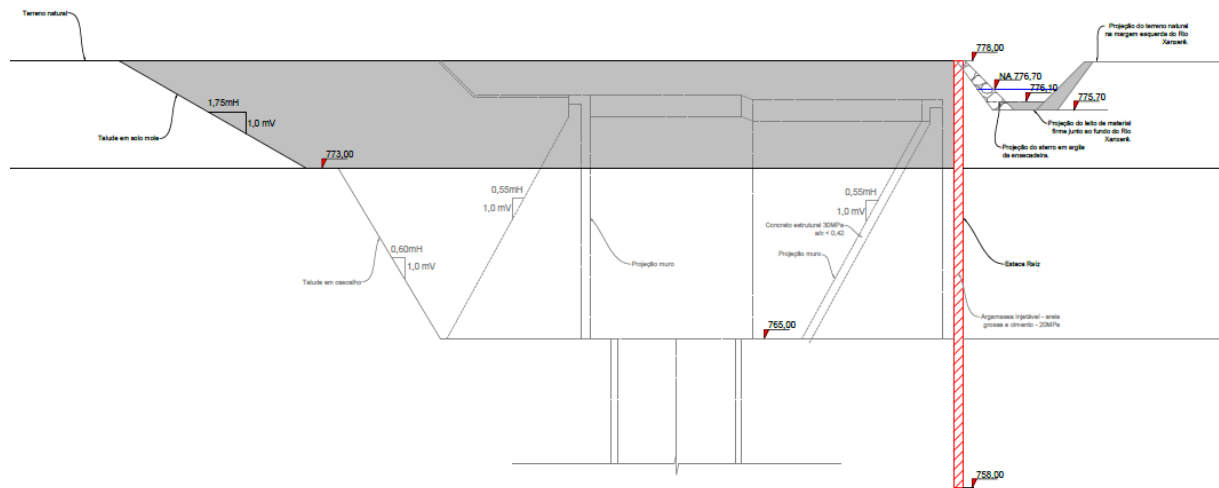
Fonte: o autor, 2024.

Figura 29: Seção escavação solo mole – emboque do túnel (PMX-B-TUDE-0008-0).



Fonte: o autor, 2024.

Figura 30: Seção escavação solo mole 02 – emboque do túnel (PMX-B-TUDE-0009-0).



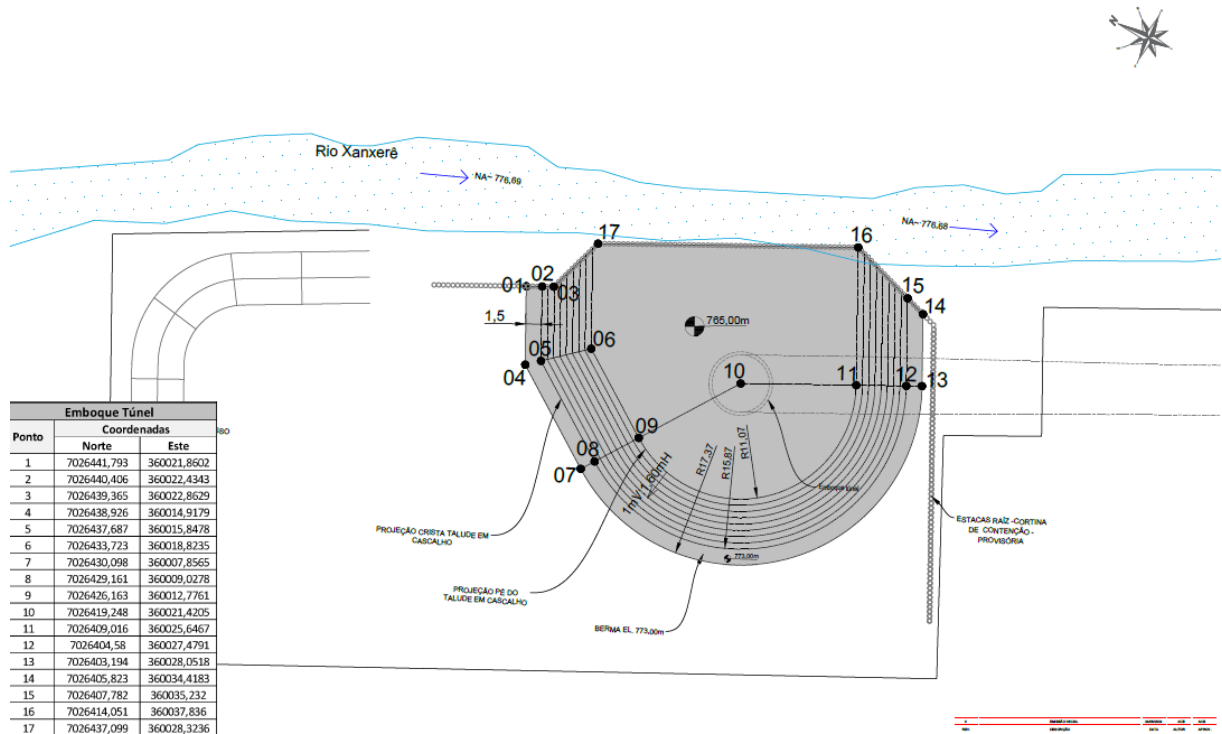
Fonte: o autor, 2024.

7.9 ESCAVAÇÃO EM CASCALHO – EMBOQUE DO TÚNEL

O cascalho é uma agregação solta de fragmentos rochosos. O cascalho ocorre naturalmente na terra como resultado de processos geológicos sedimentares e erosivos. A maior parte do cascalho é derivada da desintegração do leito rochoso à medida que ele se intempera.

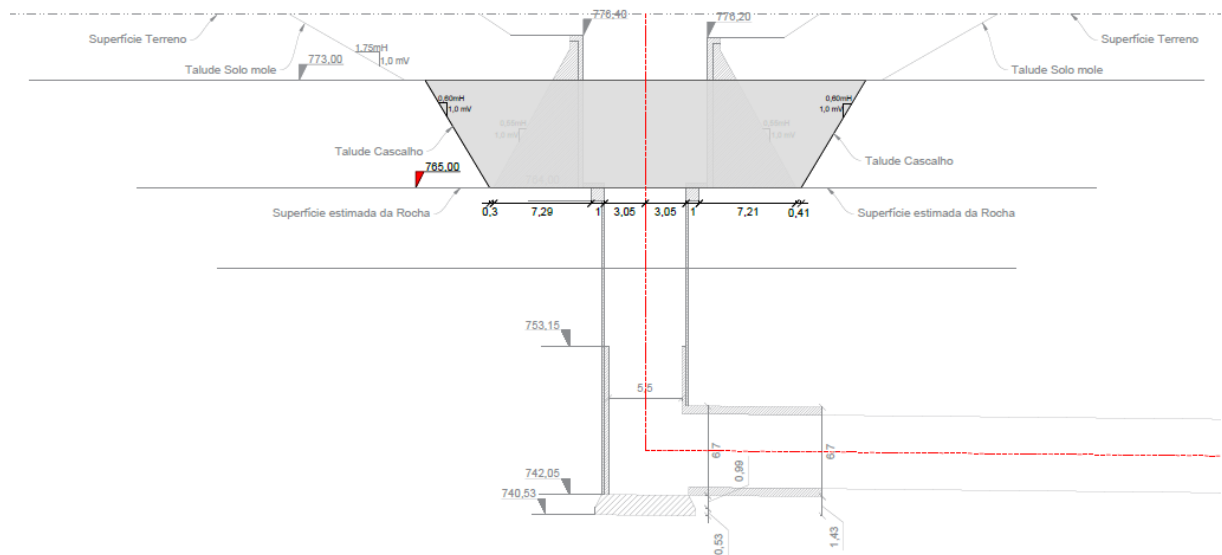
Nas imagens abaixo, é possível visualizar a planta (desenho PMX-B-TUDE-0010-0) com os vértices da escavação, no total são 17 (dezessete) e a seções (desenho PMX-B-TUDE-0011-0 e PMX-B-TUDE-0012-0). O volume de solo mole é de aproximadamente 5312,32m³.

Figura 31: Planta escavação cascalho – emboque do túnel.



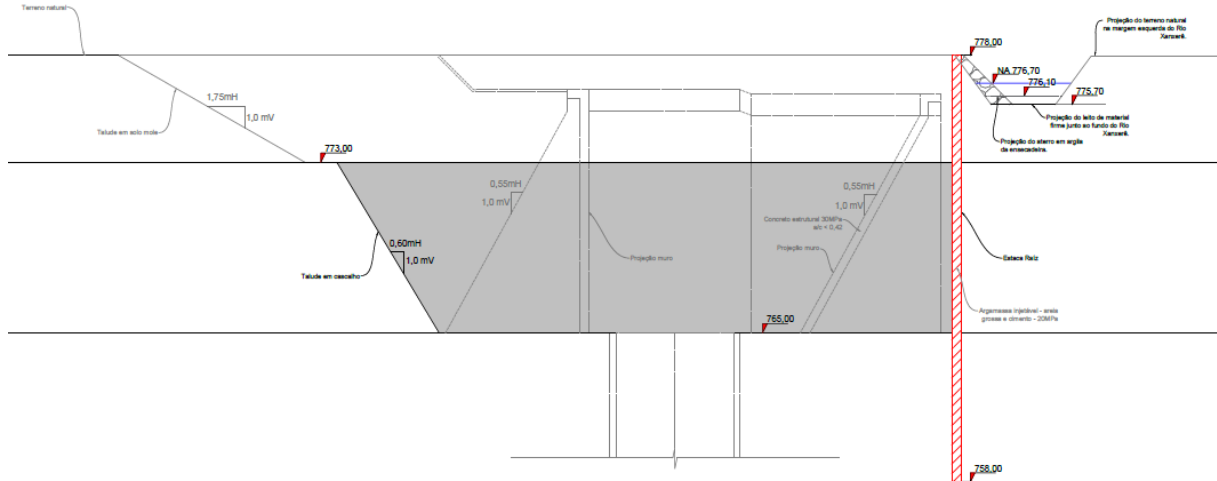
Fonte: o autor, 2024.

Figura 32: Seção escavação cascalho – emboque do túnel.



Fonte: o autor, 2024.

Figura 33: Seção escavação cascalho 02 – emboque do túnel.

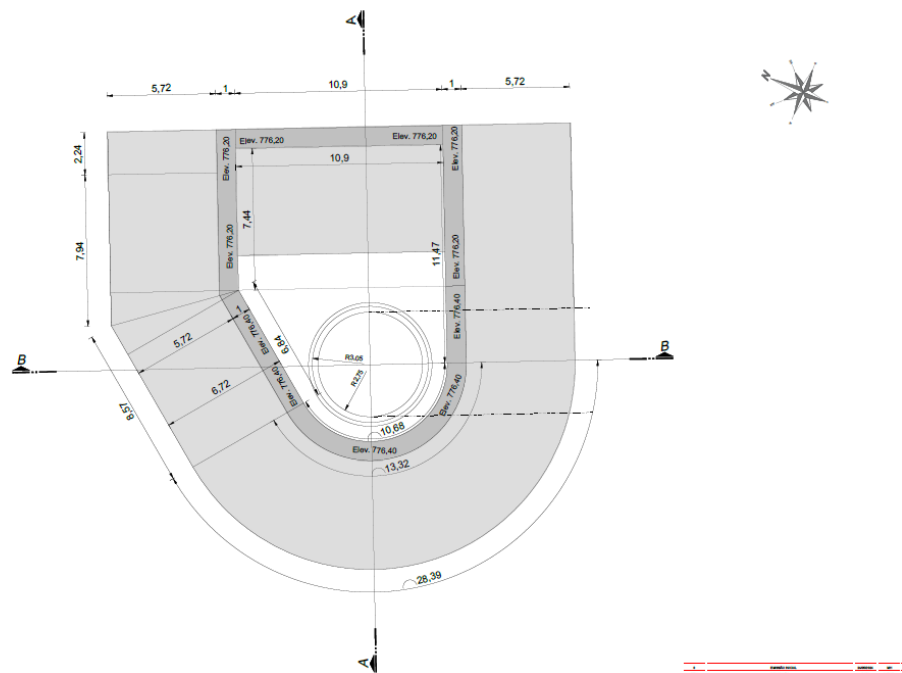


Fonte: o autor, 2024.

7.10 MUROS – EMBOQUE DO TÚNEL

Os muros que serão construídos no emboque do túnel podem ser visualizados nas imagens a seguir. Na imagem PMX-B-TUDE-0017-0 é possível visualizar a planta e o local onde as seções A e B são apresentadas.

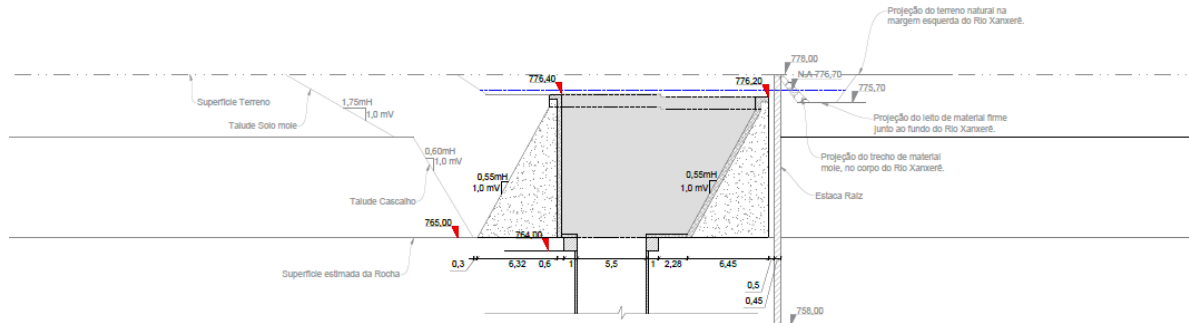
Figura 34: Planta do muro - emboque do túnel desenho (PMX-B-TUDE-0017-0).



Fonte: o autor, 2024.

A seção A do muro, pode ser visualizada na figura a seguir. A base do muro se apresenta na cota 765m e o topo na 776,40m.

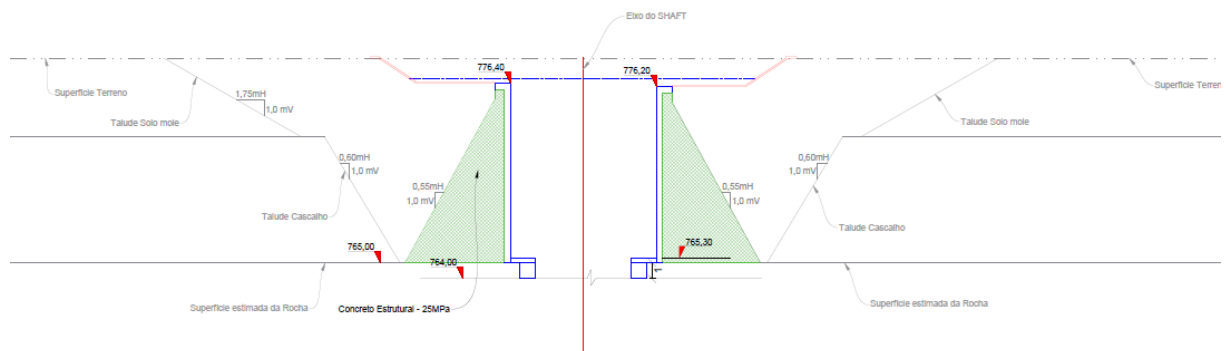
Figura 35: Seção A do muro desenho (PMX-B-TUDE-0018-0).



Fonte: o autor, 2024.

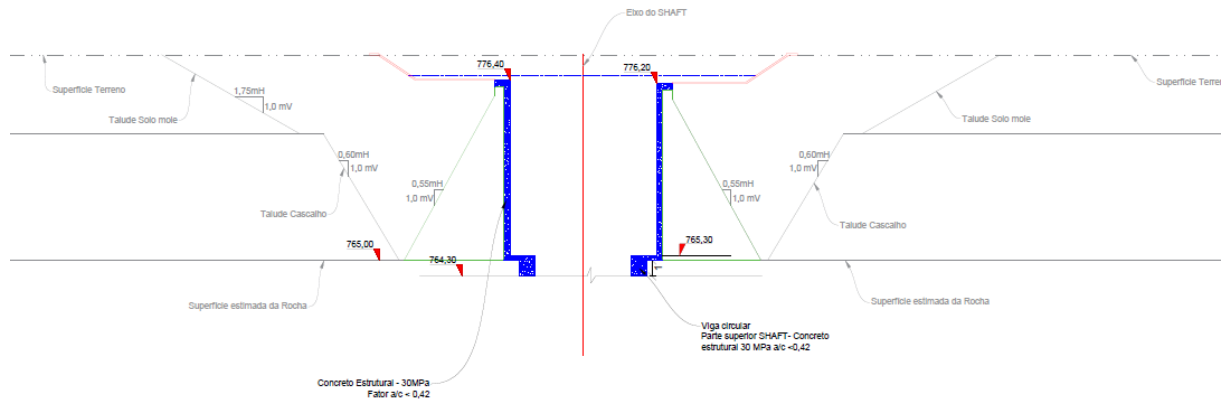
A seção B do muro, pode ser visualizada nas figuras a seguir. Na cor verde, está representado o concreto estrutural de 25MPa, em azul o concreto estrutural de 30MPa e em vermelho o concreto projetado via seca.

Figura 36: Seção B do muro (cota 776,40 à 764m) desenho (PMX-B-TUDE-0019-0).



Fonte: o autor, 2024.

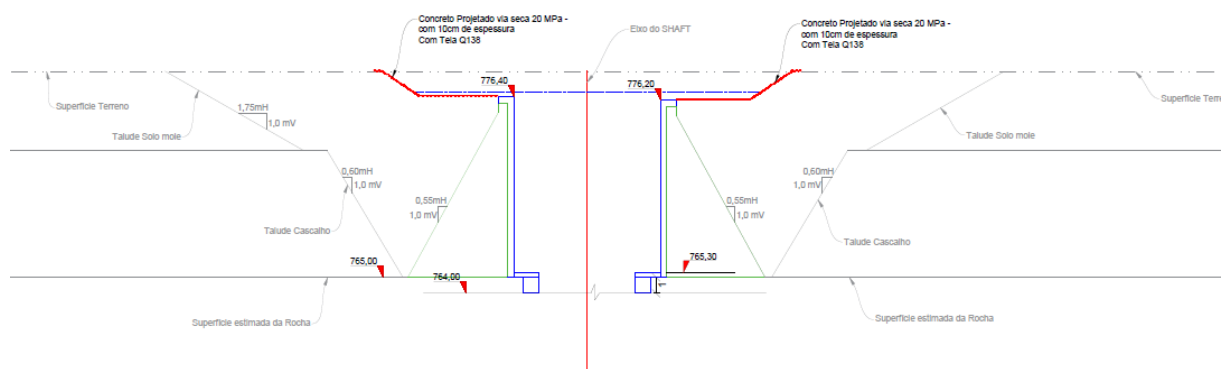
Figura 37: Seção B do muro (cota 764,00 a 776,40m) desenho (PMX-B-TUDE-0020-0).



Fonte: o autor, 2024.

O concreto projetado via seca possui um Fck de 20MPa, possui 10cm de espessura e será executado com tela Q138. Será aplicado em pisos em tratamento de berma e taludes nas elevações 776,40m e 778m.

Figura 38: Seção B do muro (concreto projetado via seca) desenho (PMX-B-TUDE-0021-0).

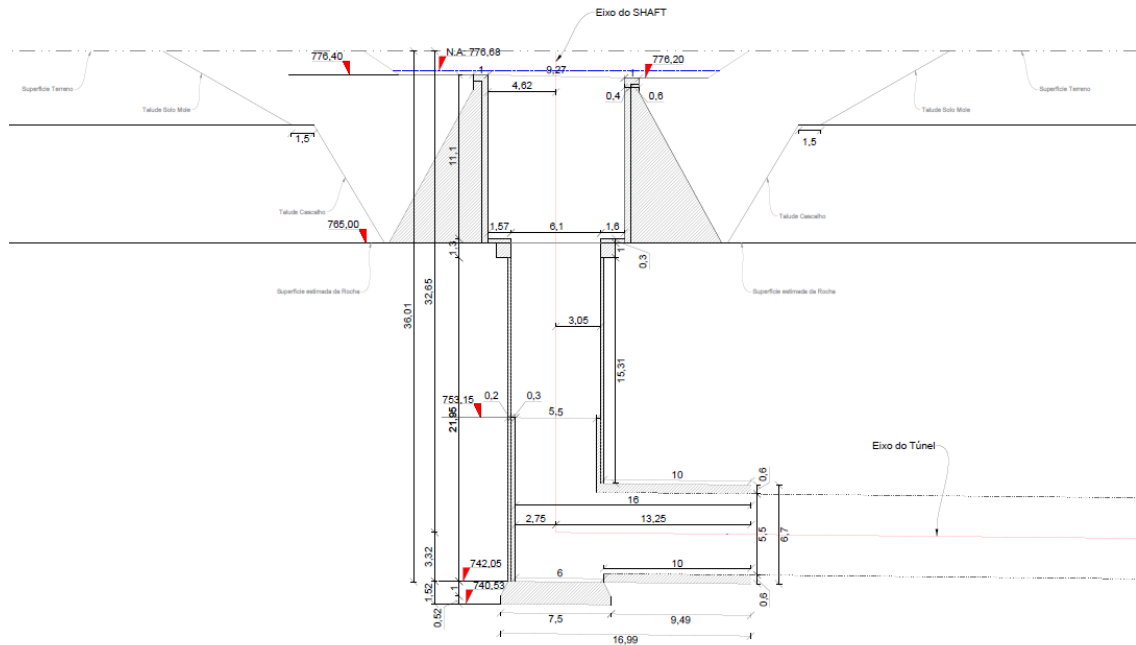


Fonte: o autor, 2024.

7.11 SHAFT VERTICAL

Nas figuras a seguir, serão apresentadas as imagens do shaft vertical do túnel de macrodrenagem. Nos perfis apresentados, é possível visualizar o local de aplicação de cada tipo de concreto.

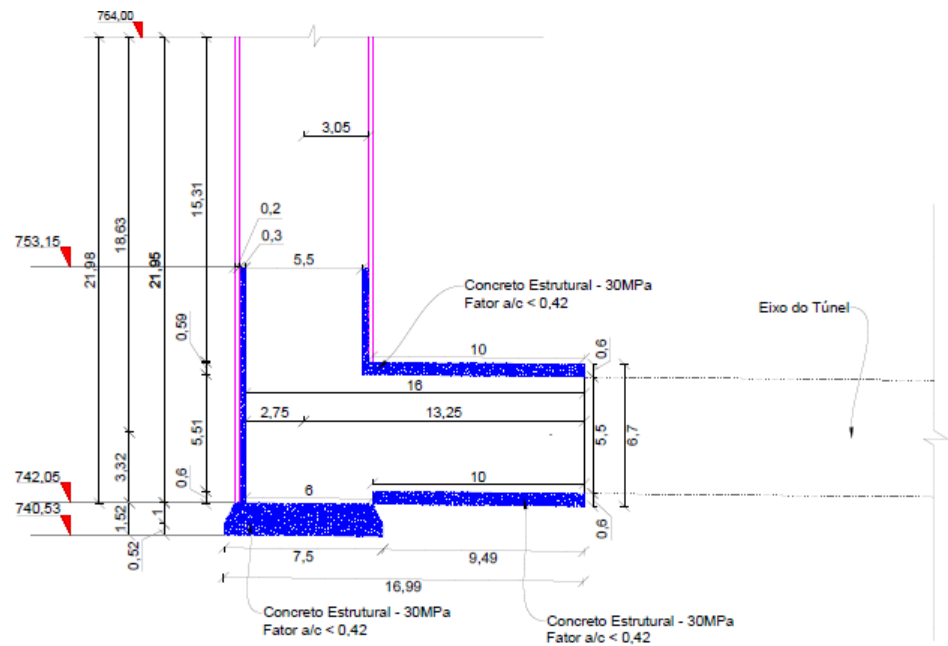
Figura 39: Perfil longitudinal do shaft desenho (PMX-B-TUDE-0022-0 do caderno de desenhos).



Fonte: o autor, 2024.

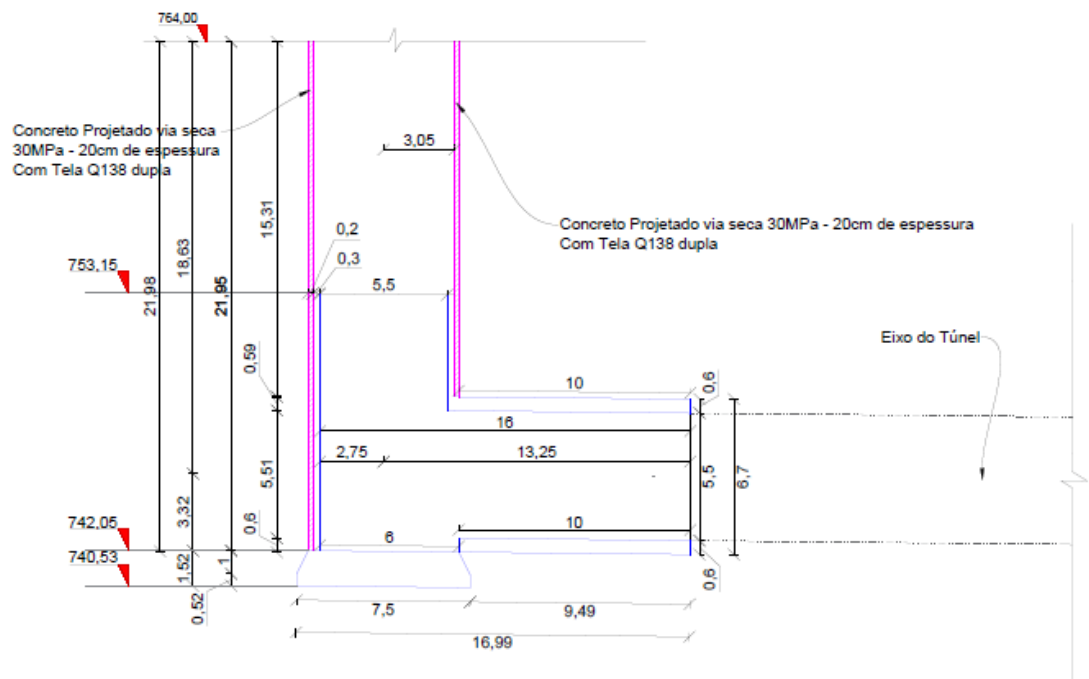
Um dos serviços realizados no shaft do túnel, é a concretagem, que será feita com concreto estrutural de 30MPa e concreto projetado via seca de 30MPa. Na figura abaixo em azul, está representado o concreto estrutural de 30MPa e na figura referente ao desenho PMX-B-TUDE-0024-0 do caderno de desenhos, na cor rosa, está representado o concreto projetado via seca.

Figura 40: Perfil longitudinal classes de concreto cota 764,00m à 740,53m - desenho (PMX-B-TUDE-0023-O).



Fonte: o autor, 2024.

Figura 41: Perfil longitudinal classes de concreto cota 764,00m à 740,53m - desenho (PMX-B-TUDE-0024-O).



Fonte: o autor, 2024.

7.12 ASSINATURAS

Alana Cristina Both
Crea/SC 171.256-3

Anderson Borges
Crea/SC 140.549-0

Naiane Tosatti
Crea/SC 171.805-6

André Luiz Brunel Zaffari
Crea/SC 123.040-2

Eduardo Gabriel de Pauli Baptista
Crea/SC 094.145-0

energias
renováveis