



Pato Branco, 23 de dezembro de 2022.

## LAUDO E ESTUDO GEOTÉCNICO

De: Departamento Acadêmico de Construção Civil

Para: Prefeitura Municipal de Pato Branco – PR

Câmara de Vereadores de Pato Branco - PR

Prezados,

Segue anexada as informações em resposta ao **Ofício nº 438/2022-DL e REQUERIMENTO Nº 866/2022** da Câmara de Vereadores de Pato Branco - PR.

Atenciosamente,



---

Prof. Eng. Ney Lyzandro Tabalipa, Dr.

Núcleo de Pesquisas em Riscos Urbanos - NUPRU  
Departamento de Construção Civil da UTFPR, Campus Pato Branco



## IDENTIFICAÇÃO

### 1. INTERESSADOS

**Prefeitura Municipal de Pato Branco e,  
Câmara Municipal de Pato Branco**

### 2. OBJETIVO

Constitui objetivo do presente relatório prestar informações a Prefeitura Municipal de Pato Branco, e em resposta ao Ofício nº 438/2022-DL e REQUERIMENTO Nº 866/2022 da Câmara de Vereadores de Pato Branco - PR, referente a apuração das causas de movimentos de massa de solo, situada na rua das Oliveiras (quadras nº. 1540 e 1541), bairro Vila Izabel, na cidade de Pato Branco, em especial no que se refere à rastejos que estão causando instabilidade no solo na área.

### 3. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Logo após a solicitação da Prefeitura Municipal e o recebimento do Ofício nº 438/2022-DL e REQUERIMENTO Nº 866/2022 da Câmara de Vereadores de Pato Branco – PR, realizamos vistorias no imóvel a partir do dia 20 de outubro de 2022.

### 4. ESTUDOS REALIZADOS EM PATO BRANCO

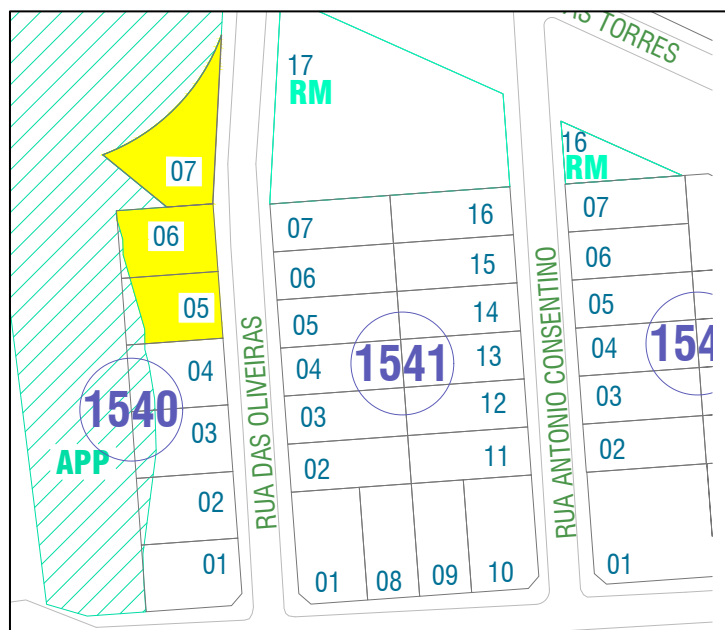
Informamos que o Departamento de Construção Civil, em conjunto com o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da UTFPR, campus Pato Branco, realiza estudos e projetos no Município de Pato Branco a bastante tempo, em especial os referentes a uso e ocupação do solo, proteção do meio ambiente e na análise de áreas de risco, sejam por questões geológicas, ambientais ou legais.

A área avaliada, onde está situado os terrenos 05, 06 e 07 sob análise, localizados na rua das Oliveiras, bairro Vila Izabel, na cidade de Pato Branco, possui na parte inferior da quadra nº. 1540 uma Área de Preservação Permanente – APP, que



recebe as águas pluviais do entorno e regiões morro acima, em parte por escoamento natural ou de forma canalizada. (FIGURA 01).

FIGURA 01 – Detalhe da Quadra 1540, onde é possível observar (em amarelo) a localização dos lotes nº. 05, 06 e 07 e tracejado a Área de Preservação Permanente - APP.



O NUPRU – Núcleo de Pesquisas em Riscos Urbanos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná formado por equipe multidisciplinar de pesquisadores, vem desenvolvendo pesquisas e trabalhos voltados aos problemas urbanos, tais como, desastres naturais e humanos, estudo da estabilidade de encostas, inundações, Sistemas de Informações Geográficas, planejamento e mobilidade urbana, entre outros temas relacionados.

## 5. DESCRIÇÃO DA ÁREA

Após essas breves considerações, passamos a detalhar a área em estudo, que se trata de lotes urbanos situados na rua das Oliveiras, bairro Vila Izabel, na cidade de Pato Branco, (lotes nº. 05, 06 e 07, quadra no. 1540), localizado sobre uma área que era considerada de Proteção de Vegetação – APV pela legislação municipal, onde

existia vegetação remanescente até o ano de 2005, sendo removida ao longo do tempo para a construção de loteamentos (FIGURA 02).

FIGURA 02 – Imagem de satélite mostrando a área estudada vegetada em 2005 e urbanizada em 2022.



A área vistoriada sofreu uma intensa urbanização nos últimos anos, onde, devido a forma da declividade do terreno, os sistemas de drenagem das quadras pertencentes a bacia de contribuição, foram direcionados para a área de APP, a jusante.

### 5.1 Declividade do Terreno

A geomorfologia condiciona a ocorrência de escorregamentos em função dos parâmetros morfométricos com destaque para a declividade da vertente. A inclinação contribui com incremento da atuação da força gravitacional sobre o solo, quanto maior a declividade, maior será a componente vertical da gravidade.

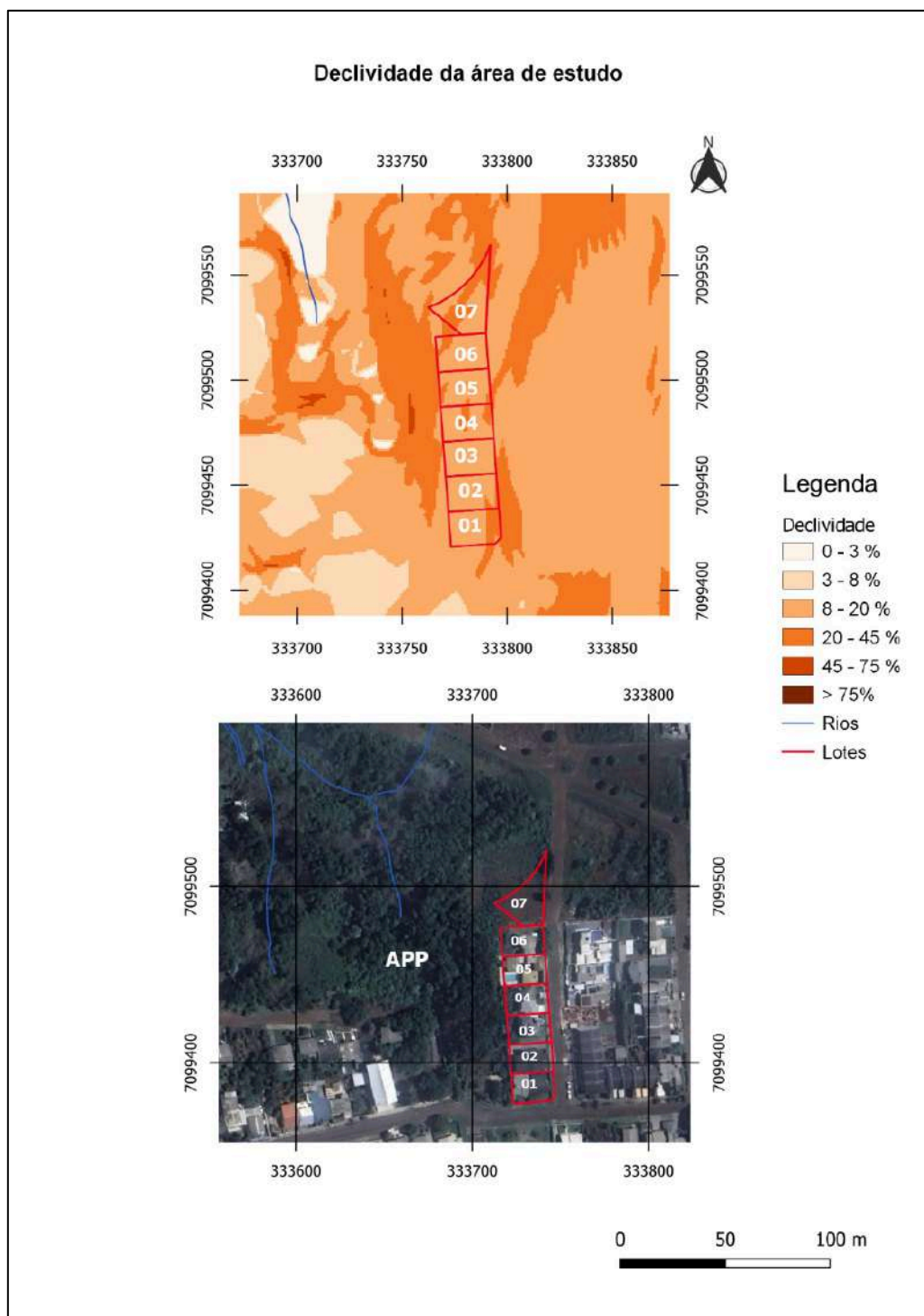
Para analisar este parâmetro foi gerado um mapa de declividade da área de estudo, onde foi possível perceber que a região tem uma declividade acentuada que possibilita a formação de erosão nos períodos de grande pluviosidade.

Originalmente, antes de sofrerem intervenção, os terrenos se apresentavam como ondulado, a fortemente ondulado, com declividade em torno de 20%, aumentando a declividade até 45% nas áreas de APP (Figura 03). Para fins de ocupação urbana, a vegetação foi retirada, restando preservada apenas nas áreas de APP. Os



terrenos, devido a forte declividade, sofreram modificações como a execução de cortes e aterros para possibilitar a construção de habitações.

FIGURA 03 – Mapa de declividade da área de estudo, mostrando que originalmente os terrenos possuíam em torno de 20% de declividade antes da intervenção urbana, podendo chegar a 45% na área de APP.





## 5.2 Bacia de Contribuição

Através de aplicações de geoprocessamento foi possível determinar o tamanho da área de contribuição das águas pluviais que são encaminhadas até a área de APP. A área da bacia de contribuição mede aproximadamente 0,449 Km<sup>2</sup>, (Figura 04) sendo que o ponto em amarelo é o exultório da bacia levantada e a área de estudo em verde.

FIGURA 04 – Demarcação da área de contribuição das águas pluviais que encaminha a água da chuva para a região da APP, destacado como exultório da bacia ponto amarelo e em verde a área de estudo.







No levantamento realizado no local, foi possível perceber que a área de estudo já está totalmente urbanizada, e em grande parte está atendida por sistema de drenagem. Mas em alguns trechos de quadras a montante da área de estudo ainda não existem canalizações (Figura 05), o que provoca o escoamento da água da chuva através dos solos, de forma superficial podendo surgir processos erosivos.

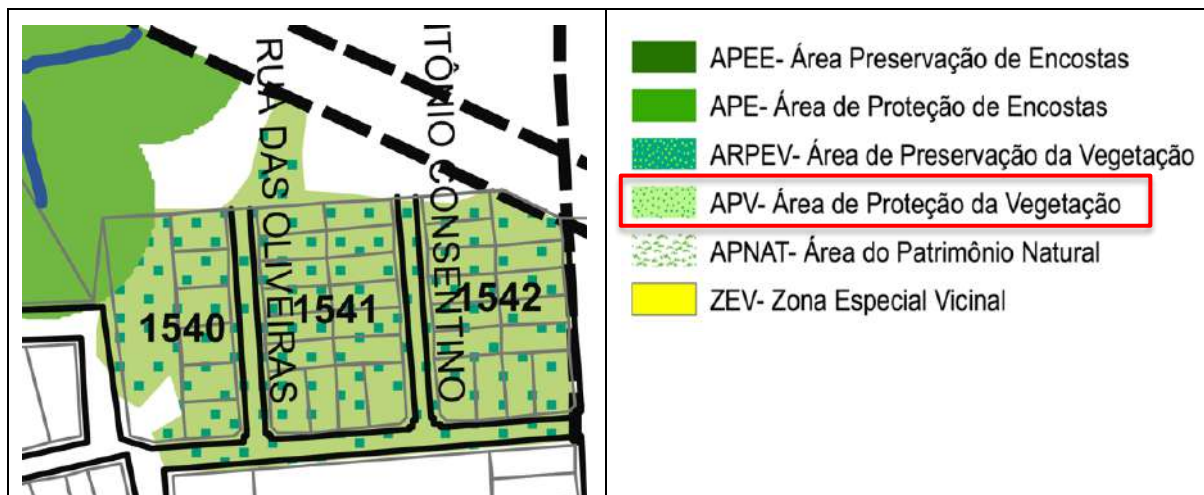
FIGURA 05 – Fotografia mostrando, na quadra 1541, na Rua das Oliveiras, água pluvial parada por falta de sistema de drenagem.



### **5.3 Legislação Municipal**

Segundo o Art. 146, §3º, VIII, da Lei do Plano Diretor de Pato Branco as Áreas de Proteção de Vegetação (APV), consideradas áreas com formações vegetais significativas, onde o uso, ocupação e o parcelamento do solo devem ser controlados para que se mantenham preservadas a paisagem e a qualidade ambiental urbana (Figura 06).

FIGURA 06 –Detalhe do Mapa de Zonas Especiais, mostrando a localização da quadra 1540 em APV e restrições do anexo XV da Lei Complementar nº. 46.



São áreas que deveriam ter sua ocupação restrita e executado com critérios adicionais as demais, devido a sua importância ambiental. Conforme a Lei Complementar n. 46, nessa área a taxa de ocupação deveria ter sido de 30%, com coeficiente de aproveitamento básico de 0,5, devendo deixar uma taxa de permeabilidade de 50%.

## 6. VISTORIA DA ÁREA

### 6.1. Vistoria da Quadra 1540

Após essas breves considerações sobre o assunto, passamos a detalhar a área situada na rua das Oliveiras (em especial o entorno dos lotes nº. 05, 06 e 07, quadra nº. 1540).

Independentemente do que a legislação municipal ambiental determina, a área foi ocupada como Zona Residencial 3 – ZR3, que possibilita uma maior ocupação do terreno em relação as Áreas de Proteção de Vegetação - APV.

Verificou-se através do estudo técnico e ensaios realizados, que a região da quadra 1540, em especial nos terrenos 05, 06 e 07, está instável apresentando um movimento lento em períodos de alta pluviosidade, das camadas superficiais de solo, conhecido como rastejo (Figura 07).



FIGURA 07 – Fotografia mostrando fissuras de rastejos ao longo da Rua das Oliveiras, na quadra 1541, que surgiram após evento de grande pluviosidade no mês de outubro de 2022.



Além das fissuras encontradas na rua das Oliveiras, e nos terrenos adjacentes, as residências localizadas nos lotes 05 e 06 apresentam um alto grau de instabilidade e recalques, devido a movimentação do solo (FIGURA 08).

FIGURA 08 – Fotografia mostrando rachaduras na casa do lote 6 (A), e na casa do lote 5 (B).



Esses são movimentos lentos, encosta abaixo, com velocidades muito pequenas, de alguns milímetros por ano, acelerado por ocasião das chuvas e desacelerado em épocas de seca. Podem envolver grandes massas de solo e a movimentação é provocada pela ação da gravidade (FIGURA 09).

FIGURA 09 – Fotografia mostrando movimentação do solo do lote 07, da quadra 1540, com cicatriz entre o solo que se movimentou e o perfil de solo original.

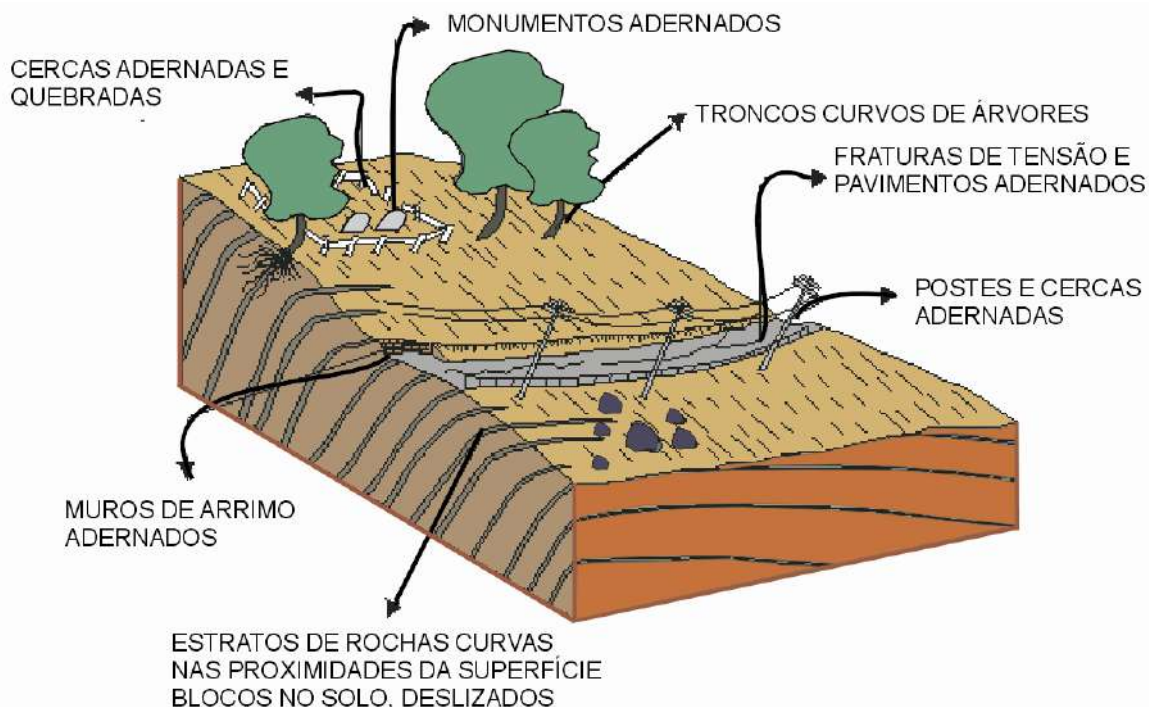


Segundo Guidicini e Nieble (1983), rastejos são movimentos lentos e contínuos de material de encostas com limites, geralmente, indefinidos. Podem envolver grandes massas de solo e a movimentação é provocada pela ação da gravidade.

Consistem no movimento descendente, lento e contínuo da massa de solo de um talude. Corresponde a uma deformação de caráter plástico, cuja geometria não é bem definida e que também não apresenta o desenvolvimento de uma superfície definida de ruptura. Este tipo de processo não apresenta uma superfície de ruptura marcante, tanto que sua identificação se dá pela mudança na verticalidade das árvores, postes, muros.

Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998) complementam que os rastejos consistem no movimento descendente, lento e contínuo da massa de solo de um talude. Os rastejos podem causar danos significativos nas fundações de pilares de pontes, viadutos e em taludes e encostas adjacentes a obras civis, conforme Figura 10.

FIGURA 10 –Figura mostrando inclinação de postes e cercas, curvatura em tronco de árvores e fraturas de tensão e pavimentos adernados decorrente da movimentação do solo.



Além disso, os rastejos podem evoluir para escorregamentos, servindo como um indicador para movimentos mais rápidos.

Como esses movimentos são potencializados em períodos de grande pluviosidade, fez uma análise da drenagem local, em especial a área de contribuição para a região de baixada onde está localizada a região de APP.

## 6.2 Drenagem

Devido a grande declividade no local, as águas pluviais apresentam grande velocidade de escoamento quando canalizados ou ao longo das vias. Desse modo, deveriam ser implantados dissipadores de energia no desemboque de galerias, canais, em transições entre trechos canalizados e não canalizados para combater os processos erosivos das drenagens.

A implantação de estruturas que reduzem a energia de escoamento da água pluvial, são essenciais para proteger o solo contra os processos erosivos nos trechos a jusante (Figura 11).



FIGURA 11 –Figura mostrando exemplo de dissipador de energia que evita a formação de processos erosivos.



Fonte: <https://www.engjpma.com.br/2017/07/projeto-de-drenagem-de-rodovias.html>

Os fatores antrópicos são representados pelos desmatamentos e formas de uso e ocupação do solo que muitas vezes causam a concentração do fluxo das águas pluviais iniciando o processo erosivo imediatamente ou após algum tempo.

Os processos erosivos são deflagrados pelas chuvas, provocando a desagregação e remoção das partículas do solo que são transportados pelo escoamento superficial.

Normalmente as erosões têm se apresentado de forma linear causada pela concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, sobre áreas desprovida de vegetação, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, em forma de sulcos, que podem evoluir por aprofundamento para ravinas (Figura 12).

FIGURA 12 –Figura mostrando erosões formadas na Reserva Municipal 17, da quadra 1541.

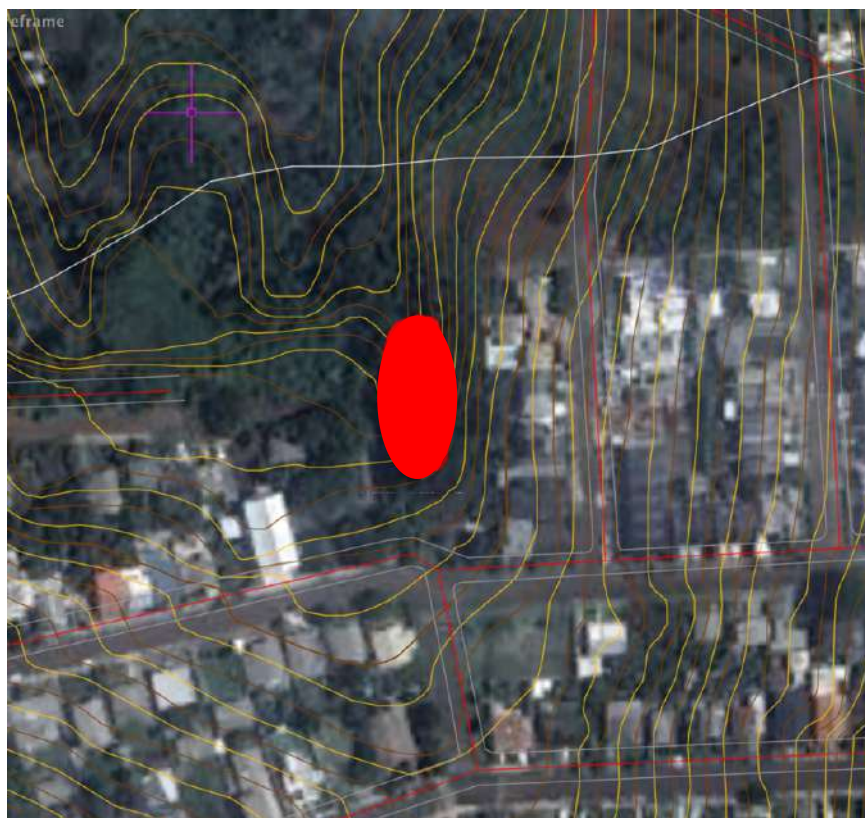




A água da chuva coletada na região é transportada para a área de APP, localizada na parte inferior da quadra 1540, onde devido o grande volume de água lançado e a falta de um sistema de dissipação da energia da água, o solo tem sido escavado, formando uma grande erosão, retirando a estabilidade da encosta localizada na quadra 1540, acima do córrego.

Na vistoria realizada no interior da APP, localizada a jusante da quadra 1540, pode-se conhecer a dimensão da enorme cratera que se formou ao longo do leito do rio, com aproximadamente 20 m de largura, mais de 50 metros de extensão e 7 metros de altura (FIGURA 13).

FIGURA 13 –Figura mostrando a localização em vermelho de uma voçoroca formada pela erosão da água da chuva na área de APP.



Após a escavação do terreno, realizada pela água da chuva, a encosta a montante passou a apresentar um alto grau de instabilidade, com movimentos lentos, mas constantes, devido a ação da gravidade, circulação de água no subsolo e processos de intemperismo e erosivos, conforme Figura 14.



FIGURA 14 –Figura mostrando cratera formada pela água da chuva (A) e taludes escavados pela erosão da água, retirando o apoio da encosta a montante (B).



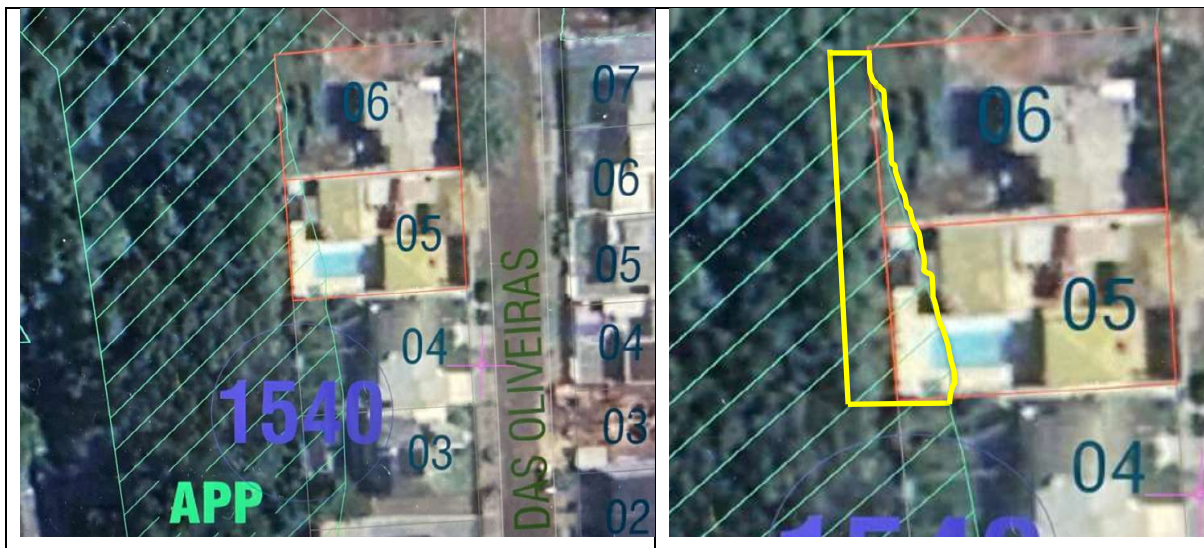
Esses processos erosivos que retiram o solo do leito do rio, transportando-o rio abaixo, devem causar assoreamento do canal a jusante. Ainda estão retirando a sustentação da encosta da quadra 1540, torna-a instável e tendendo a se movimentarem encosta abaixo num processo constante e repetitivo. Esse processo é acelerado pela ação das águas da chuva.

### 6.3 Área de APP

Além da erosão mencionada anteriormente no interior da área de APP, causada pelas águas pluviais, verificou-se também a ocupação da mesma com supressão da vegetação existente (Figura 15).



FIGURA 15 –Figura mostrando área de APP que teve sua vegetação suprimida ou substituída por construção.



#### 6.4 Aterro e Compactação

Também se verificou uma fragilidade na porção aterrada dos lotes 05 e 06, em especial no que se refere a compactação do solo. Para a realização de aterros, o material deve ser de preferência terra, sem a presença de detritos vegetais, pedras ou entulho, em camadas de 30 cm, devidamente molhadas e apiloadas, manual ou mecanicamente. É muito comum a utilização de entulho de obra e outros tipos de resíduos para aterramento, o que não gera uma resistência adequada de coesão entre os elementos, deixando diversos vazios, diminuindo a resistência e aumentando a infiltração de água.

A compactação do solo destina-se a reduzir o volume de vazios de um solo, com a finalidade de aumentar a massa específica, resistência e estabilidade.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal (Figura 16).

FIGURA 16 –Figura mostrando aterro no lote 05, sendo feito dentro da APP com resto de construção.



## 7. ENSAIOS REALIZADOS

### 7.1 Sondagem SPT

NBR 6484 – ABNT – Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de Ensaio.

Os estudos de sondagem do tipo SPT foram conduzidos com base nos procedimentos encontrados na Norma Brasileira Regulamentadora NBR 6484/2020 – Sondagem de simples reconhecimento com SPT. Contendo locação das perfurações, laudo individual por furo com coleta de amostras a cada metro, perfil do terreno, relatório fotográfico e anotação de responsabilidade técnica-ART.

O processo de perfuração foi realizado utilizando Equipamento CompactDrill Automatizada - CD100 (Figura 17).

FIGURA 17 –Figura mostrando equipamento automatizado de SPT.





As amostras foram extraídas a cada metro de profundidade por meio do amostrador padrão de diâmetro interno e externo normatizados. As amostras colhidas foram acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e encaminhados para identificação tátil visual no laboratório de solos da empresa Geo Perfil Engenharia.

Os índices de resistência a penetração foram obtidos pela cravação do amostrador a partir de quedas sucessivas do martelo padronizado expressas pelo número de golpes necessários a cravação dos últimos 30 (trinta) centímetros do amostrador, provocado pela queda livre do martelo com massa de 65 (sessenta e cinco) quilos a uma altura de 75 (setenta e cinco) centímetros, conforme orientação da NBR 6484/2020, observando os critérios de parada.

A classificação da consistência das argilas e siltes argilosos e ainda da compactidade das areias e siltes arenosos encontra-se definida em tabela (Figura 18).

Figura 18: Tabela dos estados de compactidade e consistência.

TABELA DOS ESTADOS DE COMPACIDADE E CONSISTÊNCIA		
Solo	Índice de Resistência à Penetração	Designação
Areias e Siltes Arenosos	$N \leq 4$	Fofa
	$5 \leq N \leq 8$	Pouco Compacta
	$9 \leq N \leq 18$	Mediamente Compacta
	$19 \leq N \leq 40$	Compacta
	$N > 40$	Muito Compacta
Argilas e Siltes Argilosos	$N \leq 2$	Muito Mole
	$3 \leq N \leq 5$	Mole
	$6 \leq N \leq 10$	Média
	$11 \leq N \leq 19$	Rija
	$20 \leq N \leq 30$	Muito Rija
	$N > 30$	Dura

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6484: Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2020.

A determinação do nível de água foi realizada de acordo com a NBR 6484 – Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio, ressaltamos que os níveis aferidos em cada perfuração podem apresentar alterações ao longo do tempo devido as variações do regime de precipitações pluviométricas da região.





## 7.2 Coleta de Amostra

NBR 6457/2016 – ABNT – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.

ABNT NBR 9604/2016 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas – procedimento.

Conforme a Norma Brasileira Regulamentadora NBR 6457/2016 as amostras de solos para os ensaios de caracterização (massa específica aparente), de compactação e de adensamento. Tais amostras podem ser diferenciadas em dois tipos: indeformada e deformadas representativas.

As amostras indeformadas são retiradas com o mínimo de alterações que possam ocorrer. Neste estudo foram utilizadas para determinar características do solo, como os índices físicos e parâmetros de compressibilidade. Esta amostragem contou com a coleta de amostras nos próprios anéis de moldagem dos equipamentos de adensamento e tubo de Hilf, dos quais estavam disponíveis as características de volume interno (devido às suas dimensões de altura e diâmetro) e massa.

Após a retirada das amostras de solo, elas foram envoltas por papel plástico filme a fim de evitar perdas de umidade e rupturas, e identificadas, atentando-se para a marcação das faces superior e inferior. A posição da amostra no maciço original de solo, dependendo da análise a ser feita, pode ter forte influência nos resultados obtidos se não observada.

As amostras deformadas representativas foram extraídas por raspagem ou escavação, implicando na destruição da estrutura, sem a preocupação com a manutenção das condições de compactidade e consistências naturais, sendo utilizadas neste estudo para a obtenção da curva de compactação do material ensaiado e da massa específica do solo “in situ” pelo Método do Frasco de Areia.

O material coletado (cerca de 20 kg) foi acondicionado em sacos plásticos resistentes e identificado quanto aos pontos de coleta. No laboratório, ele foi seco ao ar e quarteado com equipamento manual para a obtenção de amostras representativas, conforme orientação da NBR.



Destaca-se que a acessibilidade técnica e econômica varia em relação ao nível d'água que pode estar presente, a profundidade e a natureza do solo, que determinam o tipo de amostrador e os recursos da amostra. O volume coletado para cada um dos tipos de amostra variou, a depender do tipo, da quantidade de ensaios a serem realizados e das especificações dos equipamentos utilizados em laboratório.

### **7.3 Compactação**

NBR 7182/2016 – ABNT – Ensaio de Compactação.

O ensaio de compactação (ensaio normal de Proctor), é um dos mais importantes procedimentos de estudo e controle de qualidade de aterros de solos compactados. Por meio dele é possível obter a densidade máxima do maciço terroso, condição que otimiza o empreendimento com relação ao custo e ao desempenho estrutural e hidráulico. Para tanto, a Norma Brasileira NBR 7182/2016 especifica um método para determinação da relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente seca de solos, quando compactados, de acordo com os procedimentos especificados.

O ensaio realizado neste estudo, na Energia Normal de Proctor, consistiu em compactar uma amostra dentro de um recipiente cilíndrico, com aproximadamente  $1.000 \text{ cm}^3$ , em 3 camadas sob a ação de 26 golpes de um soquete pesando 2,5 kg, caindo de 30,5cm de altura. O procedimento foi repetido para diferentes teores de umidade, determinando, para cada um deles, o peso específico aparente obtido. Com os valores obtidos foi delimitada a curva de compactação do material, a qual se assemelha a uma curva para uma equação polinomial de segundo grau com concavidade para baixo. Desta pode ser obtido o ponto de máxima eficiência de compactação nas coordenadas do ponto máximo da curva, cujos parâmetros representados correspondem a umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima.



#### 7.4 Massa específica do solo (“*in situ*”)

NBR 7185/2016 – ABNT – Solo - Determinação da massa específica aparente, *in situ*, com emprego do frasco de areia.

NBR 12102/2020 – ABNT – Solo – Controle de compactação pelo método de Hilf.

Dois métodos distintos foram empregados para determinar a massa específica do solo “*in situ*” e, conseqüentemente, estimar o grau de compactação do material aterrado no local estudado: o método do frasco de areia (NBR 7185/2016) e o método de Hilf (NBR 12102/2020).

Para o ensaio do frasco de areia foi determinado o peso de um frasco com areia de densidade conhecida em seu interior. Uma bandeja com orifício no centro foi posicionada no solo e, com o auxílio de pequenas pás, um furo foi feito no solo com mesmo diâmetro do orifício da bandeja e profundidade de aproximadamente 10cm. O solo retirado na escavação do furo foi recolhido, pesado e armazenado para posterior determinação do teor de umidade em laboratório. Após isso o frasco de areia foi posicionado de cabeça para baixo, encaixado na bandeja metálica, e o registro que permite a passagem de areia será aberto. Uma vez finalizada a passagem da areia para o furo escavado no solo, fechou-se o registro e pesou-se novamente o frasco de areia. Com a diferença de massas e a densidade da areia conhecida, foi possível calcular o volume do furo feito no solo. Tendo posse dos valores da massa do solo seco e o volume do furo foi possível calcular a massa específica seca do solo, o que permitiu fazer a comparação com os resultados obtidos em laboratório (ponto de máxima eficiência de compactação) e calcular o grau de compactação do solo.

O segundo método utilizado, método de Hilf, foi adaptado de modo a serem obtidos a massa específica do solo e os teores de umidade de amostras indeformadas coletadas em diferentes recipientes cilíndricos metálicos. O procedimento completo não foi realizado haja vista que a curva de compactação do modo convencional, com amostras retiradas do mesmo local, já avia sido programada. Deste modo, apenas com os dados dos corpos de prova coletados, comparou-se as massas específicas aparentemente seca do solo com o esperado para a máxima eficiência de compactação e foi possível estimar o grau de compactação do material.





## 7.5 Adensamento e colapsibilidade do solo

NBR 16853/2020 – ABNT – Solo – ensaio de adensamento unidimensional.

O objetivo do ensaio de adensamento do solo é para determinar uma previsão de recalque, necessário que se conheça suas características, bem como a evolução da variação de volume. Considerando um solo saturado, as tensões aplicadas comprimem o solo e geram redução de volume por consequência da saída de água dos poros capilares, gerando rebaixamento de cotas, processo esse denominado de recalque por adensamento.

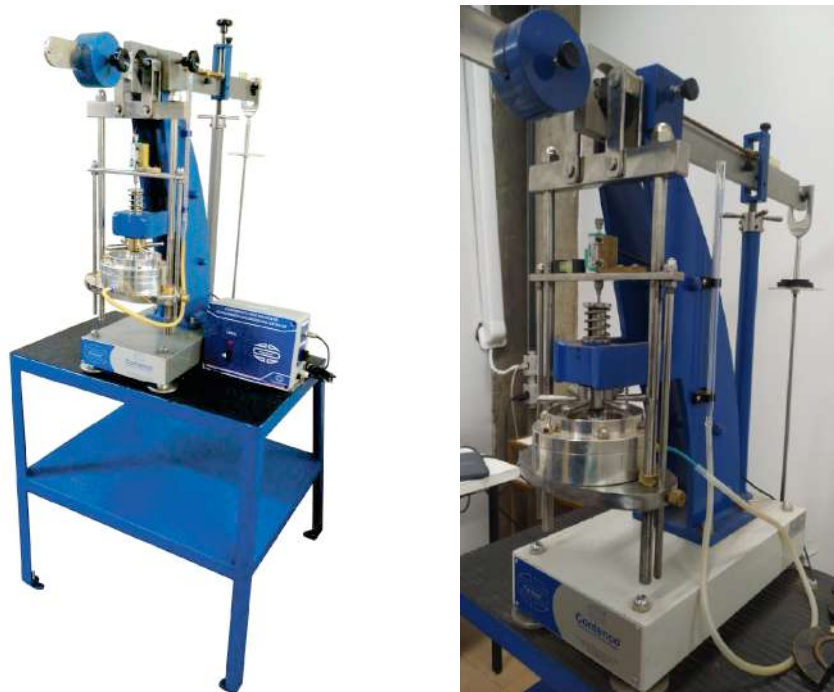
A Norma Brasileira NBR 16853/2020 especifica o método de ensaio para determinação das propriedades de adensamento do solo, caracterizadas pela velocidade e magnitude das deformações, quando o solo é lateralmente confinado e axialmente carregado e drenado.

Conforme citado anteriormente, as amostras indeformadas foram coletadas nos próprios anéis de adensamento da prensa utilizada neste estudo, de modo que a amostra de solo tenha volume maior que o volume do anel, com dimensões excedendo aproximadamente 1cm, a fim de evitar o uso de energia excessiva para o procedimento, bem como ter amostra suficiente para a determinação da umidade inicial do solo.

Uma vez preparada a amostra e seus índices físicos iniciais determinados, montou-se a câmara de adensamento, na prensa de adensamento do solo. A prensa utilizada é do modelo CONTENCO® - equipamento para ensaios de adensamento unidimensional em solos (Figura 19), com software da PAVITEST® para aquisição automática de dados.

Os ensaios realizados foram diferenciados pela inundação, sendo um realizado com a amostra de solo não inundada (ou seja, ensaios realizados com a umidade de campo) e amostra inundada no início do procedimento (ensaio realizado com uma umidade próxima a umidade de saturação do solo).

Figura 19 – Prensa de adensamento utilizada no estudo



Fonte: Manual do Usuário CONTENCO. Autoria própria.

Os níveis de tensão aplicados foram aumentados gradualmente - 5,0 (tensão de consolidação), 12,5, 25,0, 50,0, 100,0, 200,0, 400,0, 800,0, 1000,0 e 1200,0 kPa, em estágio de adensamento, os quais foram mantidos tempo suficiente para permitir a deformação da amostra, registrando-se a cada intervalo (0, 5, 15, 30 segundos, 1, 2, 4, 8, 15, 30 e 60 minutos) as deformações da amostra aferidas pelo extensômetro. Segundo a Norma, o estágio de adensamento termina apenas com a leituras de deformação em 24 horas, no entanto, para este estudo, devido a necessidade de respostas rápidas necessárias, e reconhecendo pelas primeiras avaliações que as maiores deformações ocorriam na primeira hora de ensaio, para cada estágio, utilizou-se este tempo como limitante (60 minutos). Mesmo com esta adaptação, as análises de adensamento podem se mostrar suficiente para uma avaliação preliminar dos problemas pelo fenômeno de colapso do solo.



## 8. RESULTADOS

### 8.1. Resultados dos ensaios laboratoriais – Solo:

#### 8.1.1. Compactação

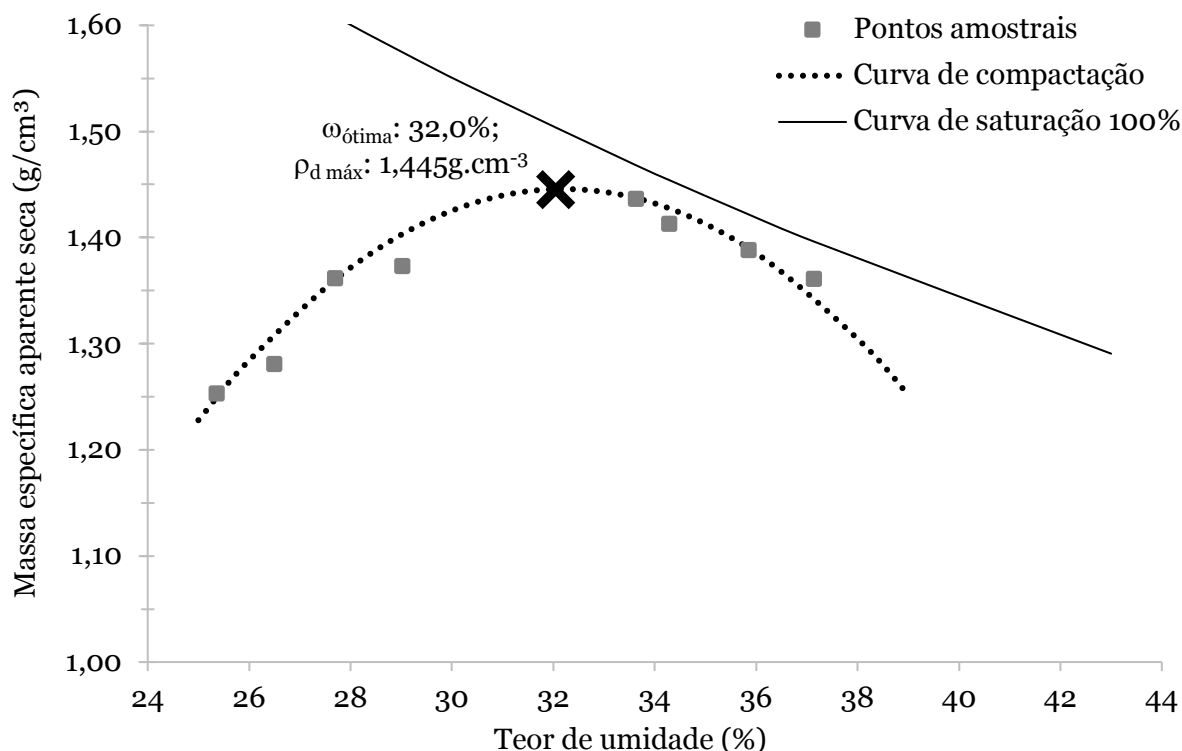
A determinação inicial da curva de compactação do solo local possibilita avaliar a qualidade do aterro sobre o qual as obras estavam alocadas. Conforme a Norma Brasileira NBR 7182/2016 (ABNT, 2016), para a determinação desta curva utiliza-se coordenadas cartesianas normais, marcando-se nas abcissas os teores de umidade ( $w$ ) e nas ordenadas as massas específicas aparentes secas ( $r_d$ ) correspondentes. A curva resultante deve apresentar um formato semelhante ao parabólico, com concavidade para baixo, apresentando assim pontos amostrais nos ramos seco e úmido. O valor máximo atingido pela curva (ponto de máximo) será designado como ponto de máxima eficiência de compactação e será caracterizado pelos pontos de umidade ótima ( $w_{ótima}$ ) e massa específica aparente seca máxima ( $r_{d\ máx}$ ).

Para o estudo em questão, a curva de compactação do solo, para a energia normal de Proctor, foi obtida por meio da compactação de oito corpos de prova, quatro em cada rama, originando os oito pontos amostrais mostrados na Figura 20. Nesta mesma Figura 20 ainda é possível verificar os parâmetros de máxima eficiência de compactação obtidos, bem como a representação da curva de saturação 100%, indicativo de validade da curva de compactação determinada (ambas não se cruzam no ramo úmido).

O ponto de máxima eficiência de compactação nesta situação se daria com para a massa específica aparente seca máxima de  $1,445\text{ g.cm}^{-3}$  e umidade ótima de 32%.



Figura 20 – Curva de compactação do solo com energia normal de Proctor



Fonte: Autoria própria.

### 8.1.2. Massa específica do solo (“*in situ*”)

Conforme anteriormente mencionado, para avaliar a qualidade do aterro sobre o qual as obras estão alocadas é possível fazer um comparativo entre as características estruturais do que se espera para o aterro e o que se atingiu após a compactação. Para tanto, neste estudo, estimou-se, a partir dos parâmetros de máxima eficiência de compactação, qual seria a massa específica do solo aproximada tida como ideal para ser encontrada no aterro estudado.

Por meio dos dados apresentados no item 8.1.1 ( $w_{ótima} = 32,0\%$  e  $\rho_d máx = 1,445 \text{ g/cm}^3$ ) determina-se que a massa específica do aterro igual a  $1,908 \text{ g/cm}^3$ . A título de comparação, a Tabela 01 mostra as determinações de massa específica aparente e massa específica aparente seca obtidas pelos métodos do frasco de areia e de Hilf.





Tabela 01: Determinações de massa específica aparente e massa específica aparente seca obtidas pelos métodos do frasco de areia e de Hilf

Técnica de ensaio	Massa específica aparente seca (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade (%)	Massa específica do solo (g/cm <sup>3</sup> )	GC (%) *
Método do frasco de areia	1,360	36,0	1,849	93,8
	1,520	35,1	2,054	104,8
Método de Hilf	1,320	37,9	1,820	91,0
	1,270	40,2	1,781	87,6
	1,330	34,8	1,792	91,7
	1,220	38,3	1,687	84,1
	1,100	34,4	1,479	75,9
<b>Média</b>	1,303	36,7	1,780	89,9
<b>Desvio padrão</b>	0,129	2,17	0,174	8,9

Nota: \* GC (grau de compactação) – relação entre a massa específica aparente seca de campo e a massa específica aparente seca máxima obtida em laboratório.

Fonte: Autoria própria.

Fica perceptível que, em média, o aterro em questão não apresentava padrões aceitáveis de compactação. Apenas um dos 7 (sete) pontos amostrados apresentou um grau de compactação (GC) maior ou igual a 95%, parâmetro geralmente adotado para controle de compactação em campo.

Tais resultados implicam inferir que, devido ao aterro mal compactado (ou sem o devido controle de compactação), a influência da água nos ciclos de secagem e umedecimento naturais pelos quais o solo tende a passar podem ser mais expressivos em termos de conseguir influenciar e até mesmo alterar sua estrutura, a ponto de desencadear problemas de recalques significativos e rupturas do solo.

### 8.1.3. Adensamento e colapsibilidade do solo

Uma parte significativa do solo brasileiro apresenta comportamento colapsível, ou seja, ao contato com fluídos, seja água proveniente da chuva, da ruptura de tubulações ou da rede de esgoto o mesmo de problemas de drenagem urbana, os solos



perdem a resistência e cedem sob o peso próprio ou da construção já existente, sem que haja necessariamente o aumento de sobrecarga.

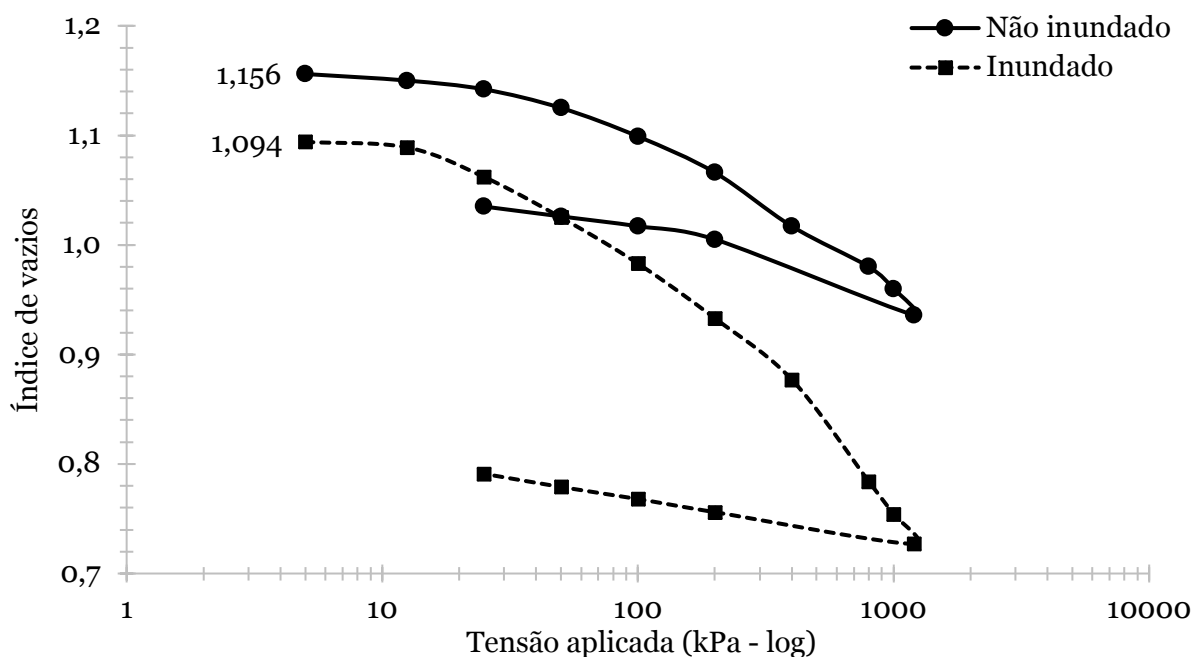
O colapso do solo é um fenômeno que gera um recalque rápido e muito acentuado do solo, caracterizado por uma diminuição brusca do índice de vazios, associado especialmente ao aumento do teor de umidade do solo. Para a análise desta influência da infiltração e percolação da água no perfil do solo é comum a realização de ensaios de adensamento duplos, onde pelo menos dois corpos de prova coletados *in loco* são ensaiados, um na umidade natural do solo e outro sob inundação desde o começo do ensaio e a discrepância entre os índices de vazios nas amostras, para os mesmos níveis de tensão, poderia indicar o índice de colapso do solo e, em alguns casos, auxiliar em uma possível classificação da gravidade dos problemas que podem ocorrer com a variação da umidade no solo.

A principal característica do solo colapsível é ter uma estrutura porosa, onde a água entra mais facilmente, provocando instabilidade. Uma compactação ineficiente, semelhante a verificada devido aos baixos graus de compactação do solo, pode desencadear o fenômeno após significativa infiltração de água no solo.

O resumo dos resultados dos ensaios duplos de adensamento realizados com o solo da região estudada está apresentada na Figura 21. A significativa diferença entre as curvas dos ensaios não inundado (umidade natural do solo) e inundado (umidade de saturação do solo) indica a possibilidade de grandes variações volumétricas (ou recalques) do solo, potencialmente por colapso do solo. Para uma análise mais objetiva, por meio da classificação proposta por Jennings e Knight (1975, apud Sousa Pinto, 2006), a Tabela 02 apresenta os resultados de índice de colapso do solo e sua classificação em relação a gravidade do problema que sua ocorrência pode gerar no local. Com classificação variando entre moderado e problemático, dependendo do nível de tensão do solo, a inferência de que o solo local é propenso a apresentar problemas com recalque por colapso de solo é verídica.



Figura 21 – Resumo das curvas de adensamento do solo (não inundado e inundado)



Fonte: Autoria própria.

Tabela 02: Estimativa da gravidade dos problemas em decorrência do colapso de solo

s (kPa)	Ensaio 1 (não inundado)	Ensaio 2 (inundado)	Índice de colapso		
	e	e	De	i	Gravidade do Problema *
5,0	1,156	1,094	0,062	2,9 %	Moderado
12,5	1,15	1,089	0,061	2,8 %	Moderado
25,0	1,142	1,062	0,080	3,7 %	Moderado
50,0	1,125	1,025	0,100	4,6 %	Moderado
100,0	1,099	0,983	0,116	5,4 %	Problemático
200,0	1,066	0,933	0,133	6,2 %	Problemático
400,0	1,017	0,877	0,140	6,5 %	Problemático
800,0	0,98	0,784	0,196	9,1 %	Problemático
1000,0	0,96	0,754	0,206	9,6 %	Problemático
1200,0	0,936	0,727	0,209	9,7 %	Problemático
200,0	1,005	0,756	0,249	-	-
100,0	1,017	0,768	0,249	-	-
50,0	1,026	0,779	0,247	-	-
25,0	1,035	0,791	0,244	-	-

Nota: e – índice de vazios; s - Tensão aplicada; De – variação do índice de vazios. \* Classificação empregada de acordo com os limites estabelecidos por Jennings e Knight (1975, apud Sousa Pinto, 2006).

Fonte: Autoria própria.





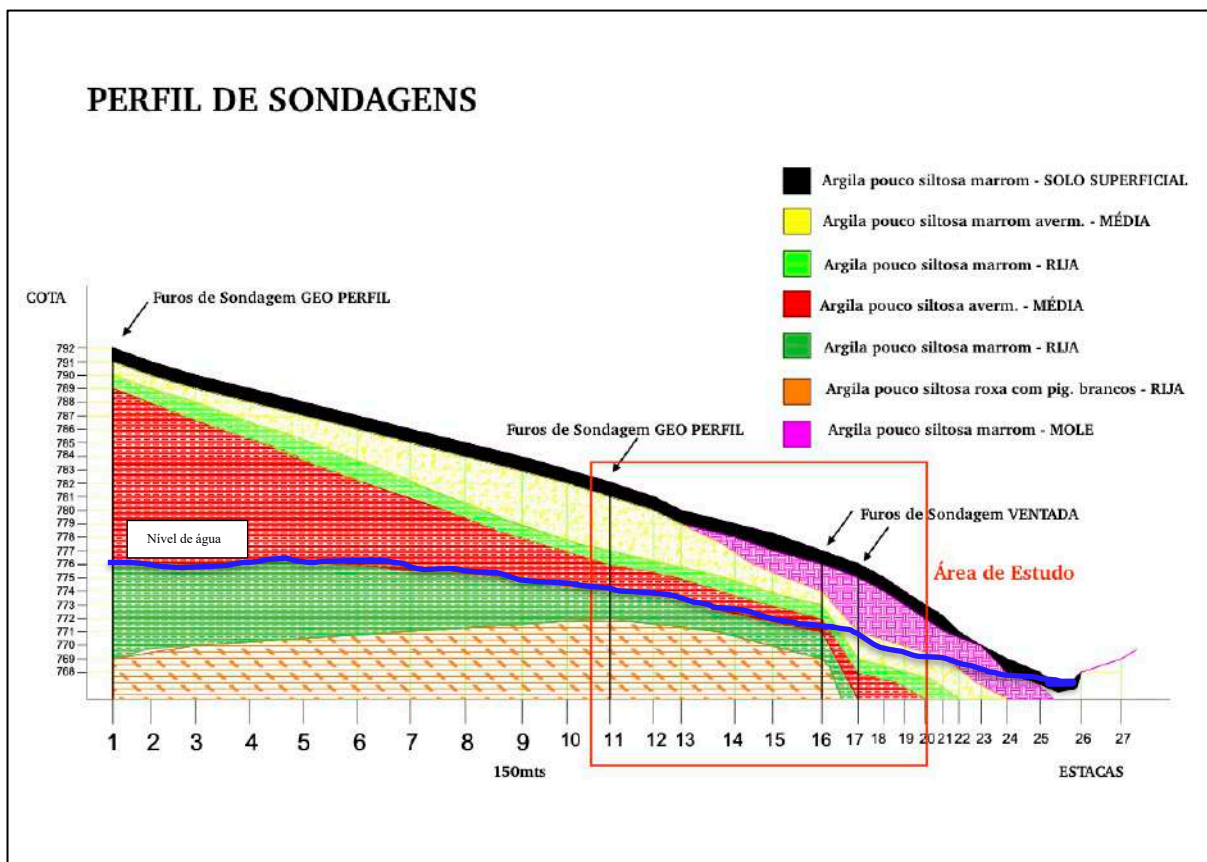
#### 8.1.4. Sondagem SPT

A sondagem SPT visa conhecer a resistência do solo a penetração, bem como classificar a consistência das argilas, siltes e areias presentes no solo. Ainda o ensaio possibilita a determinação do nível de água no solo, que pode alterar devido as variações do regime de precipitação pluviométrica na área de estudo.

O Ensaio de SPT realizado e demais laudos emprestados para a elaboração deste relatório possibilitaram conhecer o subsolo da região e mostram que o solo da quadra 1540 apresenta nos primeiros metros uma baixa resistência nas camadas superiores, que se supõe ser, em parte, de aterro mal compactado. Também percebe-se, e a presença do lençol freático superficial.

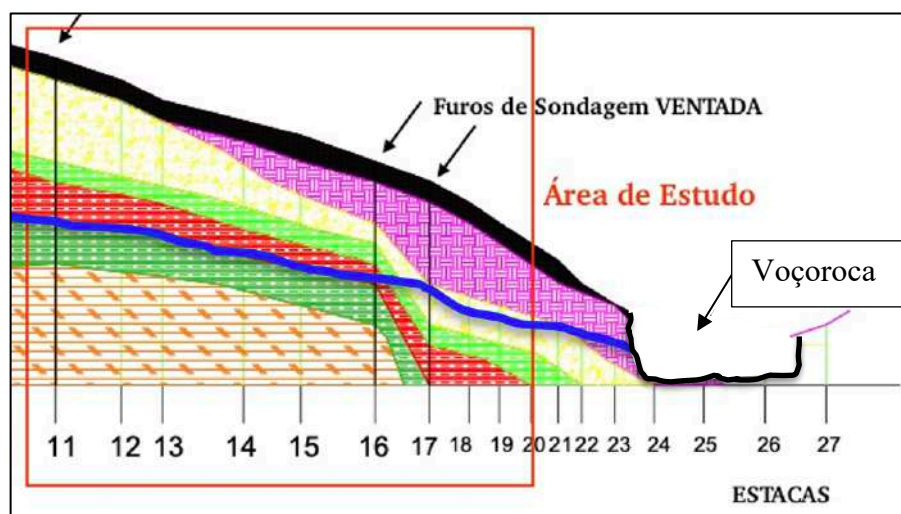
Para facilitar a visualização dos resultados foi desenhado o perfil do terreno a partir dos ensaios de SPT. O perfil mostra o aparecimento de uma argila MOLE, a partir dos furos de sondagem mais a jusante da área de estudo, com espessura aproximada de 4 metros, realizados pela empresa VENTANA. Ainda, percebe-se a presença de água no perfil, sendo que nos furos realizados pela GEOPERFIL a água foi encontrada a aproximadamente 5 metros, enquanto nos furos de sondagem da VENTANA o nível de água baixou para aproximadamente 8 metros, coincidindo, com o contato entre os perfis de solo de consistência MÉDIA e RIJA, conforme Figura 22.

Figura 22 – Resumo das curvas de adensamento do solo (não inundado e inundado)



A figura 23 mostra o detalhe da erosão da encosta causada pela água da chuva, principal causadora dos rastejos observados nos terrenos a montante.

Figura 23 – Detalhe mostrando a porção da encosta que foi erodida pela ação da água da chuva, provocando uma grande cratera.





## 9. CONCLUSÃO

Concluimos que a área possui os graves problemas de estabilidade, devido a um conjunto de fatores que em maior ou menor grau contribuíram para os deslizamentos na região e instabilidade nas construções do entorno.

Inicialmente, podemos afirmar que o principal e talvez mais grave, seja a concentração da drenagem de águas pluviais na área de APP, de forma inapropriada e sem a construção de um dispositivo de dissipação da energia da água, que reduzisse a velocidade de escoamento na saída da canalização. A grande vazão de água no local causou uma grande erosão a jusante (voçoroca), conforme mencionado no corpo do trabalho, que formou uma grande cratera no leito do rio, formando paredes laterais íngremes, profundas e instáveis, se aprofundando até atingir uma camada de solos mais resistente. Ao atingir esta camada mais profunda, a erosão tende a se alargar removendo o solo dessas paredes de taludes instáveis.

Como agravante, o solo localizado acima dessas paredes íngremes não apresentam uma boa estrutura, sendo em parte formado por aterro mal compactado, se apresentando como colapsáveis, conforme verificou-se nos ensaios de laboratório.

Apenas um dos 7 (sete) pontos amostrados apresentou um grau de compactação (GC) maior ou igual a 95%, parâmetro geralmente adotado para controle de compactação em campo.

Tais resultados implicam inferir que, devido ao aterro mal compactado (ou sem o devido controle de compactação), a influência da água nos ciclos de secagem e umedecimento naturais pelos quais o solo tende a passar, podem ser mais expressivos em termos de conseguir influenciar e até mesmo alterar sua estrutura, a ponto de desencadear problemas de recalques significativos e rupturas do solo.

Também, a significativa diferença entre as curvas dos ensaios de adensamento, não inundado (umidade natural do solo) e inundado (umidade de saturação do solo) indica a possibilidade de grandes variações volumétricas (ou recalques) do solo, potencialmente por colapso do solo.





Com classificação variando entre moderado e problemático, dependendo do nível de tensão do solo, a inferência de que o solo local é propenso a apresentar problemas com recalque por colapso de solo é verídica.

Ainda, o terreno no entorno apresenta grande declividade, devendo ser observados critérios adicionais para ocupação urbana, devido aos problemas de instabilidade e ao incremento da atuação da força gravitacional sobre a cobertura de solo. Quanto maior a declividade maior será a componente vertical da gravidade.

A área vistoriada está instável e este processo deve continuar principalmente em períodos de grande pluviosidade, gerando risco as construções próximas, uma vez que existe a possibilidade das obras perderem sustentação pelo deslocamento do solo abaixo de suas fundações devido a ocorrência de sucessivos escorregamentos no interior da área de APP..

Assim, devem ser tomadas providencias imediatas para a estabilização das encostas formadas pela erosão no interior da APP, com a necessidade da realização de obras de contenção e principalmente a instalação de dissipadores de energia ao final das tubulações existente e nas que estão em execução.

A forma como o terreno foi aterrado, apresentando baixa compactação, favorece a infiltração da água da chuva nos vazios do solo, aumentando a instabilidade e acelerando o movimento encosta abaixo.

A utilização de restos de construção como material de aterro deve ser evitada, e a vegetação da área de APP suprimida deve ser recomposta, tendo em vista além de questões legais, o notório entendimento que as raízes proporcionam no reforço na estabilidade de encostas.

Finalmente, podemos concluir que a área analisada deverá ser estabilizada através do disciplinamento das águas, com a revisão dos projetos de drenagem das quadras que pertencem a essa bacia de drenagem, o retaludamento e contenção dos taludes, com movimentação de terra, visando diminuir a inclinação das encostas da voçoroca, de modo a aumentar a estabilidade dos taludes e evitar o avanço da erosão. Ainda, proceder a contenção dos taludes, para que cesse os movimentos da encosta. Por fim, realizar o reflorestamento da área, uma vez que a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno.



Ficamos a disposição para demais esclarecimentos, bem como para o fornecimento de toda produção técnica sobre o assunto disponível no Departamento de Construção Civil da UTFPR, Campus Pato Branco aos interessados.

#### **10. EQUIPE TÉCNICA**

<b>Profissional</b>	<b>Participação</b>
Prof. Eng. Ney Lyzandro Tabalipa, Dr.	Coordenador Geral
Profa. Eng. Flavia Gonçalves Pissinati Pelaquim, Dr.	Coordenação Técnica
Laboratorista Tecnol. Claudia Baldin, Me.	Ensaio de Laboratório
Eng. Heloisa Balbinotti Molinete, Mestranda	Colaboradora Geral
Eng. Marina Myszak Biedacha, Mestranda	Ensaio de Campo



## **11.ANEXOS**



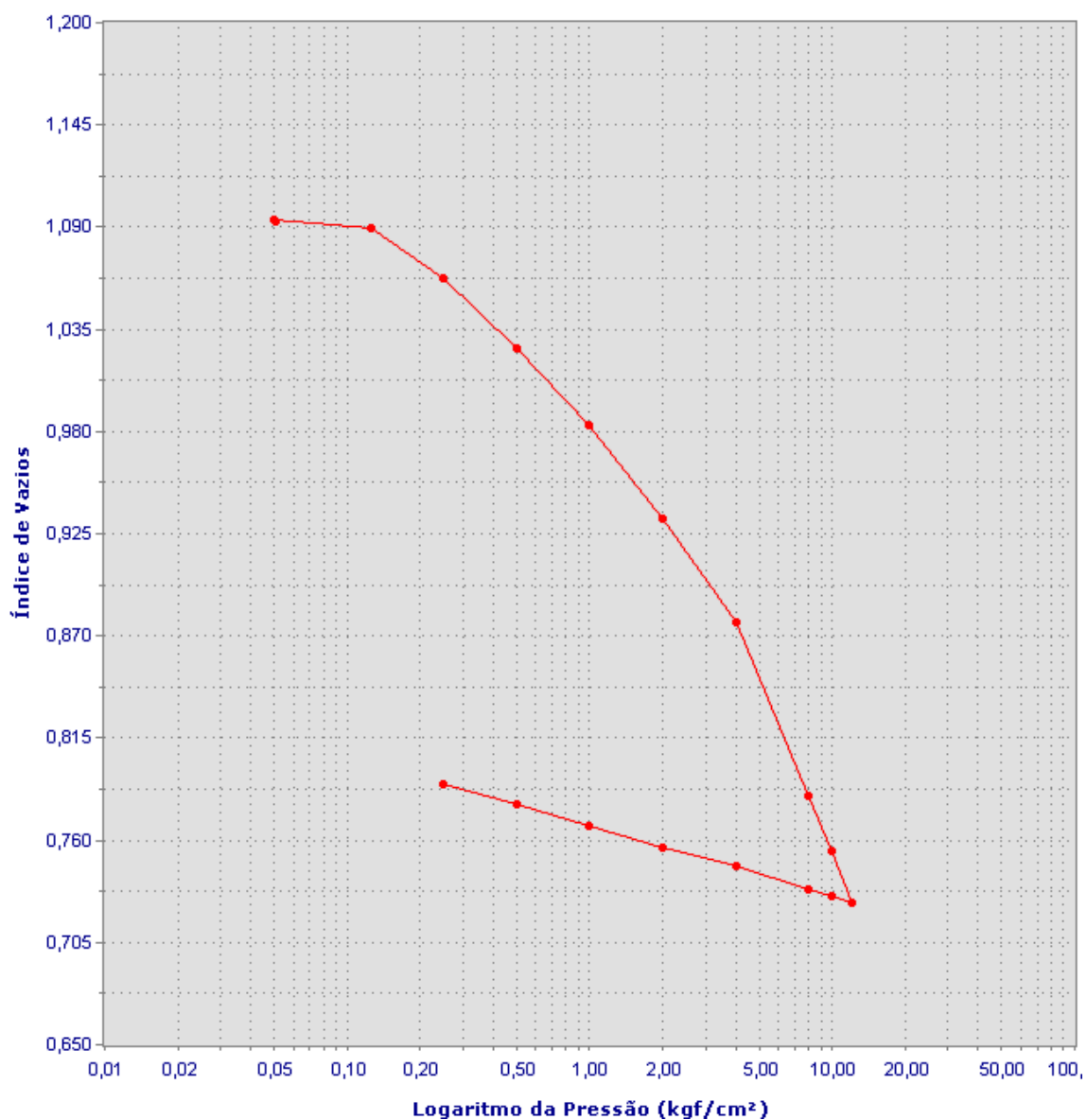
**Adensamento Unidimensional (Carregamento, Inundação e Descarregamento)**

**Dados Cadastrais**

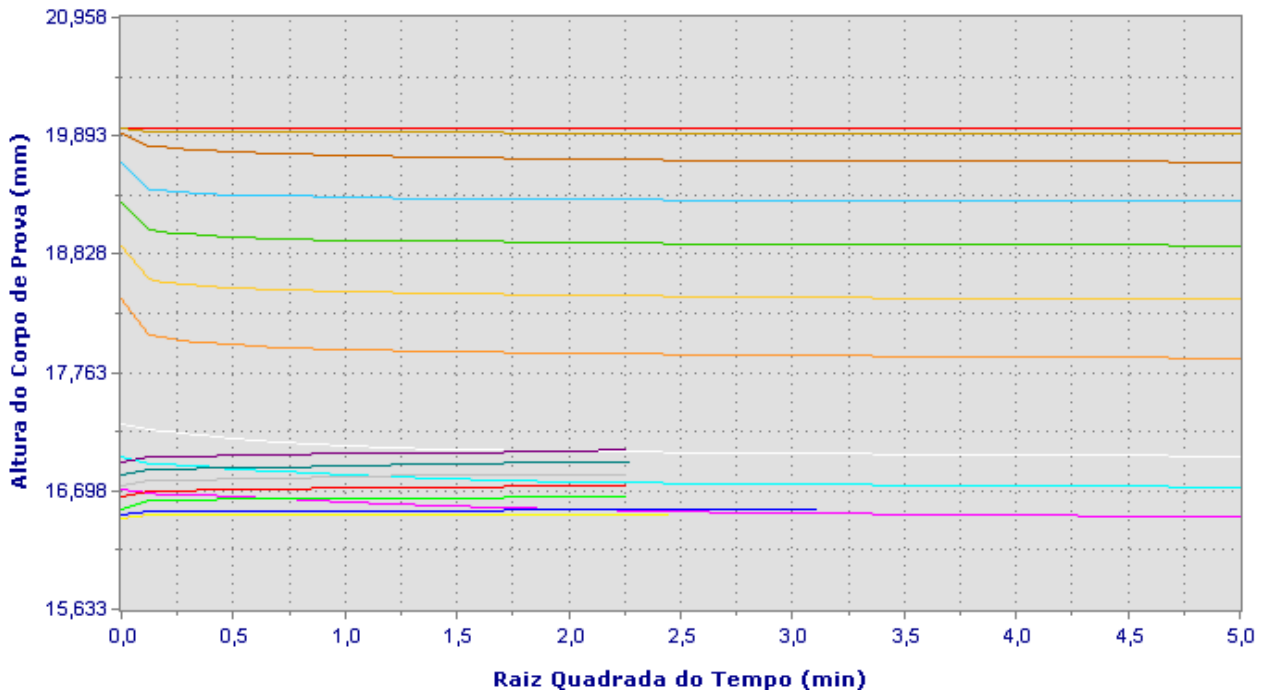
<b>Nome Amostra:</b>	Ensaio_Inundado	<b>Data do Ensaio:</b>	03 novembro, 2022
<b>Responsável:</b>	Ney Lizandro Tabalipa	<b>Altura Reduzida:</b>	9,482(mm)
<b>Condição Moldagem:</b>	Outros		
<b>Altura Inicial:</b>	2,00(cm)		

**Gráficos dos Ensaio**

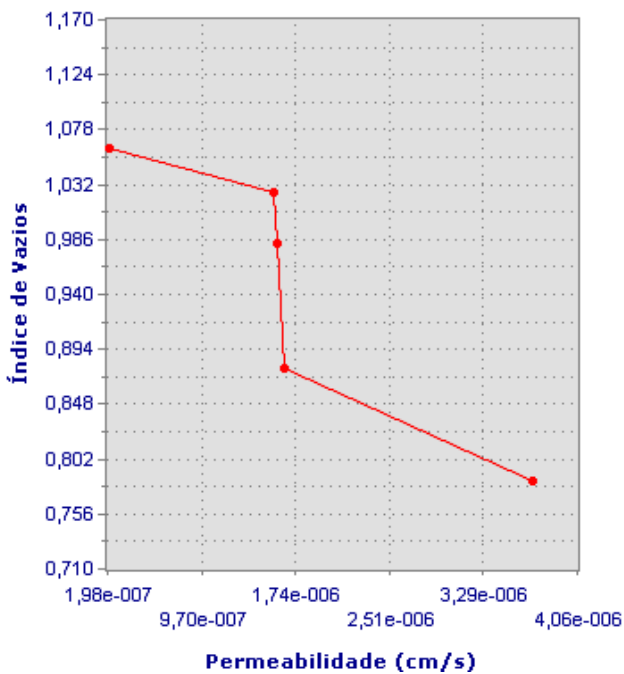
**Índice de Vazios x Logaritmo da Pressão (kgf/cm<sup>2</sup>)**



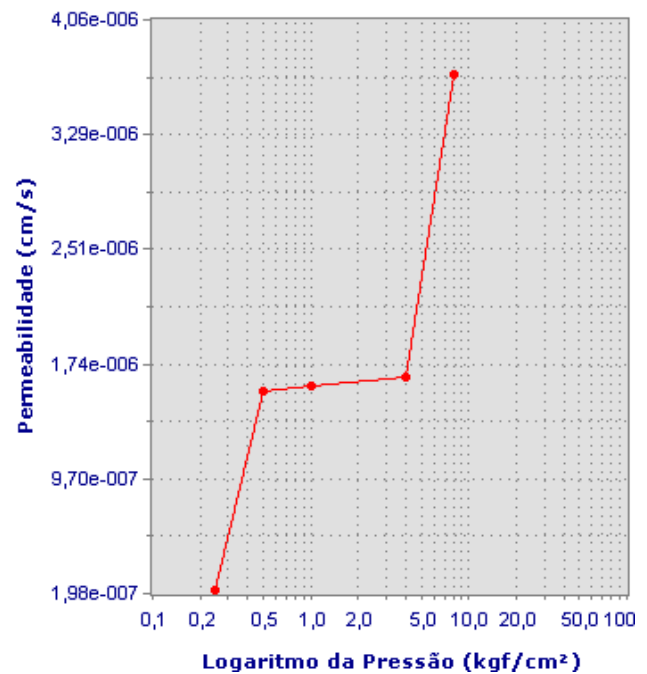
Altura do Corpo de Prova (mm) x Raiz Quadrada do Tempo (min)



Índice de Vazios x Permeabilidade (cm/s)



Permeabilidade (cm/s) x Logaritmo da Pressão (k)



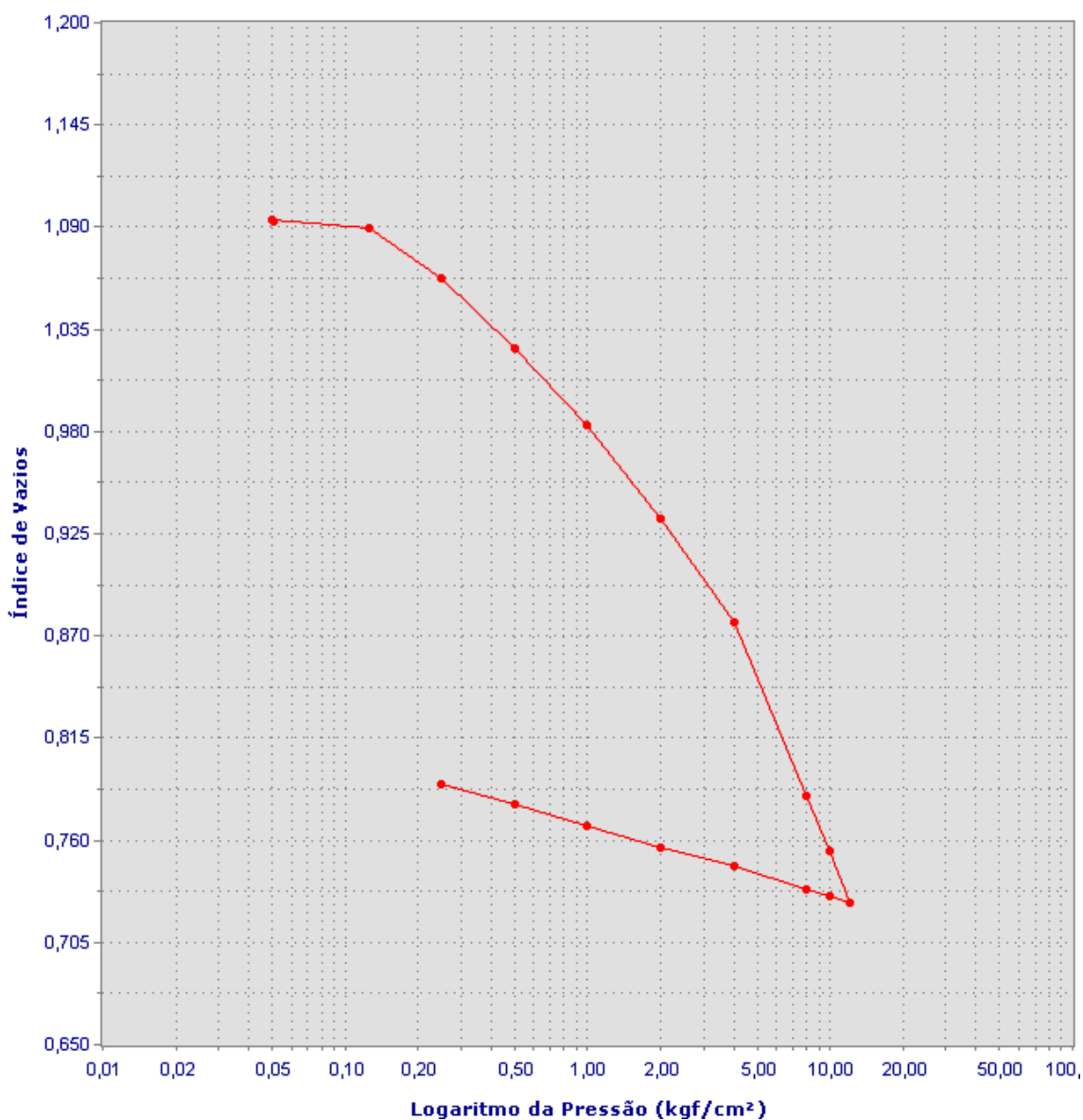
**Adensamento Unidimensional (Carregamento, Inundação e Descarregamento)**

**Dados Cadastrais**

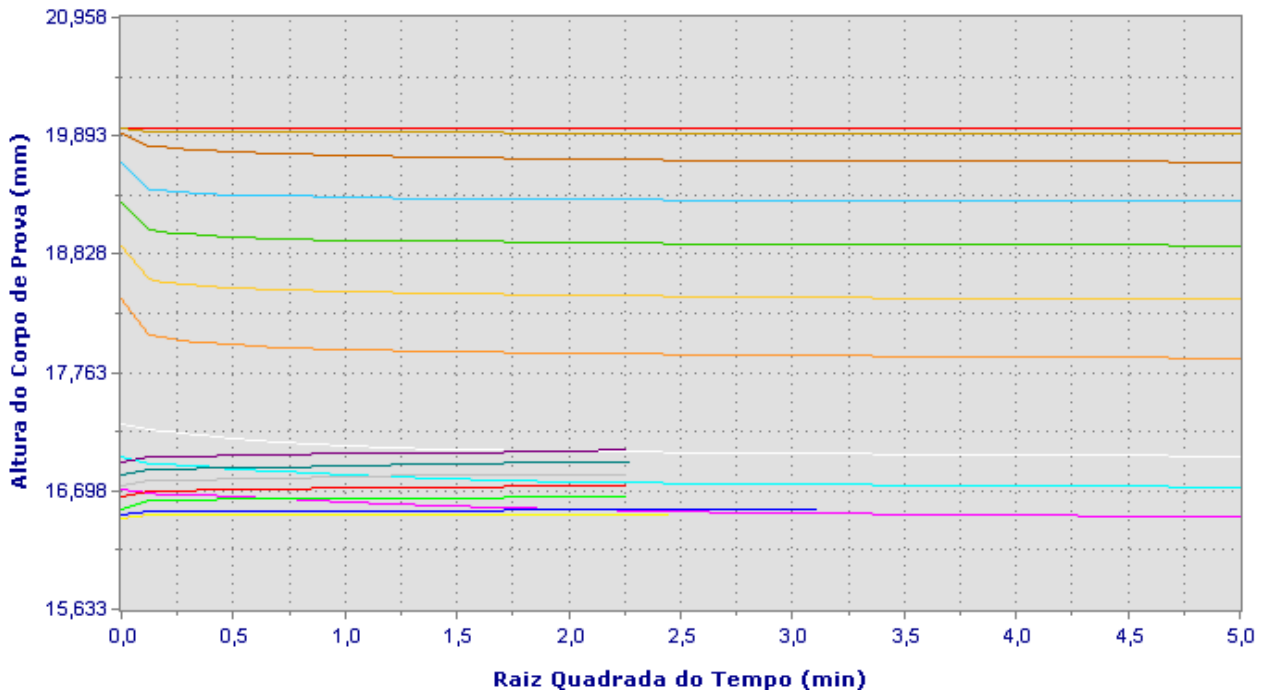
<b>Nome Amostra:</b>	Ensaio_Inundado	<b>Data do Ensaio:</b>	03 novembro, 2022
<b>Responsável:</b>	Ney Lizandro Tabalipa	<b>Altura Reduzida:</b>	9,482(mm)
<b>Condição Moldagem:</b>	Outros		
<b>Altura Inicial:</b>	2,00(cm)		

**Gráficos dos Ensaio**

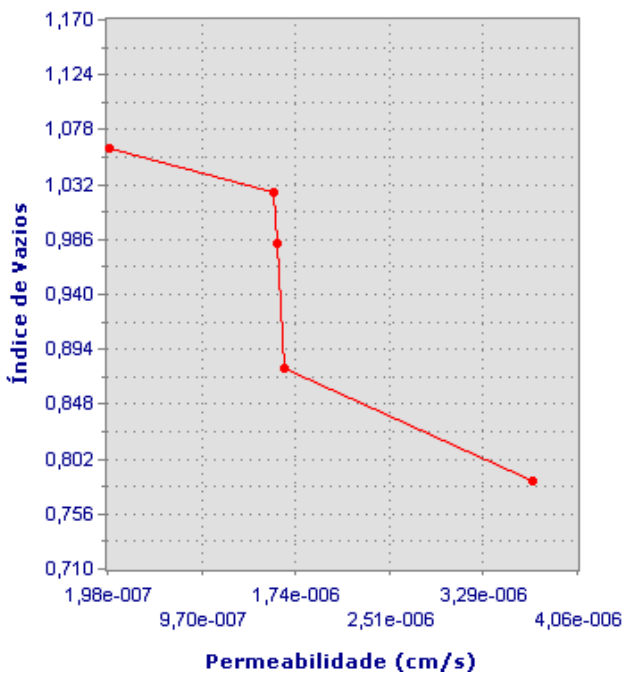
**Índice de Vazios x Logaritmo da Pressão (kgf/cm<sup>2</sup>)**



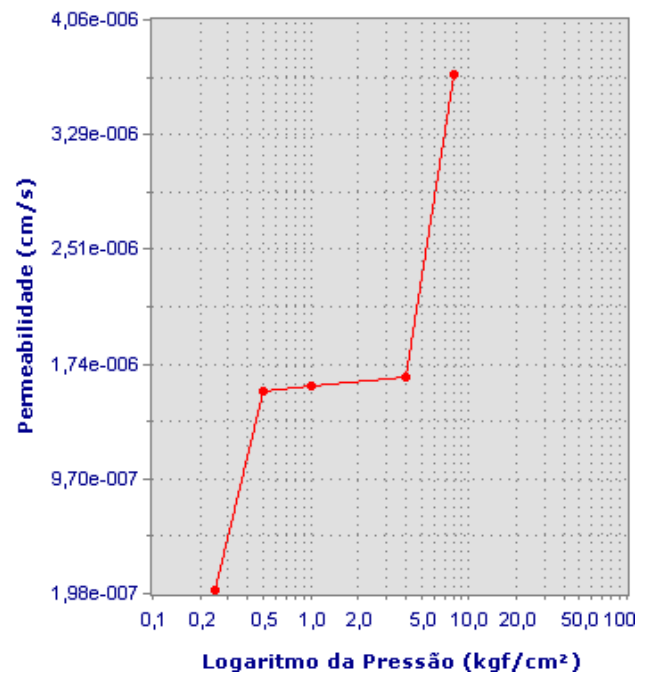
Altura do Corpo de Prova (mm) x Raiz Quadrada do Tempo (min)



Índice de Vazios x Permeabilidade (cm/s)



Permeabilidade (cm/s) x Logaritmo da Pressão (k)









**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos

[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

(46) 99912-2002

(46) 98820-5380

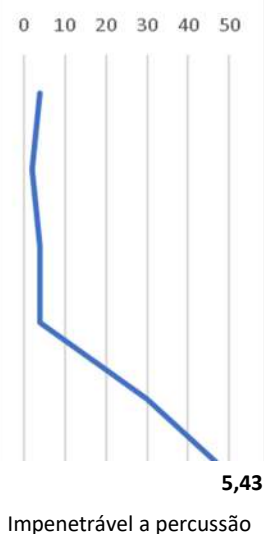
Cliente: Antonio Redivo

Obra: Residencial

Endereço: Rua Pio Miotto

Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	
			15	30	45			20220307-98	
			SPTa 01-A					Cotas: (Ref. 100,00)	
								Cota Inicial: 99,85	
								Cota Final: 94,42	
								Classificação dos Solos	
	T.H.		Escavado a trado					0	Solo Superficial
			1 / 15	2 / 33	2 / 46	4 / 31		1	Argila marrom de consistência MOLE
			2 / 16	1 / 30	1 / 45	2 / 29		2	Argila marrom de consistência MUITO MOLE
			3 / 15	2 / 30	2 / 45	4 / 30		3	Argila pouco siltosa amarela esverdeada de consistência MOLE
			3 / 16	1 / 30	3 / 46	4 / 30		4	Argila pouco siltosa laranja com veios de consistência MOLE
			4 / 15	13 / 30	17 / 43	30 / 28		5	Argila pouco siltosa amarela com veios de consistência MUITO RIJA
		Não Encontrado	/	/	/	/		6	
			/	/	/	/		7	
			/	/	/	/		8	
			/	/	/	/		9	
			/	/	/	/		10	
			/	/	/	/		11	
			/	/	/	/		12	
			/	/	/	/		13	



Trado Helicoidal (T.H.)	Amostrador	Revestimento	Data da Execução
Circulação d' Água (C.A.)	Interno 1 3/8"	Peso: 65,00 kg	Início: 15/07/2022
Nível d' Água (N.A.)	Externo 2"	Altura de queda: 75,0 cm	Término: 15/07/2022

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 <a href="mailto:geoperfil.eng@gmail.com">geoperfil.eng@gmail.com</a>	Responsável Técnico:
	Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos

[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

(46) 99912-2002

(46) 98820-5380

Cliente: Antonio Redivo

Obra: Residencial

Endereço: Rua Pio Miotto

Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	
			15	30	45			SPTa 02	20220307-98
								Gráfico de Resistência dos 30cm finais (NSPT)	Cotas: (Ref. 100,00) Cota Inicial: 97,20 Cota Final: 93,60 Classificação dos Solos
	T.H.		Escavado a trado						Solo Superficial
			2 / 16	1 / 30	2 / 45	3 / 29		14	Argila marom de consistência MOLE
			2 / 17	3 / 30	3 / 46	6 / 29		15	Argila marrom com mesclas laranja de consistência MÉDIA
			3 / 15	6 / 30	7 / 45	13 / 30		16	Argila marrom com mesclas laranja/ pedr de consistência RIJA
		Não Encontrado				/		17	
						/		18	
						/		19	
						/		20	
						/		21	
						/		22	
						/		23	
						/		24	
						/		25	
						/		26	
						/			

Trado Helicoidal (T.H.)	Amostrador	Revestimento	Data da Execução
Circulação d' Água (C.A.)	Interno 1 3/8"	Peso: 65,00 kg	Início: 15/07/2022
Nível d' Água (N.A.)	Externo 2"	Altura de queda: 75,0 cm	Término: 15/07/2022

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 <a href="mailto:geoperfil.eng@gmail.com">geoperfil.eng@gmail.com</a>	Responsável Técnico:
	 Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos

[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

(46) 99912-2002

(46) 98820-5380

Cliente: Antonio Redivo

Obra: Residencial

Endereço: Rua Pio Miotto

Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	
			15	30	45			20220307-98	
			SPTa 03					Cotas: (Ref. 100,00)	
								Cota Inicial: 97,35	
								Cota Final: 94,27	
								Classificação dos Solos	
	T.H.		Escavado a trado					0	Solo Superficial
			1 / 15	1 / 30	2 / 45	3 / 30		1	Argila marrom avermelhada de consistência MOLE
			2 / 15	6 / 30	7 / 45	13 / 30		2	Alteração de rochas com veios de consistência RIJA
			8 / 1	/	/	/		3	
			/	/	/	/		4	
			/	/	/	/		5	
			/	/	/	/		6	
			/	/	/	/		7	
			/	/	/	/		8	
			/	/	/	/		9	
			/	/	/	/		10	
			/	/	/	/		11	
			/	/	/	/		12	
			/	/	/	/		13	



Trado Helicoidal (T.H.)	Amostrador	Revestimento	Data da Execução
Circulação d' Água (C.A.)	Interno 1 3/8"	Peso: 65,00 kg	Início: 15/07/2022
Nível d' Água (N.A.)	Externo 2"	Altura de queda: 75,0 cm	Término: 15/07/2022

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 <a href="mailto:geoperfil.eng@gmail.com">geoperfil.eng@gmail.com</a>	Responsável Técnico:
	 Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D





**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos

[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

(46) 99912-2002

(46) 98820-5380

Cliente: Antonio Redivo

Obra: Residencial

Endereço: Rua Pio Miotto

Cidade: Pato Branco

Localização dos Furos de Sondagem Nº

20220307-98

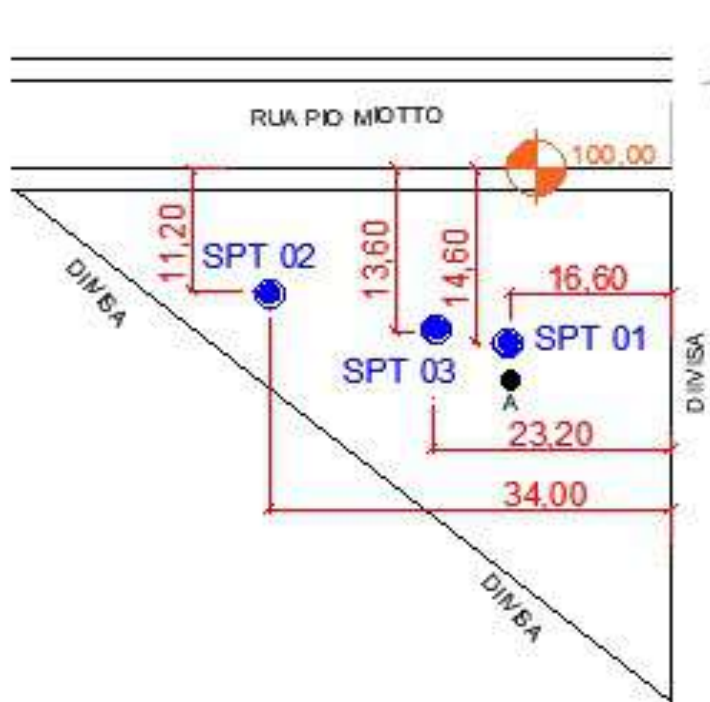


Figura 01- Local da Sondagem vista por imagem de satélite.



GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51  
Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

Responsável Técnico:

Marina Myszak Biedacha  
Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos

[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

(46) 99912-2002

(46) 98820-5380

Cliente: Antonio Redivo

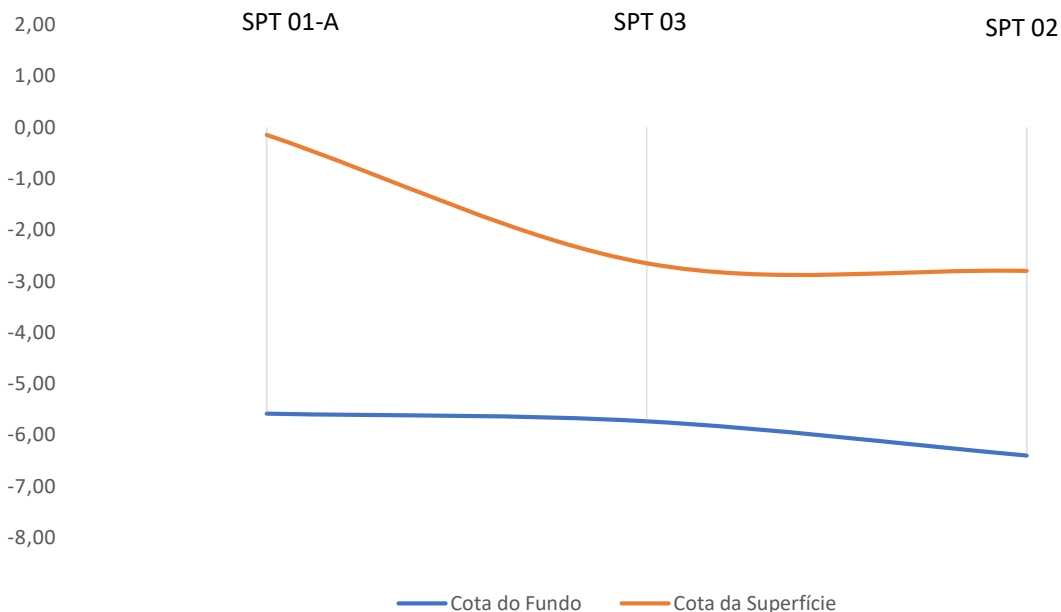
Obra: Residencial

Endereço: Rua Pio Miotto

Cidade: Pato Branco

Perfil dos Furos de Sondagem Nº


20220307-98



SPT Nº	Cota Superfície Ref. (0,00)	Profundidade (m)	Cota Fundo Ref (0,00)	Nível de Água
SPTa 01	-0,15	2,60	-2,75	Não Encontrado
SPTa 01-A	-0,15	5,43	-5,58	Não Encontrado
SPTa 02	-2,80	3,60	-6,40	Não Encontrado
SPTa 03	-2,65	3,08	-5,73	Não Encontrado

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51  
Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

Responsável Técnico:

  
Marina Myszak Biedacha  
Eng. Civil - CREA-PR 196137/D

**20220610-116****RELATÓRIO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO - NBR 6484/2020.****Dados do cliente****Cliente:** Município de Pato Branco.**Obra:** Infraestrutura – Vila Isabel.**Endereço:** Rua das Oliveiras**Cidade/UF:** Pato Branco – PR.**QR Code:**

*Aponte a câmera do seu  
Smartphone para ler o  
QR Code e ter acesso ao relatório  
digital e as fotografias do ensaio.*

**Apresentação**

O presente relatório tem por objetivo apresentar os resultados das sondagens à percussão de simples reconhecimento (SPTa) realizado pela empresa Geo Perfil Engenharia de Solos Ltda. Os resultados são apresentados através de seções geológicas, descrevendo para cada seção de um metro suas características visuais, se há ou não presença de nível de água, e sua resistência. Atendendo à solicitação do cliente, foram executadas 03 perfurações totalizando 46,91 metros.

## **1. EXECUÇÃO DO ENSAIO**

Os métodos de sondagem e do ensaio SPTa foram conduzidos com base nos procedimentos encontrados na Norma Brasileira Regulamentadora NBR 6484/2020 – Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPTa – Método de Ensaio.

### **1.1. Equipamento**

O processo de perfuração foi realizado utilizando Equipamento CompactDrill Automatizada - CD100.

### **1.2. Amostragem**

As amostras foram extraídas a cada metro de profundidade através do amostrador padrão de diâmetro interno e externo normatizados. As amostras colhidas foram acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e encaminhados para identificação tátil visual no laboratório de solos da empresa Geo Perfil engenharia.

### **1.3. Penetração Dinâmica**

Os índices de resistência a penetração foram obtidos pela cravação do amostrador a partir de quedas sucessivas do martelo padronizado expressas pelo número de golpes necessários a cravação dos últimos 30 (trinta) centímetros do amostrador, provocado pela queda livre do martelo com massa de 65 (sessenta e cinco) quilos a uma altura de 75 (setenta e cinco) centímetros, conforme orientação da NBR 6484/2020, observando os critérios de parada.



#### 1.4. Classificação das Amostras

A classificação da consistência das argilas e siltes argilosos e ainda da compactidade das areias e siltes arenosos encontra-se definida na tabela a seguir:

TABELA DOS ESTADOS DE COMPACIDADE E CONSISTÊNCIA		
Solo	Índice de Resistência à Penetração	Designação
Areias e Siltes Arenosos	$N \leq 4$	Fofa
	$5 \leq N \leq 8$	Pouco Compacta
	$9 \leq N \leq 18$	Mediamente Compacta
	$19 \leq N \leq 40$	Compacta
	$N > 40$	Muito Compacta
Argilas e Siltes Argilosos	$N \leq 2$	Muito Mole
	$3 \leq N \leq 5$	Mole
	$6 \leq N \leq 10$	Média
	$11 \leq N \leq 19$	Rija
	$20 \leq N \leq 30$	Muito Rija
	$N > 30$	Dura

**Fonte:** Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6484: Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2020.

#### 1.5. Nível de Água Freático

A determinação do nível de água foi realizada de acordo com a NBR 6484 – Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio, ressaltamos que os níveis aferidos em cada perfuração podem apresentar alterações ao longo do tempo devido as variações do regime de precipitações pluviométricas da região.

## **1.6. Critério de Parada**

As perfurações foram executadas até que se atingisse os critérios de parada previstos pela NBR 6484 – Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio, sendo os seguintes:

### **1.6.1. Amostrador**

A cravação do amostrador-padrão é interrompida antes dos 45 cm de penetração sempre que ocorrer uma das seguintes situações:

- a) em qualquer dos três segmentos de 15 cm, o número de golpes ultrapassar 40;
- b) um total de 50 golpes tiver sido aplicado durante toda a cravação;
- c) não se observar avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo.

### **1.6.2. Lavagem**

A sondagem deve ser dada por encerrada quando, no ensaio de avanço da perfuração por circulação de água, forem obtidos avanços inferiores a 50 mm em cada período de 10 min ou quando, após a realização de quatro tentativas consecutivas, não for alcançada a profundidade de execução do SPT.

## **1.7. Perfurações Auxiliares**

Nos casos em que o trépano de lavagem ou o amostrador não tiverem avanço antes da profundidade estimada para atendimento do projeto, a sondagem deve ser deslocada, no mínimo duas vezes para posições diametralmente opostas, a 2,00 m da sondagem inicial, ou conforme orientação do cliente ou seu preposto, como previsto no item 6.4.5 da NBR 6484 – Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio.

## **2. RESULTADOS**

Os resultados são compostos pelas páginas anexas ao relatório, e apresentam as seguintes informações:

### **2.6. Locação**

A locação das perfurações, foram definidas pelo contratante, e seguiram as recomendações previstas de acordo com a NBR 8036 – Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios.

### **2.7. Nivelamento Altimétrico**

Após a demarcação dos locais de cada sondagem, foram realizados o nivelamento altimétrico de todos os pontos. A Referência de Nível (RN) foi estabelecida com cota 100,00. Nas planilhas de sondagem apresentadas em anexo encontram-se as cotas de cada sondagem.

### **2.8. Perfis Individuais**

Os resultados da sondagem foram apresentados individualizados por perfurações e através de um perfil indicando o número de golpes necessários a cravação dos últimos 30 (trinta) centímetros, a profundidade das camadas, a identificação das amostras extraídas e sua respectiva classificação.

# **ANEXOS**

## **Resultados**

### **Anotação de Responsabilidade Técnica**





**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)  
(46) 99912-2002  
(46) 98820-5380

Cliente: Município de Pato Branco  
Obra: Infraestrutura Vila Isabel  
Endereço: Rua das Oliveiras  
Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	
			15	30	45			20220610-116	
								Cotas: (Ref. 100,00)	
							SPTa 01	Cota Inicial: 101,60	
							Gráfico de Resistência dos 30cm finais (NSPT)	Cota Final: 83,31	
								Classificação dos Solos	
			Escavado a trado					Solo Superficial	
		5,42					0 10 20 30 40 50	Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA	
			2 / 15	3 / 32	3 / 47	6 / 32		Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA	
			6 / 16	5 / 32	5 / 45	10 / 29		Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA	
			5 / 15	6 / 30	5 / 45	11 / 30		Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência RIJA	
			5 / 15	5 / 30	5 / 45	10 / 30		Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA	
			4 / 15	5 / 30	5 / 45	10 / 30		Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA	
			4 / 15	5 / 30	8 / 45	13 / 30		Argila siltosa marrom acinzentada de consistência RIJA	
			3 / 15	4 / 32	4 / 46	8 / 31		Argila siltosa marrom acinzentada de consistência MÉDIA	
			3 / 16	4 / 30	5 / 46	9 / 30		Argila siltosa marrom alaranjada de consistência MÉDIA	
			3 / 17	3 / 32	4 / 45	7 / 28		Argila siltosa roxa com pigmentos laranja de consistência MÉDIA	
			8 / 15	8 / 30	8 / 45	16 / 30		Argila siltosa roxa com pigmentos laranja de consistência RIJA	
			13 / 15	16 / 30	17 / 45	33 / 30		Argila siltosa roxa com veios laranja e preto de consistência DURA	
			3 / 15	6 / 30	8 / 45	14 / 30		Argila siltosa roxa com veios laranja e verde de consistência RIJA	
			8 / 15	9 / 30	13 / 45	22 / 30		Argila siltosa roxa com pigmentos brancos de consistência MUITO RIJA	

Trado Helicoidal (T.H.) Circulação d' Água (C.A.) Nível d' Água (N.A)	Amostrador Interno 1 3/8" Externo 2"	Revestimento Peso: 65,00 kg Altura de queda: 75,0 cm	Data da Execução Início: 21/10/2022 Término: 24/10/2022
-----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 geoperfil.eng@gmail.com	Responsável Técnico:
	Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)  
(46) 99912-2002  
(46) 98820-5380

Cliente: Município de Pato Branco  
Obra: Infraestrutura Vila Isabel  
Endereço: Rua das Oliveiras  
Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	20220610-116	
			15	30	45			SPTa 01 Continuação	Cotas: (Ref. 100,00)	
								Gráfico de Resistência dos 30cm finais (NSPT)	Cota Inicial:	101,60
								Cota Final:	83,31	
			continuação					Classificação dos Solos		
							0 10 20 30 40 50			
			8 / 15	9 / 30	13 / 45	22 / 30		13	Argila siltosa roxa com pigmentos brancos de consistência MUITO RIJA	
			5 / 15	5 / 30	7 / 45	12 / 30		14	Argila marrom com veios cinza e pedregulhos de consistência RIJA	
			8 / 15	14 / 30	14 / 45	28 / 30		15	Argila pouco siltosa cinza mesclas verdes de consistência MUITO RIJA	
			6 / 15	9 / 30	13 / 45	22 / 30		16	Argila siltosa roxa com veios verde e pig branco de consistência MUITO RIJA	
			5 / 15	6 / 30	10 / 45	16 / 30		17	Argila pouco siltosa roxa de consistência RIJA	
			10 / 15	27 / 29	/	27 / 14		18	Argila pouco siltosa rocha mesclas verde	
			/	/	/	/		19		
			/	/	/	/		20		
			/	/	/	/		21		
			/	/	/	/		22		
			/	/	/	/		23		
			/	/	/	/		24		
			/	/	/	/		25		
								18,29	Impenetrável a percussão	

Trado Helicoidal (T.H.) Circulação d' Água (C.A.) Nível d' Água (N.A)	Amostrador Interno 1 3/8" Externo 2"	Revestimento Peso: 65,00 kg Altura de queda: 75,0 cm	Data da Execução Início: 21/10/2022 Término: 24/10/2022
-----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 <a href="mailto:geoperfil.eng@gmail.com">geoperfil.eng@gmail.com</a>	Responsável Técnico:
	 Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

**GEO PERFIL Engenharia de Solos**  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)  
(46) 99912-2002  
(46) 98820-5380

Cliente: Município de Pato Branco  
Obra: Infraestrutura Vila Isabel  
Endereço: Rua das Oliveiras  
Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	
			15	30	45			20220610-116	
								Cotas: (Ref. 100,00)	
							SPTa 02	Cota Inicial: 99,05	
							Gráfico de Resistência dos 30cm finais (NSPT)	Cota Final: 85,88	
								Classificação dos Solos	
		2,50	Escavado a trado					0 10 20 30 40 50	Solo Superficial
			2 / 15	2 / 30	3 / 45	5 / 30			Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MOLE
			4 / 15	5 / 30	5 / 46	10 / 31			Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA
			5 / 15	4 / 32	4 / 46	8 / 31			Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA
			3 / 15	3 / 30	4 / 46	7 / 31			Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA
			3 / 15	2 / 30	4 / 46	6 / 31			Argila marrom avermelhada de consistência MÉDIA
			3 / 15	5 / 30	7 / 46	12 / 31			Argila marrom avermelhada de consistência RIJA
			4 / 15	6 / 30	7 / 45	13 / 30			Argila marrom avermelhada de consistência RIJA
			4 / 15	4 / 30	5 / 45	9 / 30			Argila marrom avermelhada de consistência MÉDIA
			3 / 15	6 / 30	9 / 45	15 / 30			Argila marrom avermelhada de consistência RIJA
			6 / 15	7 / 30	8 / 45	15 / 30			Argila pouco siltosa roxa de consistência RIJA
			4 / 16	2 / 32	2 / 46	4 / 30			Argila pouco siltosa roxa com pedregulho de consistência MOLE
			6 / 15	12 / 30	20 / 45	32 / 30			Argila pouco siltosa cinza com pigmentos branco de consistência DURA
			22 / 15	8 / 17	/	8 / 2			Argila pouco siltosa cinza com pigmentos branco
								13,17	
								Impenetrável a percussão	

Trado Helicoidal (T.H.) Circulação d' Água (C.A.) Nível d' Água (N.A.)	Amostrador Interno 1 3/8" Externo 2"	Revestimento Peso: 65,00 kg Altura de queda: 75,0 cm	Data da Execução Início: 24/10/2022 Término: 25/10/2022
------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 geoperfil.eng@gmail.com	Responsável Técnico:
	Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)  
(46) 99912-2002  
(46) 98820-5380

Cliente: Município de Pato Branco  
Obra: Infraestrutura Vila Isabel  
Endereço: Rua das Oliveiras  
Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	20220610-116	
			15	30	45			SPTa 03	Cotas: (Ref.100,00)	
								Gráfico de Resistência dos 30cm finais (NSPT)	Cota Inicial:	101,50
			Escavado a trado						Cota Final:	86,05
								Classificação dos Solos		
								Solo Superficial		
								Argila siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA		
								Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA		
								Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA		
								Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência RIJA		
								Argila pouco siltosa marrom avermelhada de consistência MÉDIA		
								Argila marrom avermelhada de consistência MÉDIA		
								Argila marrom avermelhada de consistência RIJA		
								Argila marrom avermelhada de consistência RIJA		
								Argila siltosa roxa com mesclas verde de consistência RIJA		
								Argila pouco siltosa roxa com mesclas laranja de consistência RIJA		
								Argila pouco siltosa roxa com mesclas laranja de consistência RIJA		
								Argila pouco siltosa roxa com mesclas marrom de consistência RIJA		
								Argila pouco siltosa roxa com pig branco de consistência MUITO RIJA		

Trado Helicoidal (T.H.) Circulação d' Água (C.A.) Nível d' Água (N.A)	Amostrador Interno 1 3/8" Externo 2"	Revestimento Peso: 65,00 kg Altura de queda: 75,0 cm	Data da Execução Início: 25/10/2022 Término: 26/10/2022
-----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

GEOPERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 <a href="mailto:geoperfil.eng@gmail.com">geoperfil.eng@gmail.com</a>	Responsável Técnico:
	Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)  
(46) 99912-2002  
(46) 98820-5380

Cliente: Município de Pato Branco  
Obra: Infraestrutura Vila Isabel  
Endereço: Rua das Oliveiras  
Cidade: Pato Branco

Revestimento	Processo de Perf.	Nível d' Água (m)	Nº de Golpes/ Penetração (Nº/cm)			Índice NSPT (30 cm finais)	Amostra	Relatório de Sondagem Nº	20220610-116	
			15	30	45			SPTa 03 Continuação	Cotas: (Ref. 100,00)	
								Gráfico de Resistência dos 30cm finais (NSPT)	Cota Inicial:	101,50
			continuação					Cota Final:	86,05	
								Classificação dos Solos		
	T.H.						0 10 20 30 40 50			
			8 / 15	13 / 30	16 / 45	29 / 30		13	Argila pouco siltosa roxa com pig branco de consistência MUITO RIJA	
			9 / 15	13 / 30	22 / 45	35 / 30		14	Argila pouco siltosa roxa e mesclas cinza de consistência DURA	
			11 / 15	16 / 30	24 / 45	40 / 30		15	Argila pouco siltosa roxa e pigmentos brancos de consistência DURA	
			/	/	/	/		16		
			/	/	/	/		17		
			/	/	/	/		18		
			/	/	/	/		19		
			/	/	/	/		20		
			/	/	/	/		21		
			/	/	/	/		22		
			/	/	/	/		23		
			/	/	/	/		24		
			/	/	/	/		25		
							15,45			
							Impenetrável a percussão			

Trado Helicoidal (T.H.) Circulação d' Água (C.A.) Nível d' Água (N.A)	Amostrador Interno 1 3/8" Externo 2"	Revestimento Peso: 65,00 kg Altura de queda: 75,0 cm	Data da Execução Início: 26/10/2022 Término: 26/10/2022
-----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

GEO PERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51 Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000 <a href="mailto:geoperfil.eng@gmail.com">geoperfil.eng@gmail.com</a>	Responsável Técnico:  Marina Myszak Biedacha Eng. Civil - CREA-PR 196137/D
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------





**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos

[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

(46) 99912-2002

(46) 98820-5380

Cliente: Município de Pato Branco

Obra: Infraestrutura Vila Isabel

Endereço: Rua das Oliveiras

Cidade: Pato Branco

Localização (sem escala) dos Furos de Sondagem Nº

**20220610-116**

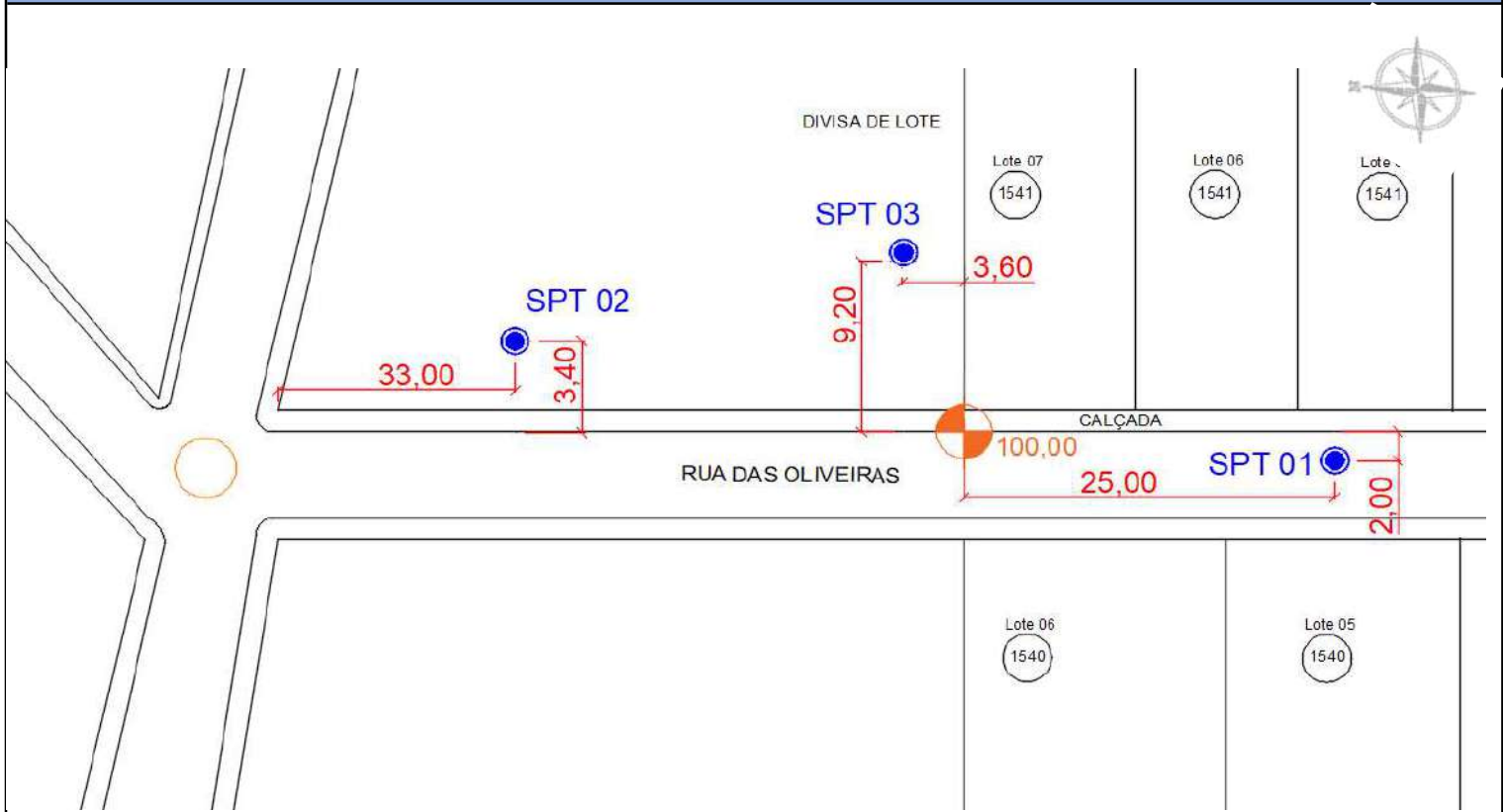


Figura 01- Local da Sondagem vista por imagem de satélite.



GEO PERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51  
Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

Responsável Técnico:

Marina Myszak Biedacha  
Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



**GEO  
PERFIL**  
ENGENHARIA DE SOLOS

GEO PERFIL Engenharia de Solos

[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

(46) 99912-2002

(46) 98820-5380

Cliente: Município de Pato Branco

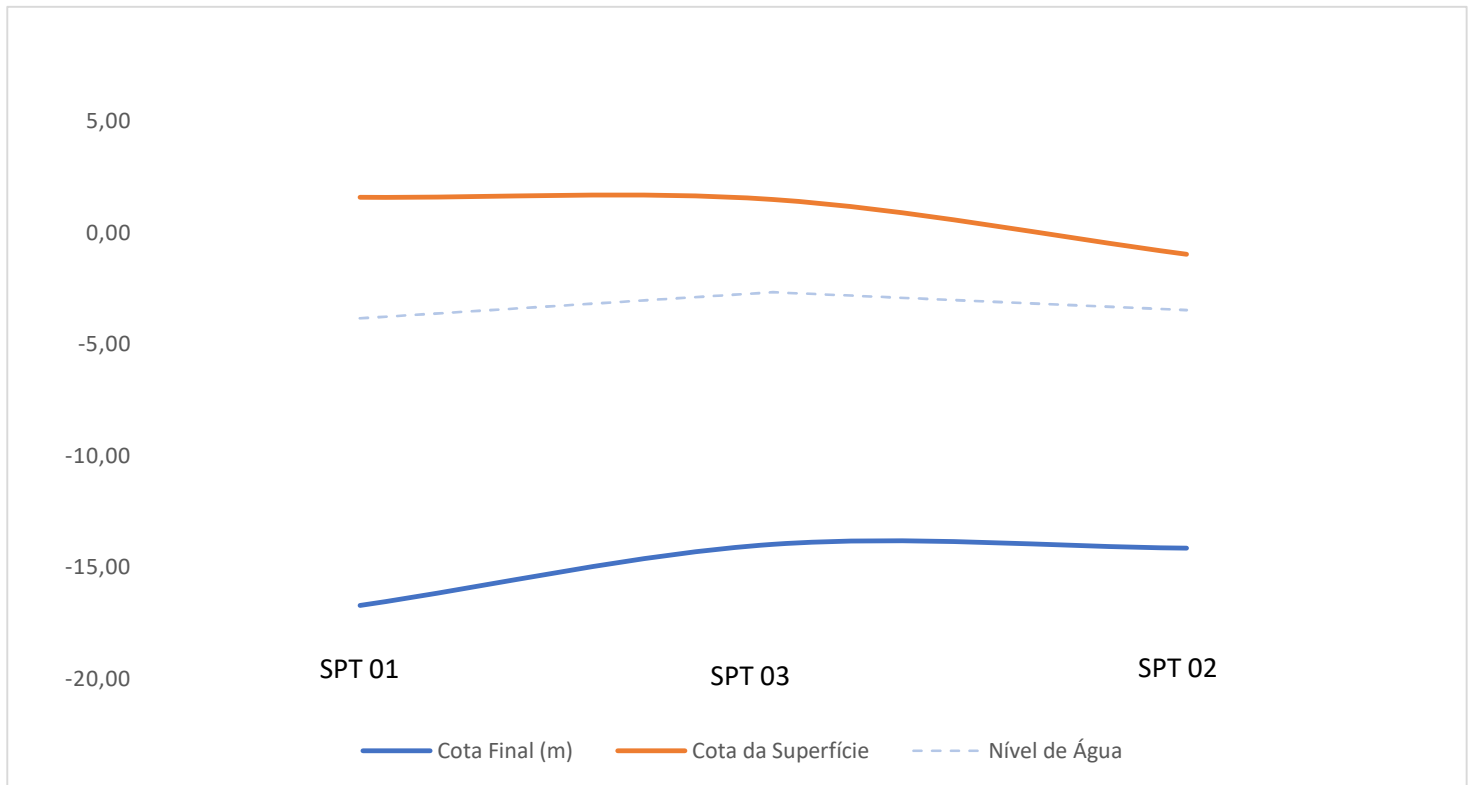
Obra: Infraestrutura Vila Isabel

Endereço: Rua das Oliveiras

Cidade: Pato Branco

Perfil dos Furos de Sondagem Nº


**20220610-116**



SPT Nº	Cota Superfície Ref. (0,00)	Profundidade (m)	Cota Fundo Ref (0,00)	Nível de Água
SPTa 01	1,60	-18,29	-16,69	5,42
SPTa 02	-0,95	-13,17	-14,12	2,50
SPTa 03	1,50	-15,45	-13,95	4,15

GEO PERFIL Engenharia de Solos – 38.065.263/0001-51  
Rua Fernando Ferrari, 1145, Centro – CEP: 85580-000  
[geoperfil.eng@gmail.com](mailto:geoperfil.eng@gmail.com)

Responsável Técnico:

  
Marina Myszak Biedacha  
Eng. Civil - CREA-PR 196137/D



1. Responsável Técnico

**MARINA MYSAK BIEDACHA**

Título profissional:

**ENGENHEIRA CIVIL**

Empresa Contratada: **GEO PERFIL ENGENHARIA LTDA**

RNP: **1720220140**

Carteira: **PR-196137/D**

Registro/Visto: **74208**

2. Dados do Contrato

Contratante: **PREFEITURA MUNICIPAL DE PATO BRANCO**

CNPJ: **76.995.448/0001-54**

R CARAMURU, 271

CENTRO - PATO BRANCO/PR 85501-064

Contrato: (Sem número)

Celebrado em: **22/10/2022**

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R DAS OLIVEIRAS, SN

VILA ISABEL - PATO BRANCO/PR 85504-314

Data de Início: **22/10/2022**

Previsão de término: **29/10/2022**

Coordenadas Geográficas: **-26,214587 x -52,664102**

Proprietário: **PREFEITURA MUNICIPAL DE PATO BRANCO**

CNPJ: **76.995.448/0001-54**

4. Atividade Técnica

Execução

[Execução de serviço técnico] de *sondagem geotécnica a percussão*

Quantidade

46,91

Unidade

METRO

**Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART**

6. Declarações

**Cláusula Compromissória:** As partes decidem, livremente e de comum acordo, que qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, inclusive no tocante a sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307/96, de 23 de setembro de 1996 e Lei nº 13.129, de 26 de maio de 2015, através da Câmara de Mediação e Arbitragem do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná – CMA/CREA-PR, localizada à Rua Dr. Zamenhof, nº 35, Alto da Glória, Curitiba, Paraná, telefone 41 3350-6727, e de conformidade com o seu Regulamento de Arbitragem. Ao optarem pela inserção da presente cláusula neste contrato, as partes declaram conhecer o referido Regulamento e concordar, em especial e expressamente, com os seus termos.

Declaração assinada eletronicamente por MARINA MYSAK BIEDACHA, registro Crea-PR PR-196137/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 26/10/2022 e hora 23h27.

Contratante

7. Assinaturas

Documento assinado eletronicamente por MARINA MYSAK BIEDACHA, registro Crea-PR PR-196137/D, na área restrita do profissional com uso de login e senha, na data 26/10/2022 e hora 23h27.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PATO BRANCO- CNPJ: 76.995.448/0001-54

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br).
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br) ou [www.confex.org.br](http://www.confex.org.br)
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site [www.crea-pr.org.br](http://www.crea-pr.org.br)

Central de atendimento: 0800 041 0067



**CREA-PR**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R\$ 88,78

Registrada em : 27/10/2022

Valor Pago: R\$ 88,78

Nosso número: 2410101720225801322





Fundações



Sondagens



Bate Estaca



Transporte Máquinas Pesadas



## Relatório Sondagem a Percussão *Standard Penetration Test (SPT)*



**Fabio Andrei França**  
**Obra:** Residência Unifamiliar  
**Local:** Rua das Oliveiras – Pato Branco – PR  
**SP12091302**



Fundações



Sondagens



Bate Estaca



Transporte Máquinas Pesadas



Pato Branco, 15 de setembro de 2022

À

Fabio Andrei França  
Pato Branco – Paraná

Referência: Sondagem geológica à percussão nº SP12091302, tipo SPT (*Standard Penetration Test*), executada no lote 05 da quadra 1540, situado na Rua das Oliveiras, Nº 77, Bairro Vila Isabel, no local destinado à construção de uma residência unifamiliar, na cidade de Pato Branco, Estado do Paraná.

Prezado Senhor

Temos o prazer de apresentar-lhes os resultados das sondagens de reconhecimento, objetivando o estudo do solo e do subsolo, sendo executados 02 (dois) furos de sondagem, totalizando 35,90 m (trinta e cinco metros e noventa centímetros) perfurados.

As perfurações foram executadas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água quando necessário, revestidas com tubos de aço com 2 ½" de diâmetro, até a profundidade requerida.

Foram feitas extrações de amostras do subsolo de metro em metro, mediante a utilização de amostrador do tipo Terzaghi-Peck, possuindo este diâmetro interno e externo respectivamente iguais a 1 ¾" e 2", sendo que as medidas de resistência a penetração estão expressas pelos números de golpes necessários a cravação dos últimos 30 centímetros deste amostrador no subsolo de metro em metro, provocada pela queda de um peso de 65 quilogramas, de uma altura constante de 75 centímetros.

Para a avaliação dessa resistência o amostrador foi cravado 45 centímetros, contando-se separadamente os números de golpes necessários à cravação contínua e sucessiva de cada parcela de 15 centímetros, os quais foram marcados nos perfis individuais, sendo que na posição do gráfico acham-se indicadas as somas da 1ª e 2ª parcela de 15 centímetros, isto é, a soma dos 30 centímetros iniciais, e as somas dos números de golpes da 2ª e 3ª parcela de 15 centímetros, isto é, a soma dos 30 centímetros  finais.





Fundações



Sondagens



Bate Estaca



Transporte Máquinas Pesadas

A classificação da compactidade das areias e siltes arenosos e ainda, da consistência das argilas e siltes argilosos é definida pelos números de golpes necessários a penetração do amostrador no subsolo dos últimos 30 centímetros, de acordo com a tabela de resistência à penetração exibida abaixo:

**Tabela 01:** Compactidade e Consistência Segundo a Resistência à Penetração

SOLO	DENOMINAÇÃO	NSPT
Compactidade de Areias e Siltes Arenosos	Fofa	≤ 4
	Pouco Compacta	5 a 8
	Medianamente Compacta	9 a 18
	Compacta	19 a 40
	Muito Compacta	> 40
Consistência de Argilas e Siltes Argilosos	Muito Mole	≤ 2
	Mole	3 a 5
	Média	6 a 10
	Rija	11 a 19
	Muito Rija	20 a 30
	Dura	> 30

Fonte: Adaptada de ABNT - NBR 6484:2020

O equipamento utilizado na execução do ensaio é automatizado. Sendo assim, a energia aplicada no ensaio é mais precisa do que a energia manual empregada no método convencional, gerando maior confiabilidade nos resultados apresentados.

Em anexo, segue planta com a locação dos furos de sondagem definida pelo Contratante e as respectivas folhas contendo os perfis individuais dos mesmos. Nos perfis individuais, encontram-se indicados os números de golpes necessários a cravação do amostrador no subsolo e a ocorrência ou não do nível do lençol freático.

Após alcançada as cotas pela sondagem de acordo com os perfis anexos, a sondagem foi **paralisada** por ter sido atingido o **limite de sondagem**, ou porque constatamos ser impossível a penetração do amostrador, devido a presença de **solo impenetrável** por sondagem à percussão.

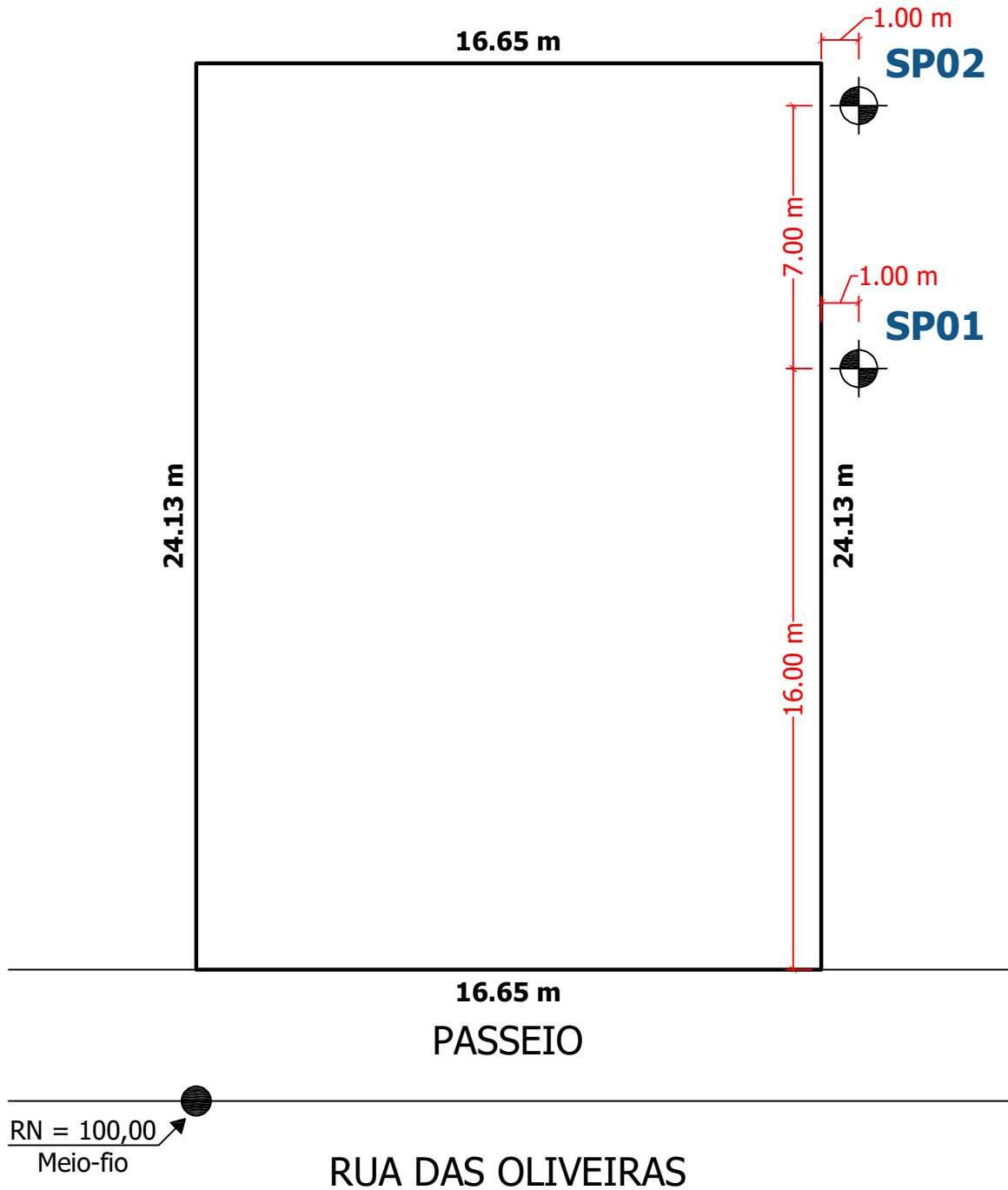
As amostras extraídas do subsolo estudado estarão à disposição de Vossa Senhoria até 60 dias, contados a partir desta data.

Atenciosamente,

**GILSON DAL BOSCO DIAS JUNIOR**

Engenheiro Civil CREA 141588/D

**SP12091302**



PLANTA DE LOCAÇÃO DOS FUCOS DE SONDA GEM

CLIENTE: FABIO ANDREI FRANÇA

OBRA: RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

LOCAL: RUA DAS OLIVEIRAS - PATO BRANCO - PR

RELATÓRIO: SP12091302

DATA: 15/09/2022

ESCALA: 1:175

FOLHA: 4/7

VENTANA FUNDAÇÕES  
Rodovia PR 493 - Km 04 - s/nº - Passo da Pedra - Pato Branco - PR  
(46) 3224 6863 - (46) 93300 8328  
fundacoes@ventanafundacoes.com.br

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

GILSON DAL BOSCO DIAS JUNIOR  
CREA/PR 141588-D





# VENTANA FUNDAÇÕES E SONDAGENS

SP12091302

## Sondagem Geológica à Percussão

SP01

Cliente: Fabio Andrei França

Página 5/8

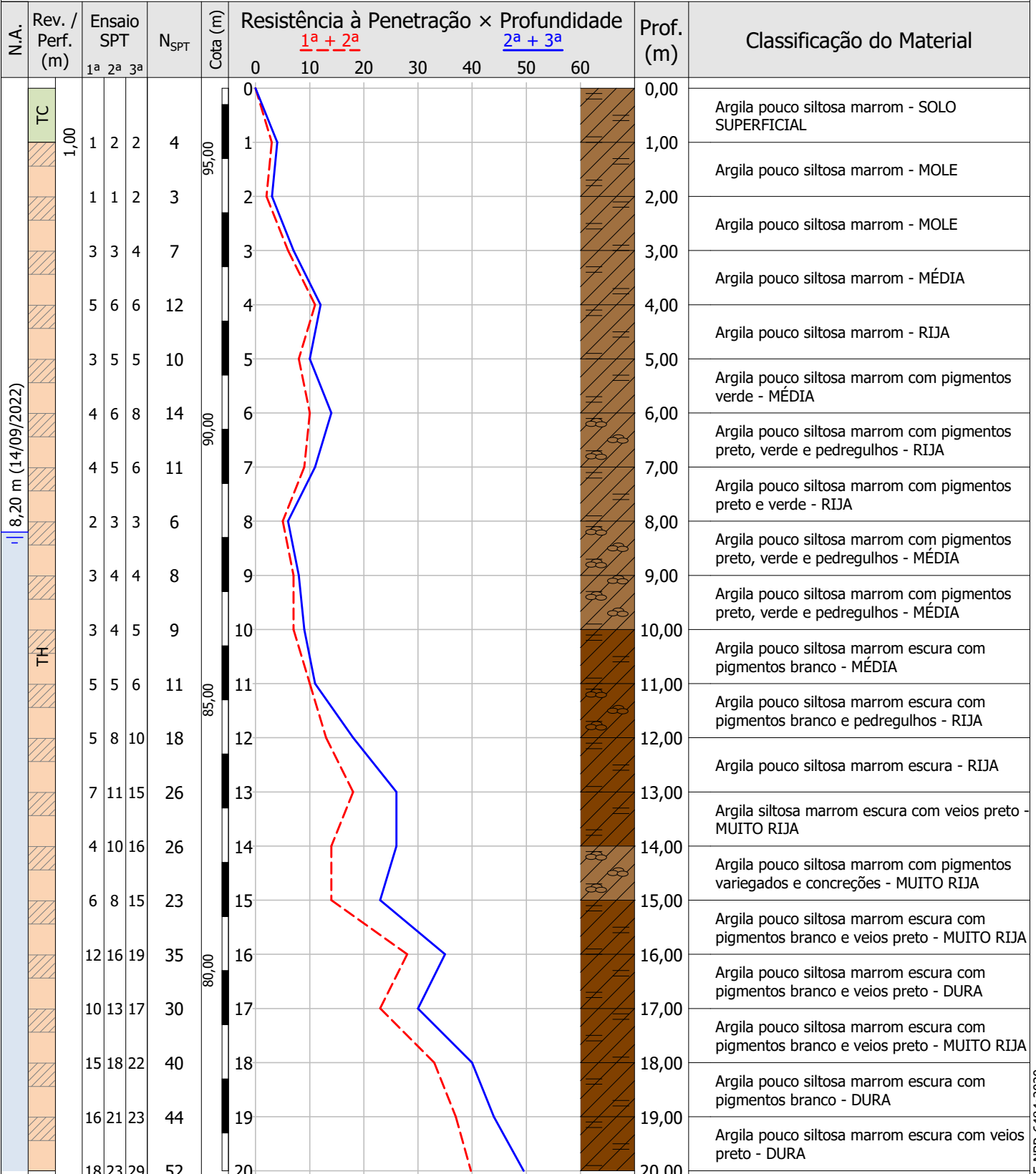
Obra: Residência Unifamiliar

Data 13/09/2022

Local: Rua das Oliveiras, Nº 77, Lote 05 da Quadra 1540, Vila Isabel, Pato Branco - PR

Ø Amostrador	Externo: 2"	Altura de queda: 75 cm	Cota superior: 96,30 m	Ensaio de Avanço por Circulação de Água			
	Interno: 1 3/8"	Peso: 65 kgf	Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
Ø Revestimento: 2 1/2"	Escala vertical: 1:100	Sistema: Mecanizado	Nível d'água: 8,20 m	-	-	-	-

Perfuração: TC-Trado Concha TH-Trado Helicoidal Cravação



Rodovia PR 493 - Km 02 - Nº 1940 - Fraron  
46 3224 6863  
46 93300 8328

Resp. Técnico

GILSON DAL BOSCO DIAS JUNIOR  
Engenheiro Civil - CREA/PR 141588-D

CONFORME NBR 6484:2020



# VENTANA FUNDAÇÕES E SONDAGENS

SP12091302

## Sondagem Geológica à Percussão

SP01

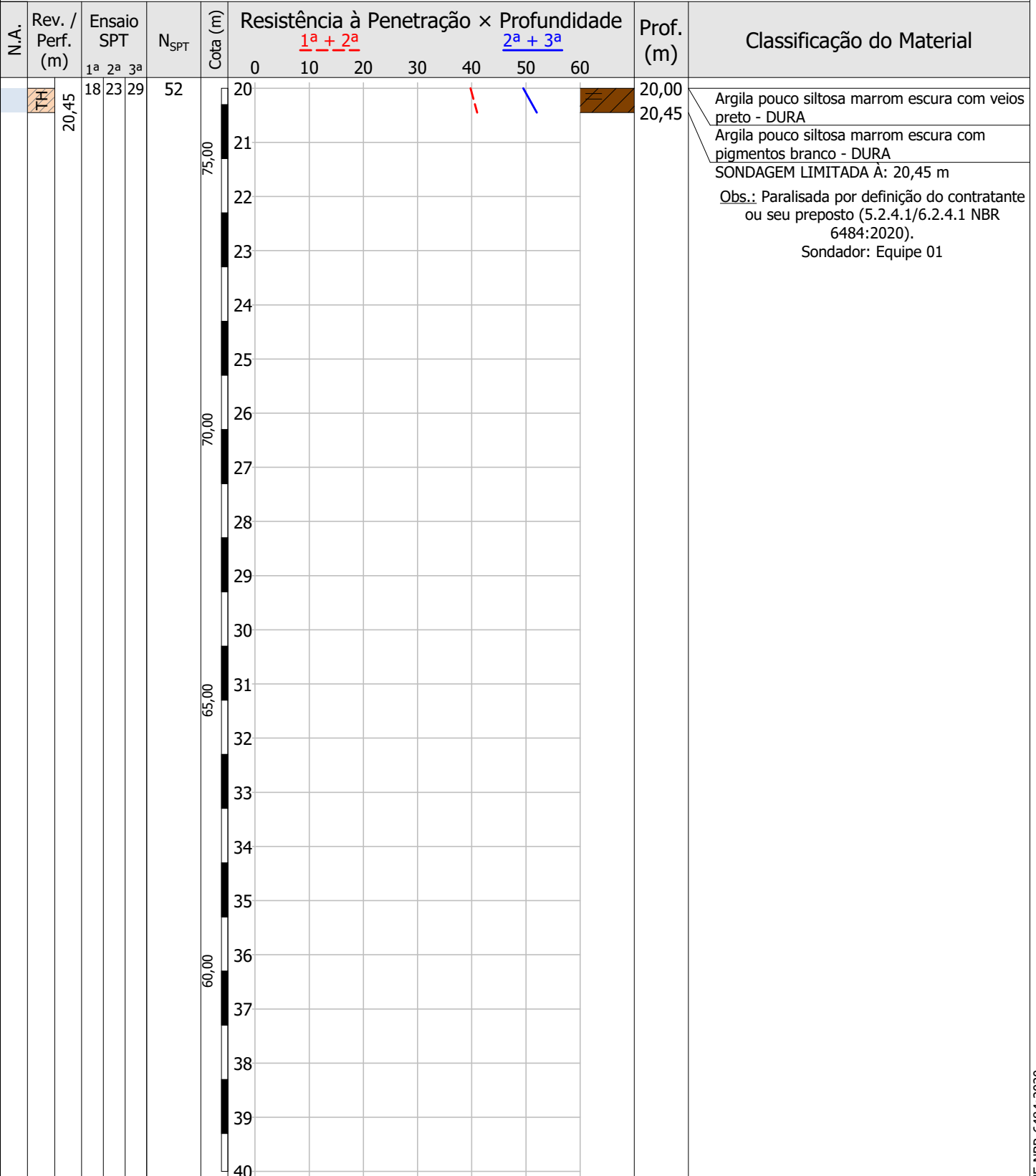
Cliente: Fabio Andrei França  
 Obra: Residência Unifamiliar  
 Local: Rua das Oliveiras, Nº 77, Lote 05 da Quadra 1540, Vila Isabel, Pato Branco - PR

Página 6/8

Data 13/09/2022

Ø Amostrador	Externo: 2"	Altura de queda: 75 cm	Cota superior: 96,30 m	Ensaio de Avanço por Circulação de Água			
	Interno: 1 3/8"	Peso: 65 kgf	Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
Ø Revestimento: 2 1/2"	Escala vertical: 1:100	Sistema: Mecanizado	Nível d'água: 8,20 m	-	-	-	-

Perfuração: TC-Trado Concha TH-Trado Helicoidal Cravação





# VENTANA FUNDAÇÕES E SONDAGENS

SP12091302

## Sondagem Geológica à Percussão

SP02

Cliente: Fabio Andrei França

Página 7/8

Obra: Residência Unifamiliar

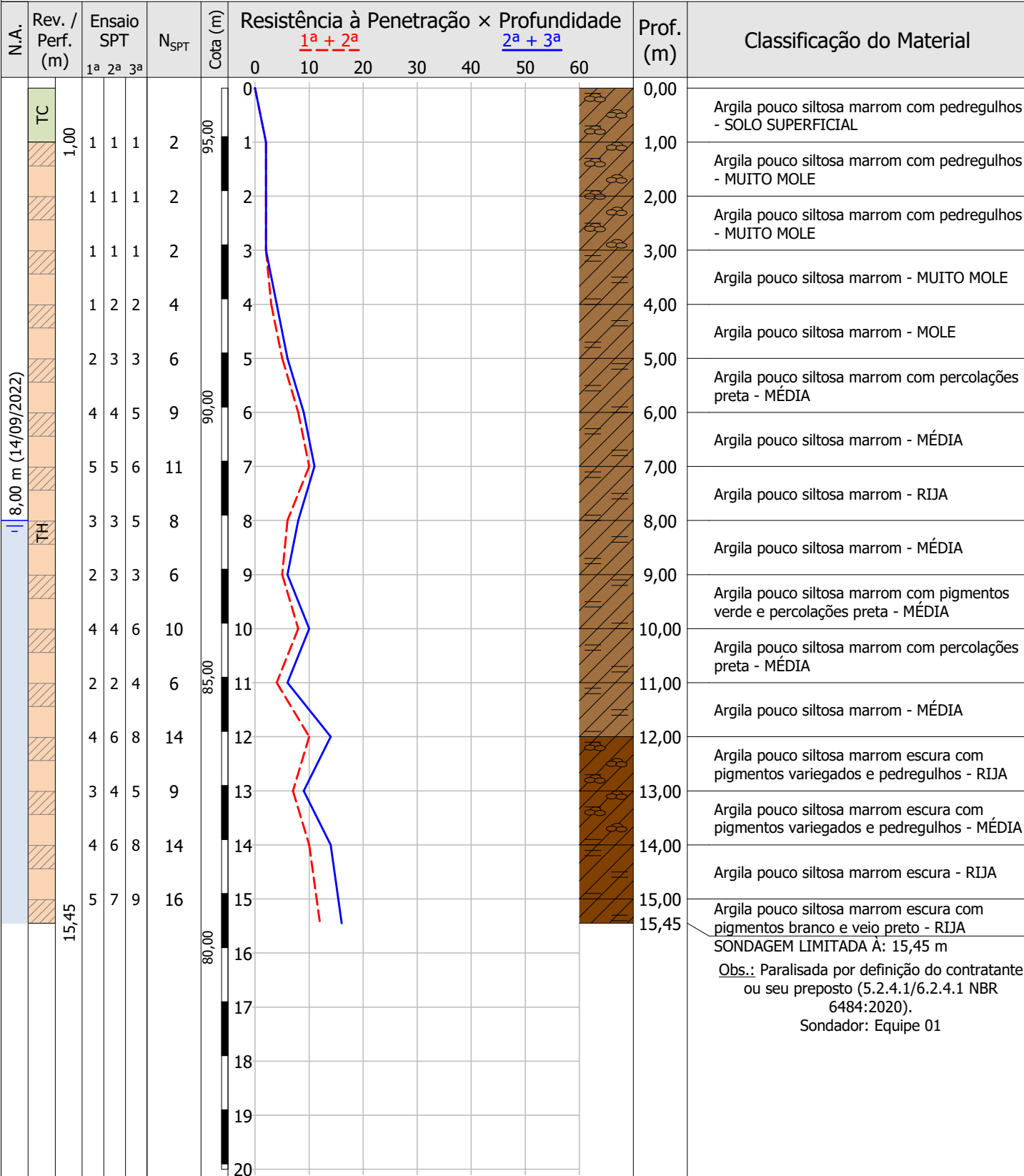
Data 12/09/2022

Local: Rua das Oliveiras, Nº 77, Lote 05 da Quadra 1540, Vila Isabel, Pato Branco - PR

13/09/2022

Ø Amostrador	Externo: 2"	Altura de queda: 75 cm	Cota superior: 95,90 m	Ensaio de Avanço por Circulação de Água			
	Interno: 1 3/8"	Peso: 65 kgf	Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
Ø Revestimento: 2 1/2"	Sistema: Mecanizado	Escala vertical: 1:100	Nível d'água: 8,00 m	-	-	-	-

Perfuração: TC-Trado Concha TH-Trado Helicoidal Cravação



Rodovia PR 493 - Km 02 - Nº 1940 - Fraron  
46 3224 6863  
46 93300 8328

Resp. Técnico

GILSON DAL BOSCO DIAS JUNIOR  
Engenheiro Civil - CREA/PR 141588-D





Fundações



Sondagens



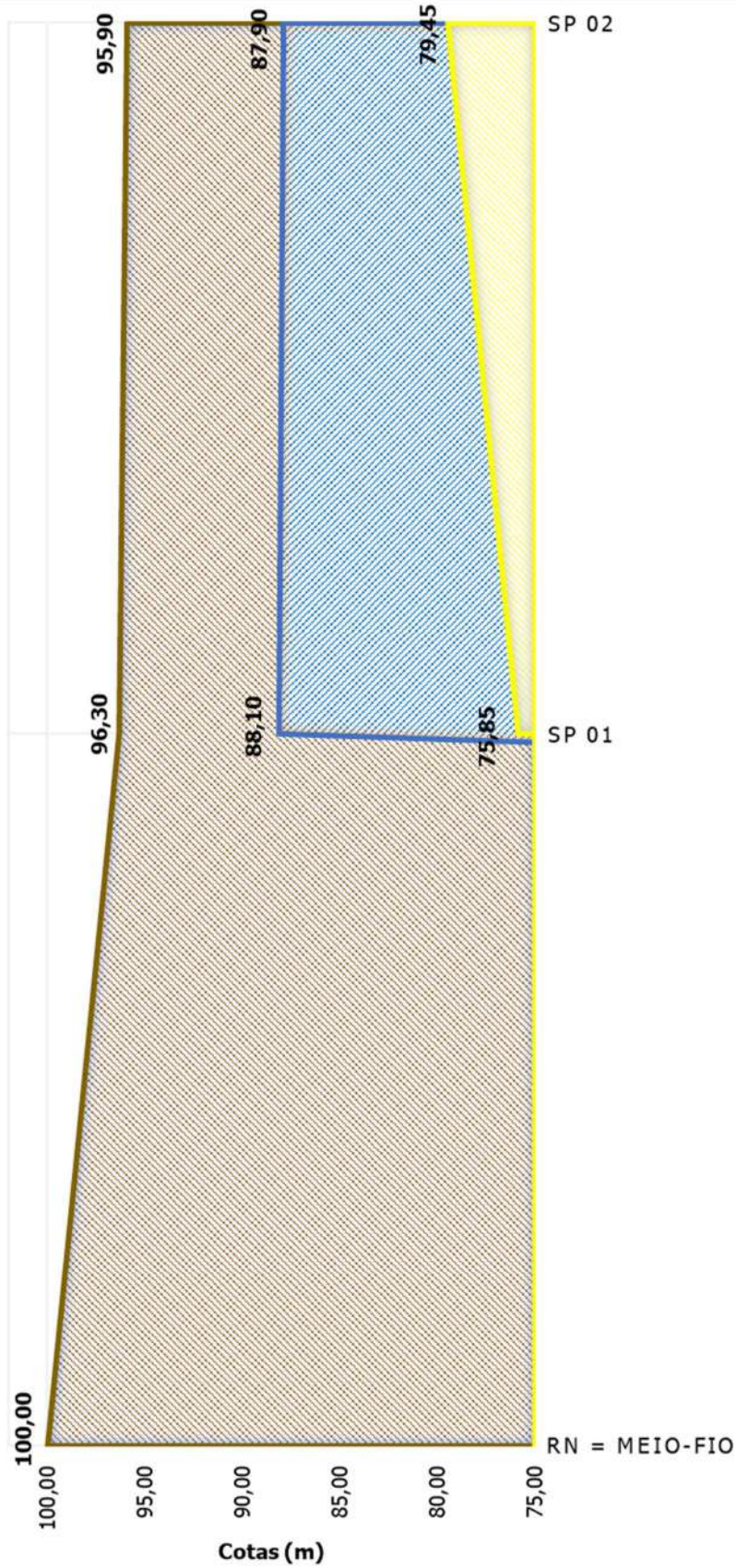
Bate Estaca



Transporte Máquinas Pesadas

# PERFIL SP12091302

■ Cota superior do furo   
 ■ Nivel d'água   
 ■ Cota inferior do furo





## 11. ENCERRAMENTO

O presente laudo consta de 65 (sessenta e cinco) folhas digitadas de um só lado, rubricadas, sendo a última assinada.

Pato Branco, 23 de dezembro de 2022

Prof. Eng. Ney Lyzandro Tabalipa, Dr.

Núcleo de Pesquisas em Riscos Urbanos - NUPRU  
Departamento de Construção Civil da UTFPR,  
Campus Pato Branco