

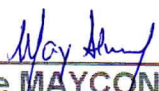
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

EDUARDO ARAUJO BERTOGLIO

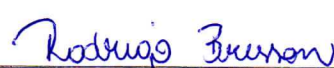
**CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DO PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE
SANTA TEREZA DO OESTE - PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor Mestre Engenheiro Civil **MAYCON ANDRÉ DE ALMEIDA**.

BANCA EXAMINADORA


Orientador Prof. Mestre **MAYCON ANDRÉ DE ALMEIDA**.
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil


Prof. Mestre **CAMILA FORIGO**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil


Prof. Mestre **RODRIGO TECHIO BRESSAN**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil

Cascavel, 24 de outubro de 2019.



CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DO PERÍMETRO URBANO MUNICÍPIO DE SANTA TEREZA DO OESTE – PR

EDUARDO ARAUJO BERTOGLIO^{1*}; MAYCON ANDRÉ DE ALMEIDA²

¹Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, edu.0905@hotmail.com;

²Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento, Prof. Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, mayconalmeida@creapr.org.br

RESUMO: Para caracterizar o solo de uma maneira correta, é necessário saber quais os tipos de solos que o compõem. Através de uma investigação aprofundada das camadas geotécnicas em que se pretende trabalhar, é possível fazer dimensionamentos e projetos de fundações, com maior precisão e segurança. A presente pesquisa teve como objetivo caracterizar o solo do perímetro urbano do município de Santa Tereza do Oeste – PR, através de ensaios realizados com amostras de solo de cinco pontos distintos da cidade, amostras essas que foram retiradas de camadas de solo que chegaram até 13 metros de profundidade em determinados pontos. Em dois dos pontos analisados foi encontrado o nível da água, já no restante dos pontos a perfuração e a coleta foram interrompidas pela resistência do solo. O solo do município se caracterizou basicamente por areias finas, argilas e siltes, com camadas homogêneas de até 11 metros de espessura. Em todos os pontos analisados, no ponto localizado no bairro Centro e no loteamento Santa fé foi encontrado nível d'água, o restante dos pontos encontrou-se solo resistente que impediu a continuação da sondagem para a coleta de amostras. A classificação do solo quanto ao Sistema Unificado de Classificação de Solo (SUCS), foi caracterizado com predominância como argila de baixa compressibilidade, já pela interpretação das curvas granulometria o solo foi caracterizado como Argila areno siltosa.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização geotécnica; Sondagem a trado; Solos do Paraná.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Pinto (2006), para a Engenharia Civil, o terreno é apontado como base para todas as obras e, por isso, deve ser considerada a realização do estudo do solo local. De acordo com a Embrapa (2015), a caracterização de solos é um dos recursos mais utilizados para se obter informações geotécnicas de uma determinada área e, através deste método, é possível realizar a averiguação em nível de cada local analisado, buscando tipificar o solo e destacar suas distintas capacidades de uso.

De acordo com a Mineropar (2015), a região oeste do Paraná possui duas classes de solo, o residual e o transportado. O solo residual é constituído de partículas da modificação das rochas basálticas. Na maior parte do município, encontra-se o latossolo de aspecto argiloso a

muito argiloso consistente, este tipo de solo está situado nas áreas planas com declividade de até 7%, possui características marrom avermelhada, porosos e permeáveis. Já o solo do tipo transportado, é constituído por solos depositados fora de seu local de origem, que com a intervenção da gravidade são transferidos de um local para outro. Possui características de elevada porosidade, coloração castanho-amarronzada, com fragmentos centimétricos a decimétricos de basalto.

Com essas informações, a justificativa para a realização dessa pesquisa se resumiu à importância do conhecimento do solo da região, por ser um município de pequeno porte, a região estudada apresenta grande carência em relação ao conhecimento do solo típico. Tal pesquisa é de grande relevância e contribui no aspecto de crescimento socioeconômico no ramo da construção civil.

Com isso, dentro da necessidade de se esclarecer as propriedades do solo da região, prevendo uma necessidade do estudo para possíveis execuções de serviços de engenharia, como: execução de taludes, aterro, fundações, etc. Apesar do município possuir empresas e obras de médio e grande porte, que em fase preliminar de suas construções tiveram a necessidade de realizar uma pesquisa mais aprofundada sobre o perfil geotécnico do local para a execução das edificações, essas pesquisas são de acesso restrito às pessoas que fazem parte dos trâmites de aprovação dos projetos das edificações citadas acima e acabam se tornando anônimas para pessoas comuns.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho teve como objetivo geral caracterizar o solo do perímetro urbano do município de Santa Tereza do Oeste através dos ensaios de Granulometria, Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade.

Salienta-se que, para que este trabalho científico possa ter alcançado êxito, os seguintes objetivos específicos foram atingidos, tais como coleta das amostras, realização dos ensaios laboratoriais para classificação do solo local ao longo da profundidade, para todos os pontos amostrados e comparação das características do solo obtida no local com o solo do CEEF (Campo Experimental de Engenharia da (FAG).

Este estudo esteve limitado à coleta de amostras de solo metro a metro através de sondagem a trado mecânico em cinco pontos do município de Santa Tereza do Oeste, Paraná. A análise do solo foi realizada através de ensaios laboratoriais, como Granulometria, Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Solos

Para Quaresma, *et. al* (1998), a realização de projetos geotécnicos em geral exige, evidentemente, um conhecimento mais aprofundado dos solos. É preciso recorrer à caracterização e à classificação das múltiplas camadas que compõe do perfil geotécnico a ser analisado, assim como a observação de suas propriedades para a aplicação na engenharia. Apesar da predominância da utilização dos ensaios *in situ* no processo de conhecimento dos solos, os ensaios laboratoriais são muito utilizados, principalmente em solos coesivos.

Para Caputo (1988), para realização de projeto de qualquer obra, previamente deve-se conhecer a formação geológica do local, bem como a análise do comportamento do solo com a presença de água. Por isso o estudo do solo acaba sendo fundamental para a execução de projetos de praticamente todas as obras.

Para Embrapa (2013), o solo caracterizado é um conjunto de corpos naturais, formados por parcelas sólidas, líquidas e gasosas, constituídos por elementos minerais e orgânicos que dominam a maior porção do manto superficial das áreas continentais do planeta. Quando analisados a partir da superfície, estão dispostos em seções paralelas, em camadas horizontais que se diferem do material de origem, como consequência de perdas e adições de minerais, transformações que ocorrem ao longo do tempo sob intervenção dos fatores climáticos, de relevo e organismos.

Segundo Pinto (1998), os solos são constituídos a partir da decomposição de rochas por intervenções físicas e químicas. As partículas resultantes desta decomposição, possuem características da composição da rocha base.

Em relação a diferenciação dos solos, a primeira característica que diferem os mesmos é o tamanho das partículas que os constituem. Em alguns casos, os grãos são perceptíveis a olho nu, como pedregulhos ou areia do mar, já no caso da argila, se torna praticamente impossível visualizar individualmente as partículas. A diversidade do tamanho dos grãos é muito grande, e, é nessa condição que são encontrados na maioria das vezes (PINTO, 1998). A Tabela 1 apresenta quais são as faixas de tamanho dos grãos e suas denominações empregadas.

Tabela 1: Frações de solo pelo tamanho dos grãos.

Classificação	Diâmetro dos grãos (mm)
Grânulo	$2 < \phi < 60$
Areia grossa	$0,6 < \phi < 2$
Areia média	$0,2 < \phi < 0,6$
Areia fina	$0,06 < \phi < 0,2$
Silte	$0,002 < \phi < 0,06$
Argila	$\phi < 0,002$

Fonte: NBR 6502/1995.

2.2 Tipos de solos

Segundo Chiossi (2013), é definido como solo o elemento decorrente da desagregação da rocha pela intervenção de agentes atmosféricos. Os solos podem ser divididos em dois grandes grupos: solos residuais (decomposição da rocha matriz intemperizada que ainda permanecem no local de origem) e solos transportados (quando os elementos da transformação foram conduzidos por um agente qualquer para um local diferente de sua origem, seja este agente relevo ou intempéries).

2.2.1 Solos residuais

Os solos residuais são de grande abundância no Brasil, principalmente na região centro-sul, até mesmo pelo clima típico da região. Praticamente todos os tipos de rocha formam solo residual. A sua composição depende do tipo da rocha de origem e sua formação mineralógica. Um exemplo é o solo formado pela decomposição de basaltos, que forma um solo típico, popularmente conhecido como “terra roxa”, cor marrom-avermelhada, e composição argilo-arenosa e de grande plasticidade (CHIOSSI, 2013).

O solo residual é subdividido em: maduro, saprolítico e rocha alterada, segundo o grau de decomposição dos minerais. O maduro consiste em um solo superficial a um horizonte poroso, que acabou perdendo todo o seu sistema original da rocha matriz e se tornou moderadamente homogênea, já o saprolítico é o solo que mantém as características originais da rocha de origem, visualmente pode ser confundida com uma rocha alterada, mas apresenta pequena resistência ao manuseio, e a rocha alterada é o solo em que a mudança progrediu ao

longo de fraturas ou áreas de menor resistência, deixando grandes blocos intactos da rocha de origem (PINTO, 1998).

2.2.2 Solos transportados

De acordo com Pinto (1998), solos transportados são aqueles que foram levados ao local que se encontram por algum agente transportador, e suas características mudam de acordo com o tipo de transporte sofrido pelas partículas. Na maioria das vezes, formam depósitos mais inconsistentes e fofos em comparação com os residuais, e com profundidade variável (CHIOSSI, 2013). Dentro da classe de solos transportados, destacam-se os seguintes tipos de solo, de acordo com o agente transportador: coluvionares, aluvionares, eólico e glaciais.

Segundo Chiossi (2013), os solos coluvionares são formados através do transporte pela ação da gravidade, geralmente localizados ao pé de elevações e encostas. A constituição desses depósitos depende das características da rocha existente nas partes mais elevadas. Para projetos de engenharia, a presença de solos coluvionares é desvantajosa, pois são materiais permeáveis, inconsolidados e sujeitos a escorregamento.

Solos aluvionares são resultantes do carregamento das partículas pela água. Sua composição depende da velocidade da água no período do transporte e deposição. Muitas vezes gera camadas de granulometrias diferentes, por conta de diversas deposições em épocas distintas (CHIOSSI, 2013).

Solos transportados pela ação do vento dão origem a depósitos eólicos. O carregamento das partículas pelo vento faz com que os grãos ganhem características bastante arredondadas, causado pelo efeito do atrito entre as partículas durante o transporte (PINTO, 1998). Por fim, os solos glaciais são formados através do transporte das partículas pelo escoamento do gelo das áreas mais altas para regiões mais baixas no processo de descongelamento, os detritos são depositados e acumulados com o passar do tempo.

2.3 Ensaios de caracterização

Os métodos de classificação dos solos são baseados na dimensão dos grãos e nas características dos argilominerais. Basicamente, o tamanho dos grãos é definido diretamente pela análise granulométrica, e as características dos argilominerais são classificados, de forma

indireta, pelo comportamento do solo na presença de água, medido e analisado pelos limites de Atterberg (PINTO, 1998).

2.3.1 Granulometria conjunta

Segundo Chiossi (2013), o objetivo do ensaio de granulometria conjunta é determinar a grandeza dos grãos que compõem um solo e a porcentagem do peso total representada pelos grãos em vários intervalos de tamanho. O método considerado mais direto para separar o solo em frações de acordo com sua dimensão, é com uso de peneiras. O peneiramento é realizado tomando um certo peso de amostra de solo e induzindo-o passar por uma série de peneiras com aberturas de diferentes tamanhos conhecidos, através de vibrações manuais ou mecânicas.

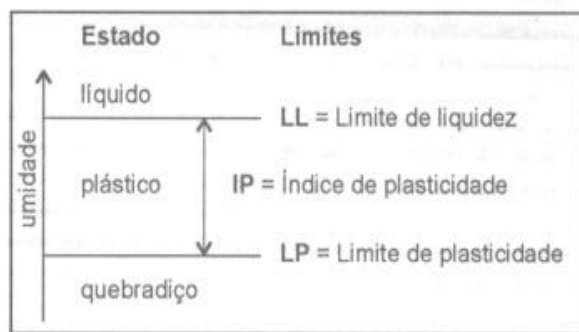
Quando se deseja descobrir a distribuição granulométrica da porção mais fina de solo, aplica-se o método de sedimentação, que é baseada na Lei de Stokes. Com os resultados obtidos através da realização do ensaio de sedimentação, é possível completar a curva granulométrica do solo analisado. Detalhe importante do ensaio, até mesmo quando só se realiza o peneiramento, é o pré-tratamento das amostras, tendo necessidade de deflocular totalmente o solo, de maneira que as partículas ajam isoladamente (PINTO, 1998).'

2.3.2 Índices de consistência

Para Pinto (1998), a complexidade da composição dos minerais das argilas impede que se obtenha um padrão que diretamente represente de maneira correta o comportamento dos solos. Indiretamente, seu comportamento é notado pelo seu desempenho em diferentes teores de umidade. Atterberg sugeriu em 1911, e Casagrande ajustou em 1932, um mecanismo para definir teores de umidade característicos de mudanças de condição do solo, de líquido, quando há presença de muita água, e a medida que a umidade diminui, o solo passa de plástico, semi-sólido e sólido.

Estes teores de umidades são denominados como Limite de Liquidez (LL), que basicamente é o teor de umidade do qual o solo adquire comportamento de líquido e perde totalmente sua resistência, Limite de Plasticidade (LP), que é o teor de umidade em que o solo se transfere do estado plástico para o estado semi-sólido, ou seja, onde o solo perde a capacidade de ser moldado e se torna quebradiço e, por fim, o Índice de Plasticidade, que nada mais é o intervalo de umidade entre os dois limites, onde o solo encontra com características plásticas, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1: Variação da consistência dos solos com a umidade.



Fonte: CEFET-RS (2012).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de um estudo quantitativo, pois envolveram dados numéricos obtidos nos ensaios laboratoriais e, através de cálculos específicos, convertidos em informações passíveis para a caracterização do solo.

A pesquisa foi realizada em Santa Tereza do Oeste ($25^{\circ}03'14''S$, $53^{\circ}37'11.1''W$), o município localizado na região oeste do Paraná, com cerca de 12 mil habitantes com distância de 22 quilômetros em relação a cidade de Cascavel-PR. A caracterização foi feita normalmente recorrendo a ensaios de rotina como citado anteriormente. Este grupo de ensaios possibilitaram a obtenção de critérios que identificam a origem do solo.

3.2 Caracterização da amostra

O estudo de caso foi realizado no município de Santa Tereza do Oeste, situado na região oeste do Paraná. Segundo a Mineropar (2015), a área urbana do município tem como base rochas basálticas, que são rochas originadas de atividades vulcânicas. Em relação à tipologia do solo existente no perímetro urbano do município, foram caracterizadas por um estudo realizado pela Mineropar (2015), as caracterizações definidas por eles foram de solos residuais, solos transportados e campos de matacões. A Figura 2 identifica os pontos da realização das sondagens para extração das amostras.

Figura 2: Mapa com a localização das sondagens a serem realizadas.



Fonte: *Google Maps* (2019).

Os pontos da realização das sondagens foram escolhidos estrategicamente, buscando analisar várias regiões diferentes do município, o ponto 1 localizado no bairro Vila Canário, o ponto 2 localizado no bairro Vila Operária, o ponto 3 localizado no bairro centro, o ponto 4 localizado no loteamento Santa Fé e o ponto 5 localizado no setor industrial do município, a numeração dos pontos foi dada de acordo com a ordem da realização das sondagens. A coleta das amostras foi realizada na camada superficial (0 a 1 metros de profundidade) e no restante em camadas de 3 metros de espessura, até encontrar nível d'água, solo resistente ou rocha que impediram a continuidade da perfuração.

3.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de amostras foi realizada através do uso do caminhão perfuratriz, conforme mostra a Figura 3, mecanismo muito empregado na construção civil, principalmente na execução de fundações. Este equipamento é composto por uma torre metálica com um trado de 25 centímetros de diâmetro acoplado ao caminhão, que permite grande mobilidade e versatilidade durante a escavação mecânica do solo.

Figura 3: Caminhão perfuratriz.



Fonte: Autor (2019).

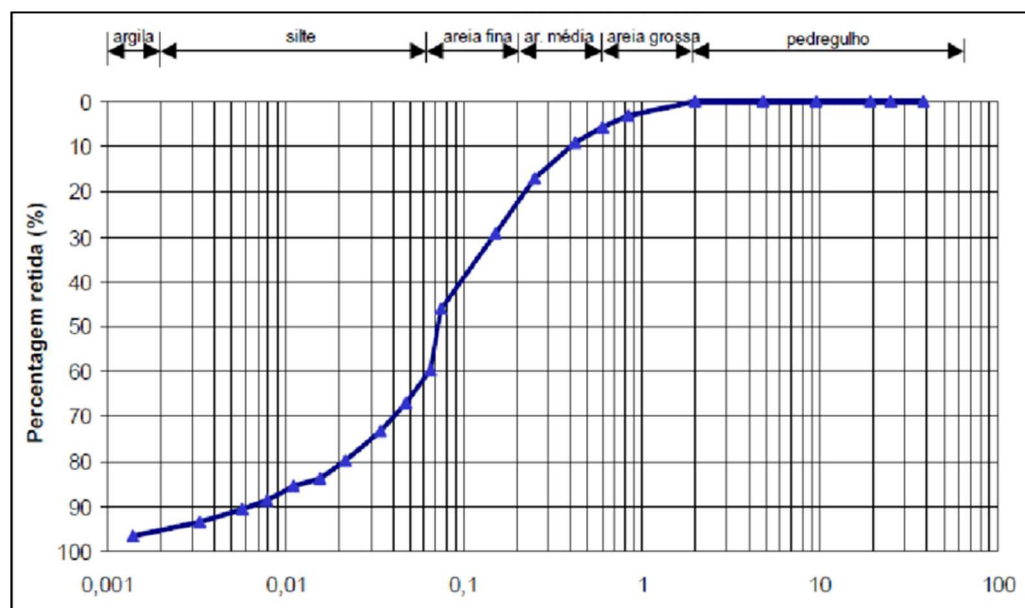
O procedimento de coleta foi realizado em dia nublado, com temperatura média de 24°C, em período que variou de acordo com a disponibilidade da empresa proprietária e do motorista do equipamento de perfuração. Para coleta das amostras, além do caminhão, foi utilizado uma pá e sacos plástico com identificações específicas para separação das amostras por furos e níveis de profundidade, facilitando assim o manejo das amostras em laboratório.

3.4 Análise dos dados

Após a coleta de dados, foi realizada a respectiva análise por meio de ensaios laboratoriais e, através dos resultados obtidos pelos ensaios, definir a tipologia do solo ao longo da profundidade. O ensaio de granulometria se iniciou a partir do ensaio de sedimentação, que consiste em um método eficaz de destorroamento do solo, o ensaio parte do descanso de cada amostra por no mínimo 12 horas na solução defloculante, composta por porções de água destilada e Hexametáfosfato de sódio, afim de desprender todas as partículas de solo uma das outras para a realização efetiva do peneiramento mecânico.

Os dados foram tabulados em uma planilha específica no Excel, divididas por ensaio realizado, que, no caso da granulometria conjunta, foi através do peneiramento de cada amostra de solo, sob uma série de peneiras pré-definidas por norma (ABNT NBR 7181, 2016, que serviu como base para o traçado das curvas granulométricas (Figura 4), que possibilitaram a visualização das porcentagens de cada material que compõem o solo correspondente.

Figura 4: Exemplo de curva granulométrica.



Fonte: Bressani et al., 2005.

Os ensaios de índice de consistência (LL e LP) apontaram as propriedades do solo na presença de porcentagens diferentes de água, que por sua vez geram informações muito relevantes no campo da engenharia. O ensaio de Limite de Liquidez (LL) foi realizado seguindo método prescrito pela norma vigente (ABNT NBR 6459, 2016). O ensaio se resumiu em realizar a adição progressiva de água para descobrir o teor de umidade que indicou a passagem do solo do estado plástico para o estado líquido, para melhor entendimento, ponto em que o solo perde sua trabalhabilidade e resistência pelo excesso de água presente no solo (PINTO 1998).

Para realizar o ensaio foi necessário separar de cada amostra, uma porção de solo passante na peneira de nº 40, colocado no recipiente de porcelana, adicionado água até que o solo se tornasse uma pasta homogênea e, posteriormente, a amostra foi colocada no aparelho Casagrande para a realização do ensaio, conforme Figura 5.

Figura 5: Ensaio de limite de liquidez (LL).



Fonte: Autor (2019).

Para cada amostra ensaiada, foram retiradas porções de solo e levadas à estufa para secagem. O valor do Limite de Liquidez (LL) foi obtido pela umidade correspondente à aplicação de 25 golpes no aparelho, e também que satisfizesse todos os outros requisitos citados em norma. O ensaio de Limite de Plasticidade (LP) foi realizado seguindo método prescrito pela norma vigente (ABNT NBR 7180, 2016). Para o ensaio foi preparado uma porção de solo passante na peneira de nº40, ou seja, a mesma utilizada durante o ensaio de limite de liquidez (LL).

O ensaio teve como objetivo fazer com que o solo perdesse água progressivamente, que ocorre através da moldagem de pequenos cilindros de solo de aproximadamente 3 mm de diâmetro sobre placa de vidro com superfície esmerilhada, almejando o teor de umidade que indicou a passagem do solo do estado plástico para o estado semi-sólido, para melhor entendimento, ponto em que o solo perde sua trabalhabilidade e resistência pela perda de água e começa se tornar quebradiço (PINTO 1998).

Figura 5: Ensaio de limite de plasticidade (LP).



Fonte: Autor (2019).

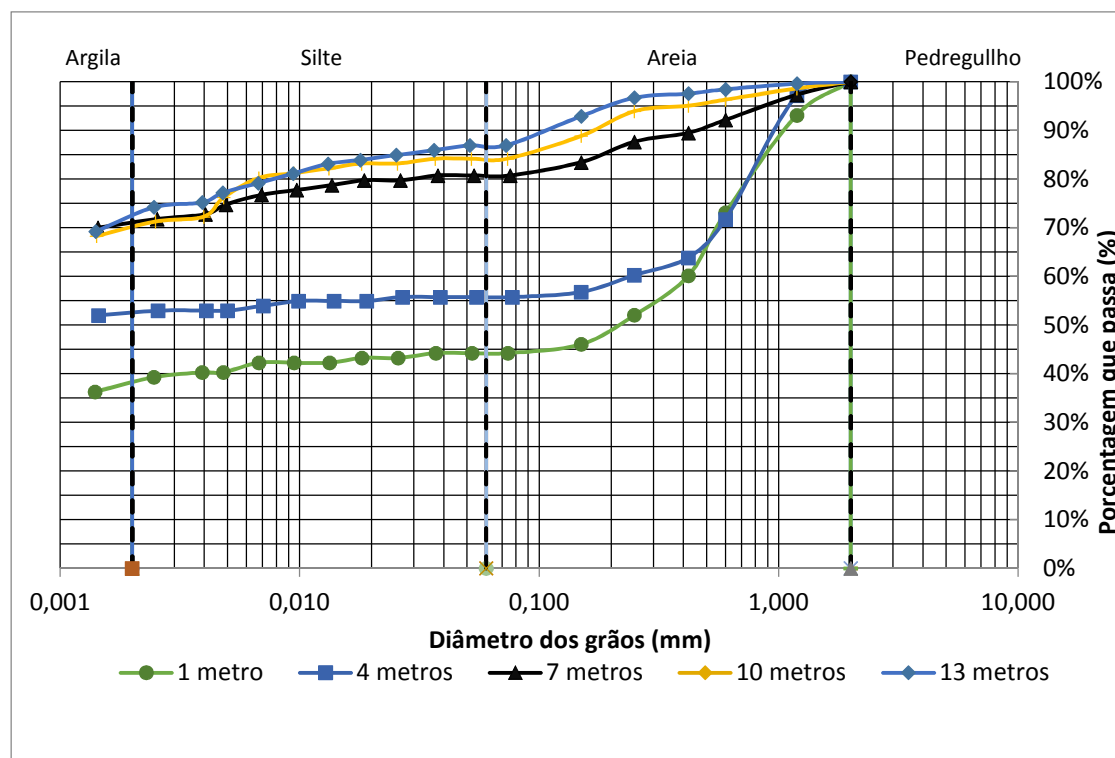
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Composição granulométrica

4.1.1 Ponto 1

A realização da primeira perfuração foi feita no bairro Vila Canário (ponto 1), onde a perfuratriz do equipamento atingiu a cota 13 metros de profundidade, encontrando solo resistente, impedindo continuidade da perfuração. A Figura 6 apresenta as curvas granulométricas obtidas dos ensaios realizados em laboratório referente ao ponto em questão, em função da profundidade, todos ensaios de granulometria foram realizados a partir dos ensaios de sedimentação com o uso de defloculante.

Figura 6: Curvas granulométricas do ponto 1.



Fonte: AUTOR, 2019.

No ponto 1, as características iniciais notadas através das análises tátil e visual, foi a homogeneidade ao longo da profundidade até o 10º metro, tanto no aspecto de coloração, quanto no aspecto de dimensão das partículas de solo, do 10º metro até o 13º metro notou-se uma pequena mudança de coloração, passando do marrom-avermelhado para o roxo escuro.

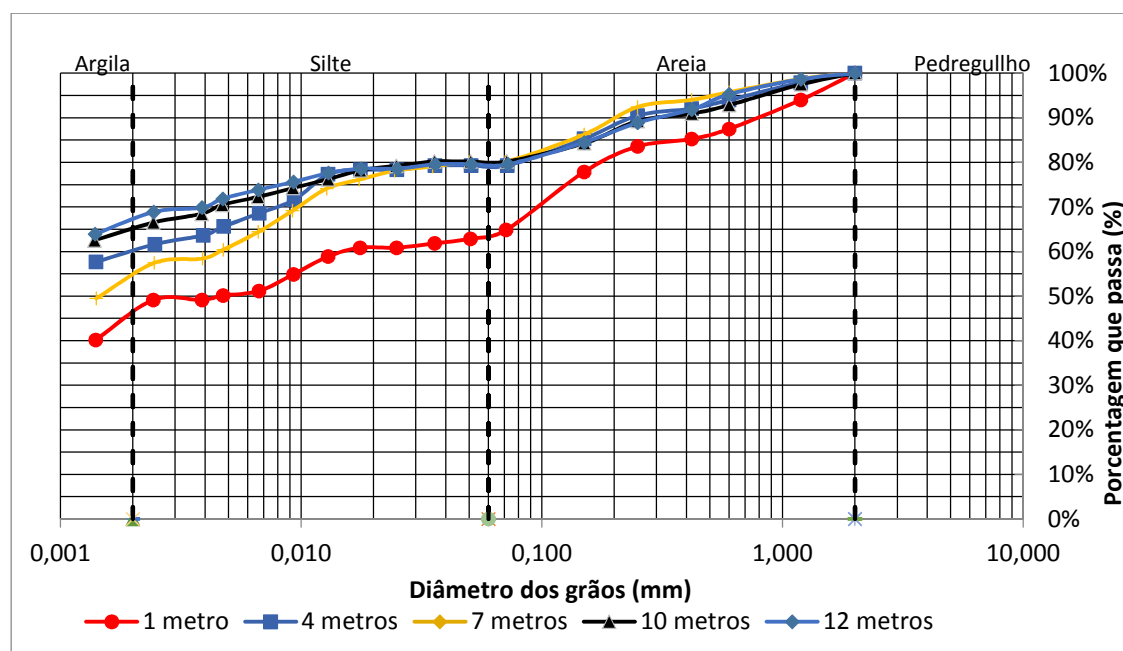
Os resultados da granulometria apontam o ponto analisado com três tipos de composição granulométrica. A primeira e a segunda camada foram caracterizadas através de sua curva granulométrica por um solo denominado como areia argilo siltosa, e a partir do 4º ao 13º metro o solo é caracterizado através das curvas granulométricas como argila areno siltosa.

Segundo a classificação do SUC's, o solo da primeira camada faz parte do grupo SC, se tratando de areia com argila inorgânica, já no restante das camadas o solo é classificado no grupo CL, denominado como argila de baixa compressibilidade.

4.1.2 Ponto 2

A realização da segunda perfuração foi feita no bairro Vila Operária (ponto 2), onde a perfuratriz do equipamento atingiu a cota de 12 metros de profundidade, encontrando solo resistente com grandes matacões, impedindo a continuidade da perfuração. A Figura 7 apresenta as curvas granulométricas obtidas dos ensaios realizados em laboratório referente ao furo em questão, em função da profundidade.

Figura 7: Curvas granulométricas do ponto 2.



Fonte: AUTOR, 2019.

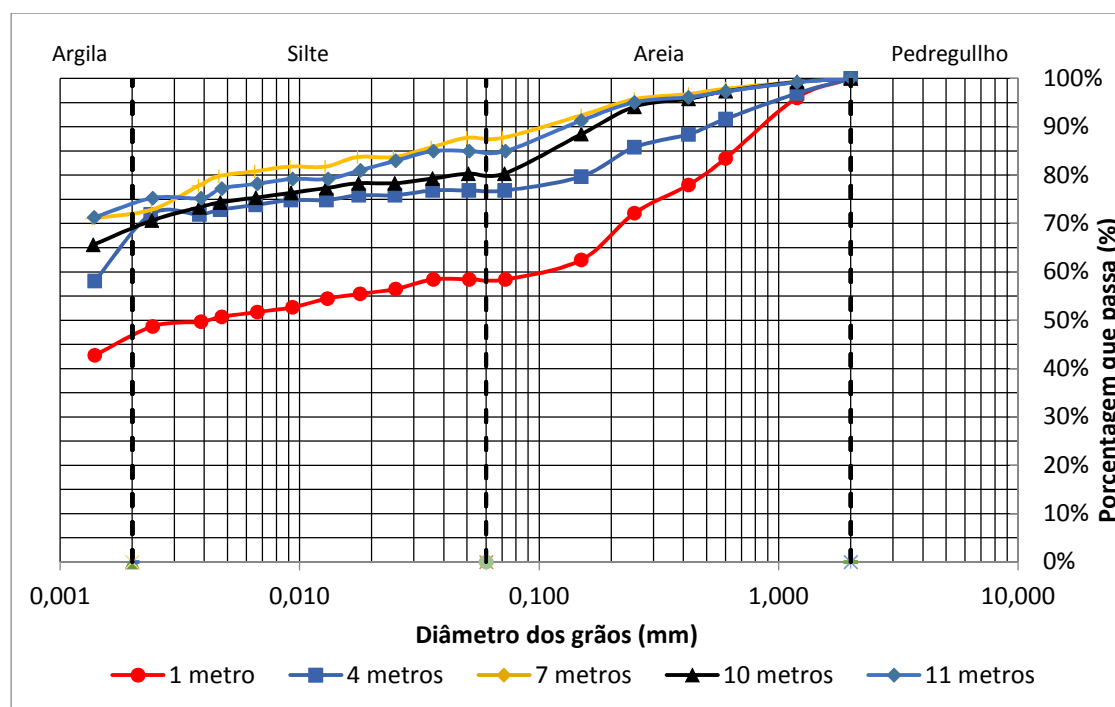
No ponto 2, as características iniciais notadas através da análise tátil e visual, foi a homogeneidade ao longo da profundidade até o último metro analisado, tanto no aspecto de coloração, quanto no aspecto de dimensão das partículas de solo, a coloração do solo encontrado no local foi a de marrom amarelada.

É possível observar as curvas granulométricas encontradas nos ensaios realizados com as amostras do ponto 2, que as curvas estão dispostas no gráfico muito próximas umas das outras, se caracterizando assim um solo homogêneo ao longo de sua profundidade, classificado através de suas porções de cada partícula de solo como argila areno siltosa. Já para o SUC's, todas as camadas analisadas são classificadas no grupo CL, denominado como argila de baixa compressibilidade.

4.1.3 Ponto 3

A realização da terceira perfuração foi feita no Centro (ponto 3), onde a perfuratriz do equipamento atingiu a cota 11 metros de profundidade, encontrando solo saturado por nível d'água, impedindo a continuidade da perfuração. A Figura 8 apresenta as curvas granulométricas obtidas dos ensaios realizados em laboratório referente ao furo em questão, em função da profundidade.

Figura 8: Curvas granulométricas do ponto 3.



Fonte: AUTOR, 2019.

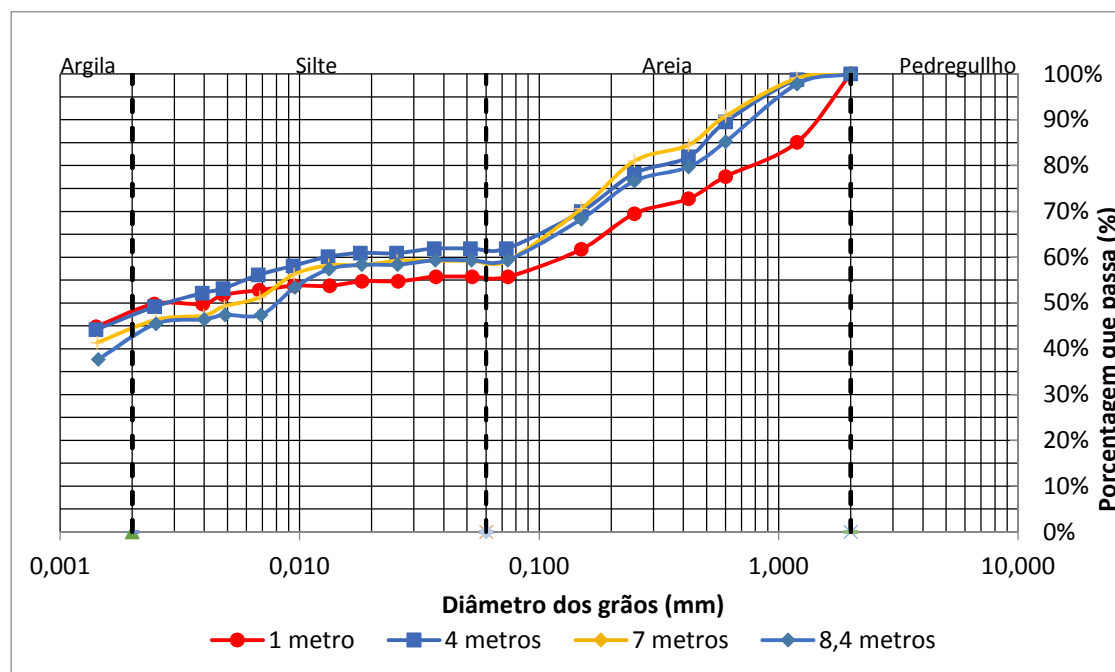
No ponto 3, as características iniciais notadas através da análise tátil e visual, foi a homogeneidade ao longo da profundidade até o último metro analisado, tanto no aspecto de coloração, quanto no aspecto de dimensão das partículas de solo, a coloração do solo encontrado no local foi o de marrom avermelhado.

Conforme a Figura 10, que se trata das curvas granulométricas obtidas através dos ensaios laboratoriais realizados com amostras de solo do ponto 3, é possível observar que as curvas estão dispostas no gráfico sem muita dispersão entre elas, se caracterizando assim um solo homogêneo ao longo de sua profundidade, com isso classificado através de suas porções de cada partícula de solo como argila areno siltosa. Para o SUC's, todas as camadas analisadas são classificadas no grupo CL, denominado como argila de baixa compressibilidade.

4.1.3 Ponto 4

A realização da quarta perfuração foi feita no loteamento Santa Fé (ponto 4), onde a perfuratriz do equipamento atingiu a cota 8,40 metros de profundidade, encontrando solo saturado por nível d'água, impedindo a continuidade da perfuração. A Figura 9 apresenta as curvas granulométricas obtidas dos ensaios realizados em laboratório referente ao furo em questão, em função da profundidade.

Figura 9: Curva granulométrica do ponto 4.



Fonte: AUTOR, 2019.

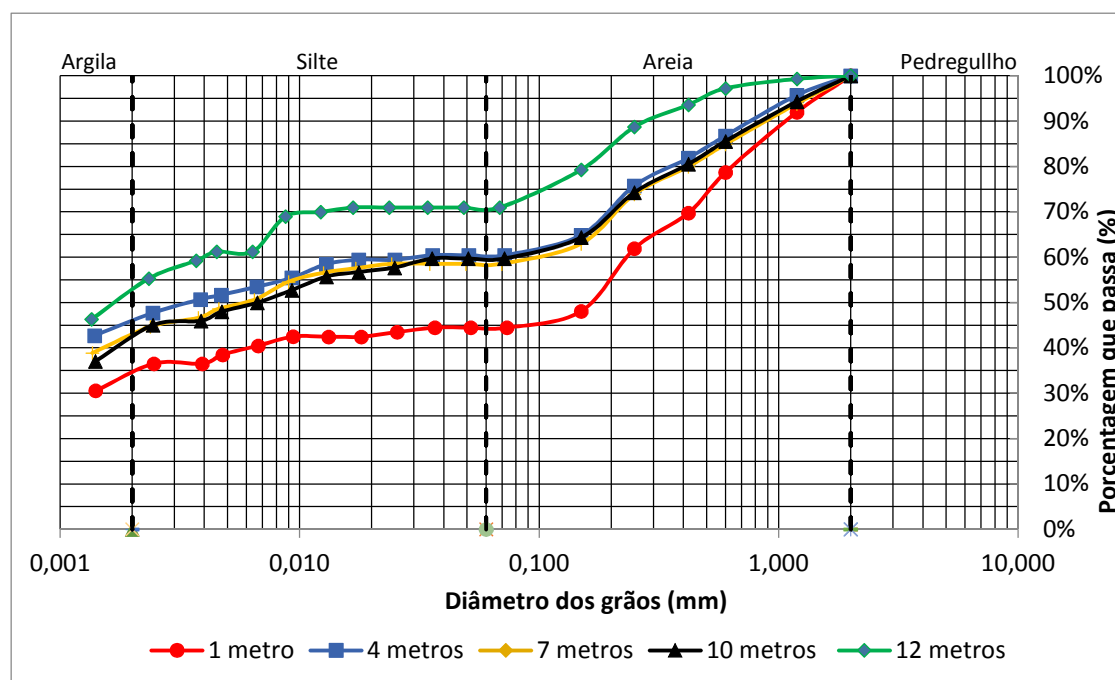
No ponto 4, as características iniciais notadas através da análise tátil e visual, foi a homogeneidade ao longo da profundidade até o último metro analisado, tanto no aspecto de coloração, quanto no aspecto de dimensão das partículas de solo, a coloração do solo encontrado no local foi o de marrom amarelado.

Com os resultados obtidos para o ponto 4, é possível observar que as curvas estão dispostas no gráfico muito próximas umas das outras, caracterizando-se assim um solo homogêneo ao longo de sua profundidade, e com isso classificado através de suas porções de cada partícula de solo como argila areno siltosa. Já para o SUC's, todas as camadas analisadas são classificadas no grupo CL, denominado como argila de baixa compressibilidade

4.1.5 Ponto 5

A realização da quinta perfuração foi feita no setor industrial do município (ponto 5), onde a perfuratriz do equipamento atingiu a cota 12 metros de profundidade, encontrando solo resistente, impedindo a continuidade da perfuração. A Figura 10 apresenta as curvas granulométricas obtidas dos ensaios realizados em laboratório referente ao furo em questão, em função da profundidade.

Figura 10: Curva granulométrica do ponto 5.



Fonte: AUTOR, 2019.

No ponto 5, as características iniciais notadas através da análise tátil e visual, foi a homogeneidade ao longo da profundidade até o último metro analisado, tanto no aspecto de coloração, quanto no aspecto de dimensão das partículas de solo, a coloração do solo encontrado no local foi o de marrom avermelhado.

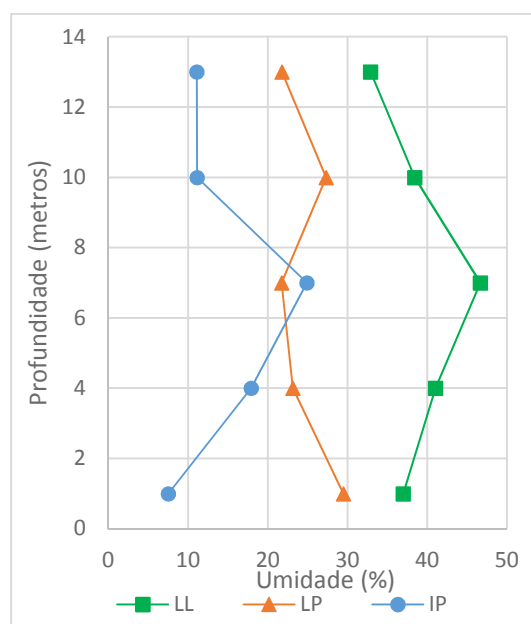
Interpretando as os dados obtidos no ensaio de granulometria do ponto 5, é possível observar que as curvas estão dispostas no gráfico muito próximas umas das outras, evidenciando um solo homogêneo ao longo de sua profundidade, e com isso é classificado através de suas porções de cada partícula de solo como argila areno siltosa. Já para o SUC's, todas as camadas analisadas são classificadas no grupo CL, denominado como argila de baixa compressibilidade.

4.2 Limites de consistência

4.2.1 Ponto 1

A Figura 11 mostra os valores obtidos nos ensaios de Limite de Liquidez (LL) e os valores de Limite de Plasticidade (LP) e do Índice de Plasticidade (IP) em função da profundidade.

Figura 11: Índices de Consistência Ponto 1.



Fonte: AUTOR, 2019.

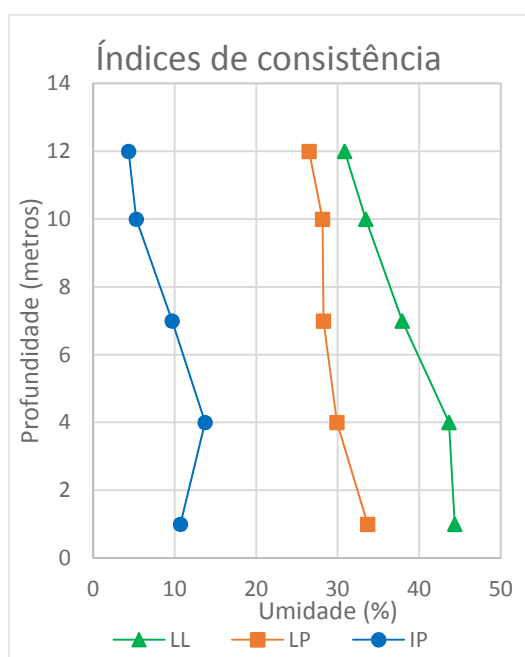
De acordo com os resultados obtidos através das análises laboratoriais, os ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade apontam que o solo tem índices de plasticidade ao longo de sua profundidade que variam de 7 a 25%, caracterizando-se assim, solos medianamente plásticos, e em sua primeira camada (0 a 1 metro) se caracteriza com o valor

mais baixo de plasticidade, e sua camada intermediária (4 a 7 metros) com o valor mais alto de plasticidade em relação ao ponto analisado.

4.2.2 Ponto 2

A Figura 12 mostra os valores obtidos nos ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e do Índice de Plasticidade (IP) em função da profundidade.

Figura 12: Índices de Consistência Ponto 2.



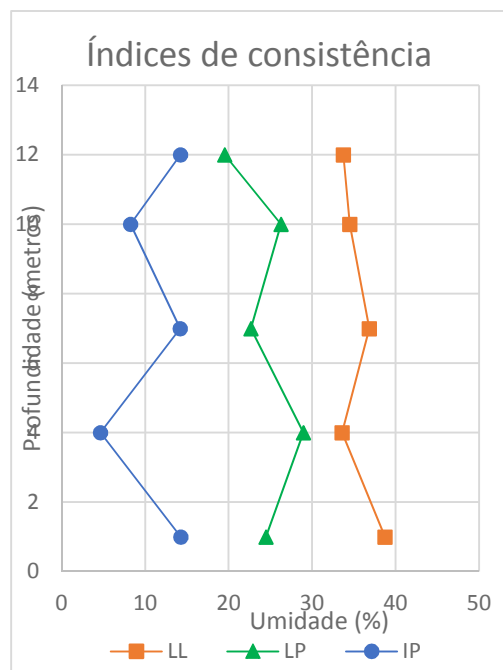
Fonte: AUTOR, 2019.

De acordo com os resultados obtidos através das análises laboratoriais, os ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade apontam que o solo tem índices de plasticidade ao longo de sua profundidade que variam de 4 a 14% caracterizando-se assim, um solo que passa de medianamente plástico para fracamente plástico, e sua camada com porcentagem plástica maior é a segunda camada analisada (1 a 4 metros) e sua camada menos plástica é a última camada analisada (10 a 12 metros).

4.2.3 Ponto 3

A Figura 13 mostra os valores obtidos nos ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e do Índice de Plasticidade (IP) em função da profundidade.

Figura 13: Índices de Consistência Ponto 3.



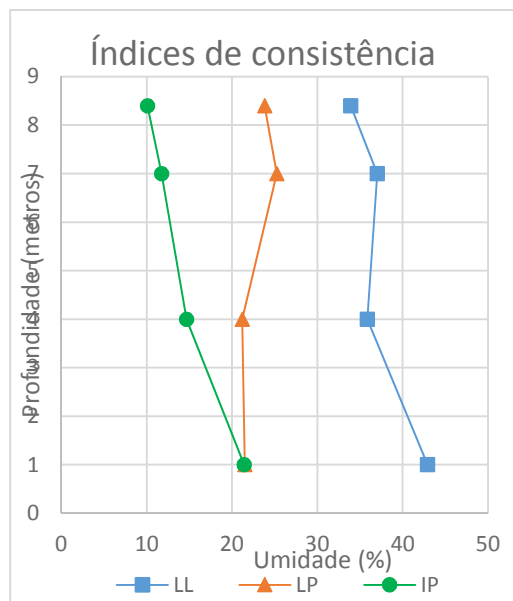
Fonte: AUTOR, 2019.

De acordo com os resultados obtidos através das análises laboratoriais, os ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade apontam que o solo tem índices de plasticidade ao longo de sua profundidade que variam de 5 a 14% caracterizando-se assim um solo que passa de fracamente plástico para medianamente plástico, e suas camadas com maiores porcentagens plásticas são a primeira e a última e sua camada menos plástica é a segunda camada analisada (1 a 4 metros).

4.2.4 Ponto 4

A Figura 14 mostra os valores obtidos nos ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e do Índice de Plasticidade (IP) em função da profundidade.

Figura 14: Índices de Consistência Ponto 4.



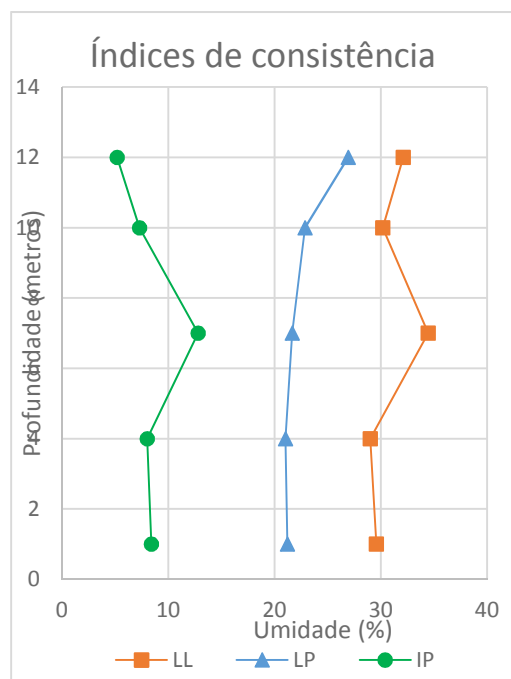
Fonte: AUTOR, 2019.

De acordo com os resultados obtidos através das análises laboratoriais, os ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade apontam que o solo tem índices de plasticidade ao longo de sua profundidade que variam de 10 a 21% caracterizando-se assim um solo medianamente plástico, e sua camada com maior porcentagem plástica é a primeira camada analisada (0 a 1 metro) e sua camada menos plástica é a última camada analisada (7 a 8,4 metros).

4.2.5 Ponto 5

A Figura 15 mostra os valores obtidos nos ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e do Índice de Plasticidade (IP) em função da profundidade.

Figura 15: Índices de Consistência Ponto 5.



Fonte: AUTOR, 2019.

De acordo com os resultados obtidos através das análises laboratoriais, os ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade apontam que o solo tem índices de plasticidade ao longo de sua profundidade que variam de 6 a 13% caracterizando-se assim um solo medianamente plástico, e sua camada com maior porcentagem plástica é a terceira camada analisada (4 a 7 metros) e sua camada menos plástica é a última camada analisada (10 a 12 metros).

4.2.5 Ponto 5

De um modo geral, após a realização dos ensaios laboratoriais de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade e, posteriormente, executado a análise dos dados obtidos, é possível observar grande variação dos índices de plasticidade em relação a cada ponto analisado, mostrando diversos níveis de trabalhabilidade em relação ao solo úmido. Porém, nos ensaios granulométricos com o uso de defloculante, notou-se que, das 24 amostras extraídas em campo, apenas uma se diferenciou das outras, sendo essa amostra caracterizada como areia argilo siltosa e as outras 23 como argila areno siltosa, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Resumo dos resultados.

ENSAIOS	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Limite de Liquidez (LL) médio	38%	37%	34%	29%	30%
Limite de Plasticidade (LP) médio	24%	28%	23%	22%	22%
Índice de Plasticidade (IP) médio	14%	8%	11%	11%	8%
Caracterização Granulométrica (predominância)	Argila areno siltosa	Argila areno siltosa	Argila areno siltosa	Argila areno siltosa	Argila areno siltosa
Classificação SUCS (predominância)	Argila de baixa compress.	Argila de baixa compress.	Argila de baixa compress.	Argila de baixa compress.	Argila de baixa compress.

Fonte: AUTOR, 2019.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização do solo no perímetro urbano do município de Santa Tereza do Oeste – PR, a partir da coleta de amostras em profundidade de cinco pontos distintos da cidade, com o auxílio de equipamento de perfuração. O estudo do solo em relação aos índices de consistência e de classificação granulométrica tem suma importância para a engenharia como um todo, pois auxilia no conhecimento do tipo de solo em que se trabalha e também a prever o comportamento do solo quando submetidos em certas situações de umidade. As características do solo foram obtidas através de ensaios laboratoriais, através da coleta de amostras deformadas de solo em campo.

Os pontos de análise foram escolhidos de forma que abrangessem todo o perímetro urbano do município, possibilitando caracterizar o solo local visando áreas com grande probabilidade de crescimento com execução de novas edificações. Durante a execução da sondagem, o impedimento da continuação da perfuração ocorreu através do encontro do nível d'água nos pontos 3 e 4, ou solo bastante resistente no restante dos pontos.

Com esses resultados, pode se afirmar que a maioria das camadas de solo que compõe o substrato do município de Santa Tereza do Oeste, são basicamente formados de partículas finas como: areias finas, siltes e argilas com coloração que variaram de roxo, marrom avermelhado e marrom amarelado. Através destas informações e com conhecimentos técnicos básicos, é possível se prever um tipo de fundação a ser utilizada nesse perfil de solo na execução de uma edificação nas áreas abrangidas pelo estudo realizado no município.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 6457/1986 – **Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 6459/1984 – **Solo – Determinação do limite de liquidez;**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 6502/1995 – **Rochas e solos;**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- NBR 7180/1984 – **Solo – Determinação do limite de plasticidade;**

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 7181/1984 – **Solo – Análise granulométrica;**

BRESSANI, L. A.; BICA, A. V. D.; SILVEIRA, R. M. **Resultados de Ensaio em um Solo Coluvionar de Arenito da Escarpa da Serra Geral em Timbó do Sul (SC).** 4ª Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas (4º COBRAE), Salvador (BA), Anais, ABMS/ABGE, 2005.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações.** 6. ed., 1ª reimpressão (1991). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1988.

CHIOSSI, N. **Geologia de Engenharia.** 3. ed., 1ª reimpressão (2016). São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2013.

EMBRAPA. SiBCS - **Sistema Brasileiro de Classificação de solos.** 3. ed. 1ª reimpressão. Brasília – DF.

EMBRAPA. **Levantamento de solos e caracterização de suas fragilidades e potencialidades.** Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/->

[/publicacao/1024213/levantamento-de-solos-e-caracterizacao-de-suas-fragilidades-e-potencialidades](#) > Acesso em: 14 de mar. 2019.

MINEROPAR-PR. Caracterização do meio físico para fins de planejamento urbano com a indicação de áreas de riscos geológicos de Santa Tereza do Oeste - PR. Curitiba – PR, 2015.

PINTO, C. S. **Curso básico de Mecânica dos solos.** 3. ed., 1ª reimpressão (2009). São Paulo: Editora PINI, 2006.

PINTO, C. S. **Fundações – Teoria e prática.** 2. ed., 1ª reimpressão (ago. 98). São Paulo: Editora PINI, 1998.

ZEN E ALMEIDA. Caracterização geotécnicas do subsolo do campo experimental do centro acadêmico da FAG em Cascavel/PR – 2016.