



IDENTIFICAÇÃO DOS PERFIS DE SOLO PREDOMINANTES NA REGIÃO DO CÓRREGO NEBLINA EM ARAGUAÍNA-TO

IDENTIFICATION OF THE PREDOMINANT SOIL PROFILES IN THE CÓRREGO NEBLINA REGION IN ARAGUAÍNA-TO

Ana Beatriz Maciel NACIMENTO¹

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: abnasciel22@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-9065-4996>

Daniela Soares KOZAREWICZ¹

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: daniela.soareskozarewicz@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-8292-5800>

Indira Queiroz Macambira BEZERRA²

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: indiraqmb@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2492-8909>

RESUMO

O solo é o elemento base de qualquer construção sendo responsável por toda a sustentação vinda dos esforços gerados pelos elementos estruturais de uma edificação. Diante disso, fica evidenciado a necessidade de um estudo constante para monitoramento e indicação dos tipos de solos de um determinado local antes de dar início a uma obra, visto que o reconhecimento do solo é indispensável para garantir e determinar a segurança de uma estrutura, já que a falta de avaliação do terreno pode causar problemas como danos estruturais, funcionais e arquitetônicos ao ambiente. A presente pesquisa relata a importância de estudos sobre os tipos de solos e o reconhecimento do terreno estudado através da realização das sondagens SPT para investigação do solo, e identificou que os solos predominantes às margens do Córrego Neblina, Araguaína-TO, são argilosos e siltosos.

Palavras-chave: Solos. Sondagem. Estruturas.

ABSTRACT

The soil is the base element of any construction and is responsible for all the support coming from the efforts generated by the structural elements of a building. In view of

this, the need for constant study to monitor and indicate the types of soil in a given location before starting work is evident, as soil recognition is essential to guarantee and determine the safety of a structure, as that the lack of land assessment can cause problems such as structural, functional and architectural damage to the environment. The present research reports the importance of studies on the types of soils and the recognition of the terrain studied through the performance of SPT surveys for soil investigation, and identified that the predominant soils on the banks of the Neblina River, Araguaína-TO, are clayey and silty.

Keywords: Soils. Survey. Structures.

INTRODUÇÃO

O solo pode ser caracterizado como um corpo dinâmico de origem mineral e orgânica, é a camada que recobre a superfície terrestre, e surge através da ação de agentes físico-químicos sobre as rochas, sendo constituídos principalmente pelo movimento das águas, dos ventos, da variação de temperatura e também dos animais e microrganismos. A estrutura e os componentes de um solo variam de acordo com a região que está localizado, ou seja, a característica de um perfil de solo é compatível com o clima da região onde ele se formou.

Na construção civil avaliar o tipo de solo é um procedimento indispensável para dar início a execução de uma obra, já que ele pode ser utilizado como material de construção, por exemplo, no caso de barragens e aterros. Independente da sua característica o solo é visto como o elemento base de uma estrutura, conhecer o solo da área ajuda a determinar as necessidades daquela edificação e evitar problemas futuros como fissuras, vazamentos em tubulações, bem como definir os tipos de fundações que serão utilizadas.

Com isso, ao identificar o tipo de solo do terreno em que se deseja construir é possível determinar a fundação mais adequada para a uma edificação, por isso é sempre recomendável a execução de sondagens.

A realização da sondagem permite a determinação de requisitos técnicos como os tipos de solo do local, a espessura das camadas até a profundidade desejada, a condição de compacidade dos seus componentes, identificar a água no subsolo, a fim

de garantir a segurança da construção e até mesmo definir um custo viável para as fundações, proporcionando estruturas bem projetadas.

A construção de um projeto com informações equivocadas da estrutura do solo atrapalha na escolha do tipo de fundação que se adequará aos pré-requisitos de determinada obra, tanto no quesito da segurança, quanto na viabilidade econômica. As fundações transmitem as cargas das estruturas para o solo, e por isso um dimensionamento incorreto pode acarretar um dos problemas mais comuns em obras feitas sem o conhecimento do solo: o recalque (Silva et al (2024))

O recalque, conhecido como assentamento, é o termo utilizado quando a construção sofre um rebaixamento causado pelo espessamento do solo em que foi erguida (Silva et al, 2024). A famosa torre de Pisa é um exemplo de construção com recalque. Porém permanece de pé até hoje por serem realizadas contínuas estratégias de geotecnia e reforços feitos nas fundações, o que gera muitos gastos. Os recalques que gera mais danos à construção é o recalque diferencial, uma parte da estrutura fica mais baixa que a outra, causando esforços estruturais inesperados, e em casos mais graves, podem levar à construção à ruína (Silva et. al., 2024).

O terreno faz parte integrante de qualquer construção, afinal é ele que dá sustentação a estrutura e também determina características fundamentais do projeto em função de seu perfil e de características físicas como elevação, drenagem e localização. Dessa forma, os diferentes tipos de solo são fatores determinantes para as fundações, as estruturas e o tipo de edificação a ser erguida em determinado local. Por isso, se faz necessário estudos e pesquisas aprofundadas sobre o solo a ser trabalhado, visto que é um elemento decisivo para o uso do terreno.

Pode-se classificar em três tipos básicos de solo: arenoso, siltoso e argiloso. O solo arenoso se movimenta facilmente e é altamente permeável, isso se torna um grande desafio, já que onde há lençóis freáticos o solo arenoso pode permanecer firme enquanto em contato com a água, mas outras construções abaixam o lençol e movimentam o terreno. Requer fundações profundas com estacas, geralmente de aço ou concreto armado, para garantir a segurança da estrutura (Silva et. al., 2024).

O solo argiloso tem sua importância econômica na construção que se dá pela fabricação de tijolos, telhas, azulejos e pisos cerâmicos. Possui grande capacidade de aglutinação, e é altamente denso quando não há umidade ou presença de água.

Fundações rasas são as mais utilizadas nesses tipos de solo, sendo que caso seja necessário reforçar as sapatas, o uso dos radiers é recomendado (Silva et. al., 2024).

O solo siltoso predomina a fração de silte e apresenta grãos finos, pouca ou nenhuma plasticidade e baixa resistência quando seco. Há níveis elevados de erosão e desagregação natural, um tipo de solo que demanda muito mais cuidados e manutenção (Silva et. al., 2024).

Diante das informações fornecidas e da importância do conhecimento constante e análise correta sobre o tipo de solo da região a ser construída, faz-se necessária uma avaliação minuciosa do impacto que uma investigação ineficiente pode causar perante um elemento estrutural.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Conhecer os tipos de solos e evidenciar a importância e necessidade de reconhecimento e realização da sondagem antes da execução de uma obra em determinado terreno.

Objetivos Específicos

- Destacar os tipos de solos e suas características.
- Destacar a importância do estudo geotécnico no âmbito da construção civil.
- Mapear pontos para análise e estudo empírico da pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Formação Geológica da Crosta Terrestre

A crosta terrestre é a camada mais externa da Terra e corresponde a cerca de 1% do planeta e estende-se a, no máximo, 80 quilômetros de profundidade.

A formação da crosta terrestre aconteceu há 4,5 bilhões de anos, no período Pré-Cambriano, onde ocorreu o resfriamento do magma, resultando na cristalização e transformação molecular das rochas. As pesquisas detalham que as descobertas sobre a crosta terrestre são recentes em comparação ao conhecimento dos demais mistérios do planeta. Foi em 1909 que o cientista croata Andrija Mohorovicic (1857 - 1936)

chegou à conclusão que havia uma diferença entre o manto e a crosta terrestre, ele observou que mudava a velocidade sísmica entre a crosta e o manto. Esse fenômeno de transição foi denominado descontinuidade por Moho, marcando o limite entre o manto e a crosta da Terra.

Sobre a divisão da crosta terrestre pode-se notar que a Terra é formada por 6 especificidades:

Crosta Oceânica

A crosta oceânica é a camada mais jovem do planeta, ela é formada principalmente por basalto e seus componentes rochosos, que são materiais originados pela erosão na superfície dos continentes, transportados por vários agentes da superfície da Terra e que terminam por se depositar no fundo dos oceanos. (TOLEDO, 2024)

Crosta Continental

A crosta continental é formada principalmente por granito, e é em grande parte, recoberta por materiais não consolidados, formado pela reação das rochas duras às condições da superfície, dá-se pelo intemperismo, juntamente com a formação do solo, temas de um tópico específico. (Toledo, 2024)

Litosfera

A litosfera é a camada sólida mais externa de um planeta rochoso constituída por rochas e solo, sendo assim, é formada pela crosta terrestre e a parte superior do manto. É rígida, situando-se sobre a astenosfera, material também sólido, mas que se comporta como um fluido deformável na escala do tempo geológico. (TOLEDO, 2024). Da mesma forma que ocorre com a profundidade, a temperatura entre as camadas também varia à medida que se aproxima do núcleo.

Placas Tectônicas

É importante destacar que a crosta terrestre não é o mesmo que placas tectônicas. Existem 12 placas tectônicas na formação continental atual da Terra, essas flutuam sobre o magma pastoso e o seu deslocamento resulta das forças que provêm

do núcleo terrestre. Sua movimentação e constantes mudanças ao longo dos tempos contribuíram diretamente com as alterações no relevo atual da Terra ao longo de milhares de anos.

Manto Terrestre

O manto terrestre formou-se há pelo menos 3,8 bilhões de anos e é composto, principalmente, por rochas e minerais ricos em ferro e magnésio. Essa é a camada mais espessa de nosso Planeta, com espessura aproximada de 2,9 mil km. É dividido em manto superior e manto inferior. O manto superior vem logo abaixo da crosta terrestre e permanece a temperaturas médias de 100 °C. Já no manto inferior, a temperatura pode superar 2000 °C. A diferença entre as duas subcamadas está na consistência das rochas, que é medida por meio de ondas sísmicas.

Núcleo

O núcleo é a camada mais profunda da Terra. Pelo menos 80% do núcleo é composto por ferro e níquel. O núcleo interno tem densidade um pouco maior compatível com uma composição ferro e níquel, sem a participação significativa de outros elementos como no núcleo externo. (TOLEDO, 2024). É dividido em duas subcamadas, o núcleo inferior e o núcleo exterior. Nesse local, a temperatura atinge até 6000 °C.

TIPOS E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Tipos de solos

Os solos são a camada superficial da crosta terrestre, formada pela preservação de rochas e matéria orgânica ao longo do tempo. Eles resultam de processos físicos, químicos e biológicos que transformam minerais e materiais orgânicos em uma mistura que sustenta a vida e as atividades humanas. O solo é composto por partículas minerais (argila, silte, areia), matéria orgânica, água e ar. Suas propriedades, como textura, estrutura e resistência variam amplamente e influenciam seu uso na construção.

A classificação dos solos é um processo essencial para os engenheiros civis, permitindo que se determine a adequação do solo para diferentes tipos de fundações e a necessidade de tratamentos ou estabilização (Coduto, 2015.)

Existem algumas formas desenvolvidas ao longo do tempo para classificar e separar os tipos de solos de acordo granulometria, sendo as principais: Classificação granulométrica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Classificação Unificada (SUCS) e a Classificação HRB.

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Classificação ABNT

A classificação granulométrica de solos segundo as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é um método utilizado para categorizar os solos com base na distribuição do tamanho de suas partículas, pois a granulometria influencia diretamente as propriedades de compacidade, permeabilidade, capacidade de suporte e comportamento sob carregamento dos solos.

O fundamento dessa classificação é identificar e quantificar a proporção de diferentes frações de partículas em uma amostra de solo. As partículas são separadas em diferentes categorias de acordo com seu tamanho, que varia de cascalho a argila de acordo com a ABNT NBR 6502 (ABNT 2022): Solos e Rocha (tabela 1). Esse processo permite classificar os solos para ajudar a prever seu comportamento.

Tabela 1: Classificação granulométrica, conforme ABNT NBR 6502/2022.

Classificação granulométrica	
Tipo de Partícula	Diâmetro das Partículas (mm)
Rocha	> 2,00
Areia Grossa	2,00 – 0,60
Areia Média	0,60 – 0,20
Areia Fina	0,20 – 0,075
Silte	0,075 – 0,002
Argila	< 0,002

Fonte: ABNT NBR 6502/2022, 2024.

Os solos são descritos de acordo com a predominância de uma ou mais frações. Tais como:

- **Solos arenosos:** Apresentam uma grande quantidade de partículas de areia e, portanto, são bem drenados, mas podem ter baixa capacidade de retenção de água.
- **Solos argilosos:** Contêm uma alta proporção de partículas de argila, o que confere alta coesão e capacidade de retenção de água, mas baixa permeabilidade.
- **Solos siltosos:** Apresentam partículas de tamanho intermediário entre areia e argila, tendo características de baixa permeabilidade e menor capacidade de suporte em relação aos solos arenosos.

Curva Granulométrica

A curva granulométrica é um gráfico que representa a distribuição acumulada do tamanho das partículas de uma amostra. Ela é traçada com base nos dados obtidos nos ensaios de peneiramento e sedimentação feitos conforme NBR 7181 (ABNT 2018): Solo – Análise granulométrica

O eixo horizontal dos gráficos mostra o diâmetro das partículas (em escala logarítmica), enquanto o eixo vertical exibe a porcentagem de material que passa por cada peneira. Assim com base na curva o solo pode ter classificado em:

- **Solo bem graduado:** A curva é suavemente inclinada, diminuindo uma distribuição uniforme de tamanhos de partículas. Solos bem graduados possuem boas propriedades de compactação e resistência.
- **Solo mal graduado:** A curva é mais abrupta, diminuindo uma predominância de tamanhos específicos de partículas. Esses solos podem ter menor capacidade de suporte e podem precisar de estabilização em aplicações de engenharia.
- **Solo uniforme:** A curva é quase vertical em uma faixa estreita, inferior à maioria das partículas têm tamanho semelhante.

Ensaio de Granulometria

A NBR 6502 (ABNT 2022) fornece um conjunto abrangente de definições e conceitos fundamentais para o estudo e a aplicação de solos na engenharia e geologia, pois padroniza a terminologia, e assim facilita a comunicação técnica e assegura a

consistência nas análises e práticas profissionais, desse modo a norma define os tipos de solos existentes por meio da classificação granulométrica.

Para definir qual o tipo de solo predominante, faz-se necessário realizar a granulometria, procedimento regido pela NBR 7181 (ABNT 2018): Solo – Análise granulométrica, que descreve os procedimentos de ensaio para a análise granulométrica de solos que são:

- **Coleta de amostra:** Uma amostra de solo é coletada em campo de forma representativa e levada para o laboratório.
- **Preparação da amostra:** A amostra é seca em estufa para remover a umidade e, em seguida, desagregada, sem quebrar as partículas.
- **Peneiramento:** Utiliza-se uma série de peneiras de diferentes aberturas para separar as frações de areia e cascalho. As partículas maiores que 0,075 mm (areia e cascalho) são evidenciadas por peneiramento seco.
- **Análise por sedimentação:** As partículas menores que 0,075 mm (silte e argila) são comprovadas pelo método de sedimentação, utilizando a lei de Stokes para medir o tempo de decantação das partículas em uma coluna de água.
- **Cálculo das porcentagens:** Com os resultados dos testes, calcula-se a porcentagem de cada fração em relação ao total da amostra.

Classificação Unificada (SUCS)

Desenvolvida durante a 2ª Guerra Mundial, por Arthur Casagrande, para construção de aterros de aeroportos, que posteriormente foi adaptada para uso em barragens, fundações e outras obras de terra.

O princípio fundamental do SUCS é a caracterização dos solos com base em suas características físicas, como granulometria (distribuição do tamanho das partículas) e plasticidade (capacidade de deformação sem fratura), dessa forma oferece informações sobre o comportamento esperado do solo em condições de carga.

A classificação é dividida em 3 (três) categorias: solos de granulação grossa, solos de granulação fina, e solos orgânicos. Cada categoria é posteriormente subdividida de acordo com as propriedades específicas do solo, representados por símbolos alfanuméricos que são:

- **Solos de granulação grossa:** (mais de 50% das partículas retidas na peneira nº 200)
 - GW (cascalho bem graduado)
 - GP (cascalho mal graduado)
 - GM (cascalho com silte)
 - GC (cascalho com argila)
 - SW (areia bem graduada)
 - SP (areia mal graduada)
 - SM (areia com areia)
 - SC (areia com argila)

- **Solos de granulação fina:** (mais de 50% das partículas passantes na peneira nº 200):
 - ML (silte de baixa plasticidade)
 - CL (argila de baixa plasticidade)
 - MH (silte de alta plasticidade)
 - CH (argila de alta plasticidade)
 - OL (solo orgânico de baixa plasticidade)
 - OH (solo orgânico de alta plasticidade)

- **Turfas (PT):** Solos altamente orgânicos, como turfas, são classificados como

A classificação do é um método amplamente utilizado em engenharia geotécnica para categorizar diferentes tipos de solos, pois foi desenvolvido para fornecer um entendimento consistente sobre o comportamento dos solos em projetos de terra.

Classificação HRB

Elaborada no ano de 1945, essa classificação surgiu através de estudos do órgão governamental norte-americano Highway Research Board (HRB) - motivo de sua nomeação - devido a necessidade de designar a classificação dos subleitos de rodovias.

A análise dessa classificação baseia-se em características fundamentais dos solos, como a granulometria (distribuição do tamanho das partículas), plasticidade e teor de finos (partículas menores que 0,075 mm), dessa forma torna-se possível alcançar a capacidade que o material suportar.

O sistema HRB categoriza os solos em diferentes grupos cada um com subgrupos baseados em suas propriedades físicas, cada grupo tem critérios de classificação baseados em porcentagens de granulometria, limites de Atterberg e outras propriedades:

- **A-1 a A-3:** Solos de granulação grossa (areias e cascalhos) com baixo teor de finos.
- **A-4 a A-7:** Solos de granulação fina (siltes e argilas) e 35% ou mais de finos, apresenta maior plasticidade e menor capacidade de suporte.

Cada grupo tem uma nota de serviço (índice de grupo) que ajuda a avaliar a adequação do solo como material para uso. Essa nota é calculada levando em consideração os parâmetros de plasticidade e teor de finos, sendo que quanto maior o índice de grupo, menos adequado o solo é para construção de rodovias.

Tipos de Sondagens

A sondagem é a primeira etapa de uma obra e é parte fundamental, em especial se tratando de grandes edificações. Ela consiste na realização de furos no solo ou rocha, que fornece informações sobre a região e possibilita a caracterização do solo. Com isso, é possível saber qual é a resistência e a deformidade do terreno.

As análises são vitais para um bom planejamento da obra, o estudo de identificação do solo por meio de sondagem é imprescindível para se obter informações necessárias para o dimensionamento da fundação, como o tipo de solo, comportamento, profundidade, nível de lençol freático e determinação da resistência do solo às tensões Belincanta (1998 apud Silva, 2023).

Os eventos patológicos podem ser classificados em 3 grupos, sendo danos estruturais causando danos à estrutura propriamente dita, danos arquitetônicos aqueles que causam problemas à estética da construção (fissuras, trincas, rupturas etc.) e danos funcionais, que causam efeitos à utilização da estrutura como o refluxo ou

a ruptura de esgotos, o emperramento das portas e etc. RIBEIRO (2021 apud Silva, 2023).

Com isso, entende-se a importância do mapeamento geotécnico para dar início a um projeto. Sendo a sondagem um tipo de ensaio de investigação dos solos é necessário entender e conhecer mais os principais tipos de sondagens, que são: sondagens a trado, sondagem à percussão SPT (Standard Penetration Test), sondagem rotativa, sondagem mista.

Sondagem a Trado

A sondagem a trado é um tipo de sondagem realizada de forma majoritariamente manual, conhecida por ser a sondagem mais simples e a de menor custo, bastante usada em obras de estradas e realização de aterros, esse tipo de sondagem não pode ser usada em construções de edificações.

A sondagem a trado pode ser manual ou mecânica. Conforme demonstrado na Figura 01, o trado manual é um processo visto como o mais simples, mais rápido e econômico para a investigação do solo. A perfuração no solo é feita pelos responsáveis por meio de uma barra acoplada horizontal a haste vertical, onde ficam localizadas as brocas, e a cada 5 ou 6 rotações é retirada a broca para que seja removido o material acumulado. Com a amostra sendo feita geralmente a cada metro, utiliza-se esse processo de sondagem para a indicação do nível do lençol freático.

O trado mecanizado é um processo de fundação de custo menor em relação aos processos relacionados à perfuração e ao volume de concreto, sendo um procedimento breve, é uma escolha bastante utilizada nos canteiros de obra, considerado o mais limpo, não emite grandes vibrações no processo de perfuração, possui o transporte mais simples dentro da execução do serviço, no qual também necessita de um número menor de funcionários.

Figura 01: Sondagem a Trado.



Fonte: Google Imagens.

Sondagem SPT

A sondagem a percussão SPT é um tipo de sondagem mais utilizada no Brasil para construções de edificações. Nesse tipo de sondagem, uma amostra é obtida através de uma sonda de percussão, mostrada na Figura 02, que penetra o solo mediante golpes de um martelo de peso padrão. A cada 30 centímetros de profundidade, é registrada a resistência do solo à penetração, conhecida como N-SPT.

Essa sondagem fornece informações sobre a resistência do solo e sua estratigrafia. Na NBR 6484 (ABNT, 2020), descreve o procedimento do reconhecimento do solo com SPT (Standard Penetration Test). O ensaio se dá com a sondagem de determinado terreno a começar pela superfície onde se encontra a instalação do equipamento até 1 metro de profundidade com o trado concha ou cavadeira manual, onde é recolhido uma amostra dessa parte inicial. Após a perfuração de 2 metros, dá-se início ao procedimento, um martelo pesando 65kg é erguido em uma altura de 75 cm que cai em queda livre sobre o amostrador, este processo é repetido para atingir 45 cm do amostrador até o solo, é contado número de golpes a cada 15 cm que o martelo vai atingindo a profundidade e assim o valor de (Nspt) é a soma do número dos golpes que são necessários para a penetração do amostrador nos últimos 30 cm no solo.

De acordo com a NBR 6484 (ABNT, 2020), a sondagem (SPT) se divide nas seguintes operações: Abertura do furo, ensaio de penetração, amostragem, avaliação do nível d'água, identificação e classificação das amostras, relatório. E ainda por meio

desse processo é provável definir o tipo de solo que é atravessado pelo amostrador padrão e a sua resistência (N).

Figura 02: Sondagem SPT.



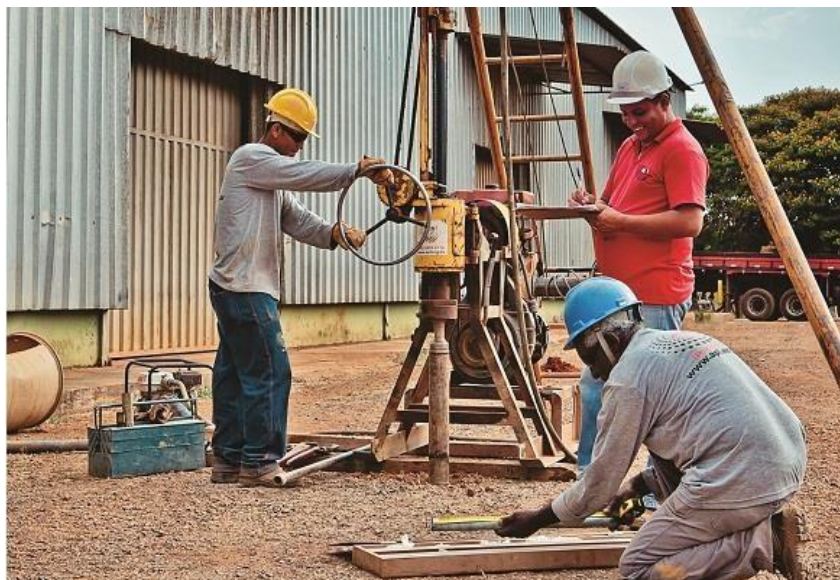
Fonte: Google Imagens.

Sondagem Rotativa

Na sondagem rotativa utiliza-se uma broca giratória, ilustrada na Figura 03, para perfurar o solo e retirar amostras, permitindo uma análise detalhada das camadas do subsolo. É frequentemente empregada em solos mais coesivos ou em rochas e trata-se de um processo de investigação geotécnica na qual busca perfurar um determinado terreno através de um movimento de rotação, ela permite o avanço da investigação do solo, quando se tem ou encontra um solo com uma resistência muito grande até o alcance da rocha.

Os resultados obtidos pelo processo de sondagem são apresentados por meio de relatórios, com o mapeamento do local, na qual estão evidenciados os pontos para a execução da perfuração, com perfis geológicos geotécnicos de cada sondagem, nelas contém todas as informações necessárias da obra, com toda os dados técnicos necessários.

Figura 03: Sondagem Rotativa.



Fonte: Google Imagens.

Sondagem Mista

A Sondagem Mista (SM) é um método de investigação geológica-geotécnica que consiste na execução da Sondagem a Percussão (SP) e da Sondagem Rotativa (SR) em um mesmo furo. É utilizada quando é necessário executar ensaios SPT no trecho em solo de uma sondagem rotativa. A passagem do método de sondagem a percussão para o método rotativo deve ser feita, obrigatoriamente, ao ser atingido o impenetrável ao SPT, ou seja, até 5 cm de penetração após 10 golpes consecutivos, excluídos os primeiros 5 golpes e, 50 golpes no mesmo ensaio, como mostra a Figura 4.

Por meio desse método, pode-se descrever o tipo de rocha, o grau de alteração, o grau de fraturamento, o grau de coerência, a xistosidade, a porcentagem de recuperação, o índice de qualidade da rocha - RQD (Rock Quality Designation) e as características das descontinuidades.

Figura 04: Sondagem Mista.



Fonte: Google Imagens.

MATERIAIS E MÉTODOS

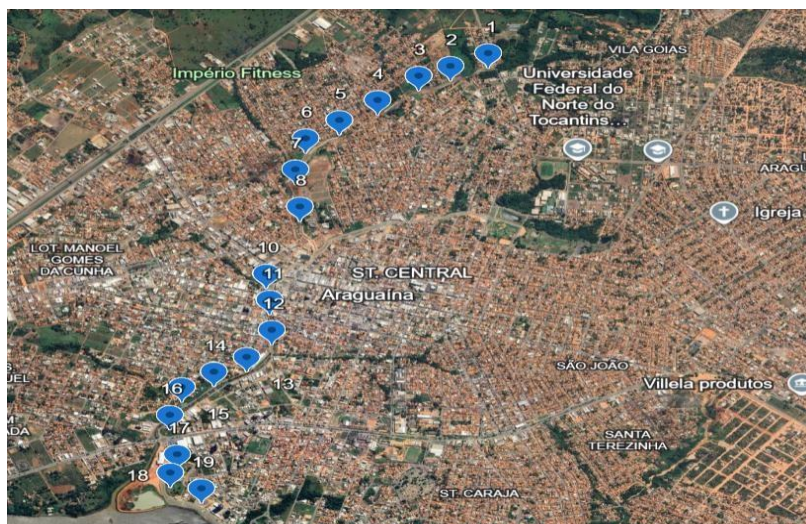
Materiais

O desenvolvimento deste estudo foi realizado mediante a pesquisa quantitativa, uma vez que foram examinados 19 laudos de ensaio SPT, fornecidos por uma empresa privada na cidade de Araguaína/TO. Os relatórios de ensaios, contendo informações fundamentais para a análise dos furos de sondagem, constavam a localidade, o nível da água, tipologia do solo e a profundidade dos furos até a impenetrabilidade ou ao alcançar 15 metros.

O local de estudo está às redondezas do percurso do Córrego Neblina, iniciando na Avenida Castelo Branco até despejar no Rio Lontra (3.800m), que está situado na cidade de Araguaína, no estado do Tocantins, região Norte do Brasil.

A locação dos pontos analisados os laudos de sondagem que foram utilizados neste estudo estão na figura 05.

Figura 05: Município de Araguaína/TO, Brasil.



Fonte: Google Earth, 2024.

Araguaína está localizada a 384 km da capital Palmas, tendo uma área de 4000 km², conta com uma população estimada de 186.254 habitantes, altitude de 236 metros, latitude de 7º 11 '28 Sul e longitude 48º12' e 26" Oeste.

Para fundamentar as informações do presente trabalho fez-se uso da NBR 6484 (ABNT 2020): Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio e NBR 6502 (ABNT 2022: Rochas e solos – Termologia.

Artigos também foram analisados, como “O estudo geoestatístico de sondagens SPT para geração de mapas auxiliares em obras de engenharia” (FOLLE, RS, 2002), “Análise comparativa de fundações sob influência de diferentes tipos de solo e a importância da sondagem – um estudo de caso” (SILVA, GO, 2023.), “Avaliação de Fatores Intervenientes no Índice de Resistência à Penetração do SPT” (BELINCANTA, SP, 1998) e “Importância da Sondagem SPT na Construção Civil: Tipos de Sondagens, seus métodos e utilidades” (Nogueira, Santos, Dos Santos, Galvão, Swartele, Santos, Órfão, De Andrade, Amarante, 2019).

MÉTODOS

O método empregado para a análise dos relatórios de ensaios de sondagem SPT geotécnicos foi estruturado de maneira a garantir uma análise espacial, geotécnica e quantitativa, utilizando ferramentas como o Google Earth para geolocalização e o Microsoft Excel para organização e análise de dados e artigos relacionados ao estudo,

a fim de guiar a elaboração da tabela e dos gráficos para facilitar a compreensão da pesquisa.

O Google Earth foi utilizado para mapear as localizações dos furos, utilizando marcadores que permitiram a visualização espacial da distribuição dos furos de sondagem em relação à área de estudo.

Paralelamente, os dados geotécnicos foram organizados em uma planilha do Microsoft Excel, com o objetivo de realizar uma análise quantitativa e qualitativa detalhada. A estrutura da planilha foi composta por colunas específicas para a quantidade de furos para a investigação do solo, o nível da água encontrada em cada ponto, o solo predominante nas regiões exploradas e a profundidade até atingir a impermeabilidade da área avaliada (tabela 02). Também foram desenvolvidos gráficos contendo a distância de cada sondagem, a profundidade do tipo solo e do nível de água encontrados para facilitar a interpretação visual dos resultados.

Por fim, foi possível realizar uma análise abrangente dos dados geotécnicos, combinando ferramentas de geolocalização e análise quantitativa de forma eficaz o que proporcionou uma visão clara da distribuição geológica e das condições do solo e do lençol freático, facilitando a interpretação dos dados.

Assim, foi elaborado um mapeamento geotécnico complexo que engloba a localidade de cada furo, o nível da água, no caso de existir a presença de água, e, também possibilitou a avaliação do tipo de solo presente naquele determinado local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise dos relatórios fornecidos, foi possível identificar em cada laudo de sondagem, o tipo de solo e sua espessura, a profundidade do impenetrável em sondagem a percussão e o nível do lençol freático (Tabela 02).

A comparação das características geológicas e hidrológicas permitiu uma compreensão detalhada das condições do solo e do lençol freático na região.

Tabela 2: Planilha de dados.

Furo SPT	Nível da água (m)	Tipo de solo	Profundidade até o impenetrável (m)
Furo 01	1,50	Argila Siltosa	9,40
Furo 02	1,60	Argila Siltosa	7,63
Furo 03	1,50	Pedregulho Argila siltosa	5,45
Furo 04	1,00	Argila arenosa	10,45
Furo 05	1,00	Argila arenosa	10,45
Furo 06	2,20	Argila arenosa	13,45
Furo 07	0,80	Argila arenosa	11,80
Furo 08	2,85	Argila arenosa	14,45
Furo 09	2,10	Argila Siltosa	7,70
Furo 10	1,50	Argila Siltosa	7,60
Furo 11	0,60	Argila Siltosa	3,53
Furo 12	1,00	Argila Siltosa	2,70
Furo 13	1,00	Argila Siltosa	2,90
Furo 14	1,30	Argila Siltosa	7,45
Furo 15	2,00	Areia Siltosa	2,45
		Argila Siltosa	6,48
Furo 16	0,00	Areia Siltosa	0,33
Furo 17	0,00	Areia Siltosa	0,87
Furo 18	0,00	Areia Siltosa	0,42

Fonte: Relatórios de Ensaio SPT.2024.

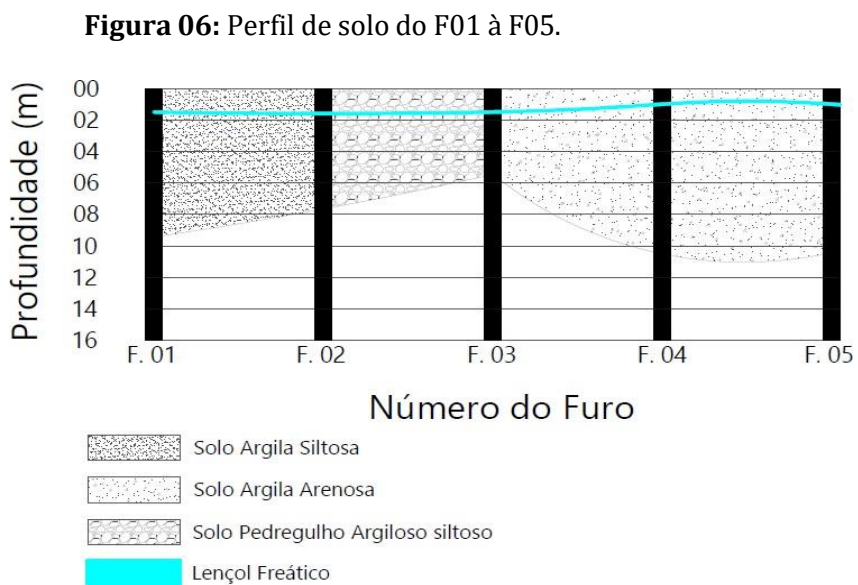
Através dos dados de distribuição dos solos foi elaborado gráficos com relação de profundidade x furo do terreno, bem como o nível que foi encontrado água na região estudada.

Para uma melhor visualização os 18 laudos de sondagem foram divididos em 4 gráficos. Pontos de F1 à F5 na Figura 06, pontos de F6 à F9 na Figura 07, pontos de F10 à F13 na Figura 07 e pontos de F14 à F18 na Figura 09, sendo que onde um termina o outro começa.

A partir do Figura 06 é possível verificar que entre o F01 e o F02 encontra-se solo argila siltosa até a profundidade de 9,40 metros e 7,63 metros, respectivamente, profundidade máxima obtida até que o solo ficou impenetrável. O nível da água em uma profundidade rasa de 1,5 metros e 1,60 metros, na mesma ordem.

No F03 detectou que o solo é pedregulho argiloso siltoso e atingiu uma profundidade 5,45 metros atingindo o impenetrável, e com o nível da água situada à 1,50 metros de profundidade.

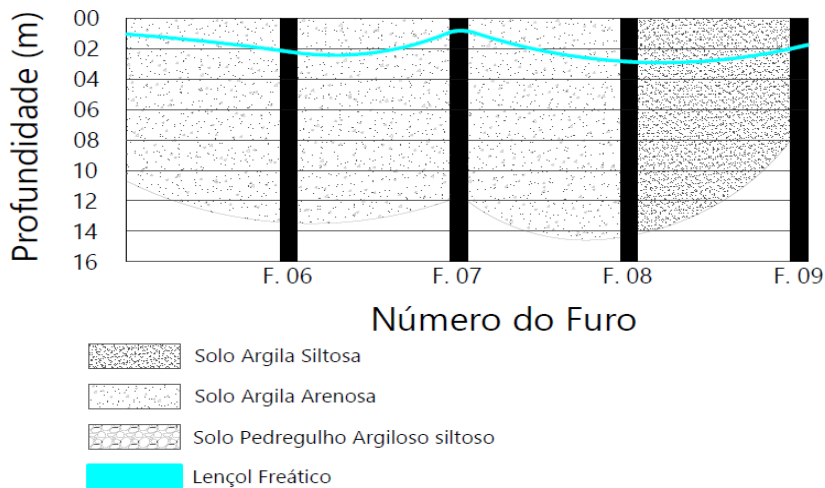
Entre o F04 e F05 constataram solo argila arenosa, ambos atingindo o impenetrável à 10,45 metros e com 1 metro foi encontrado água.



Fonte: Relatórios de Ensaio SPT.2024.

Prosseguindo com a Figura 07, ponto final do Figura 06 o F05 até o F09, apresentou solo argila arenosa nos F06, F07 e F08 com as maiores profundidades encontradas neste estudo, sendo, 13,45 metros, 11,80 metros e 14,45 metros, respectivamente. Porém o nível da água apresentou grande variação, estando à 2,20 metros no F06, apenas 0,80 metros no F07 e 2,85 metros no F08.

Figura 07: Perfil de solo do F06 à F09.

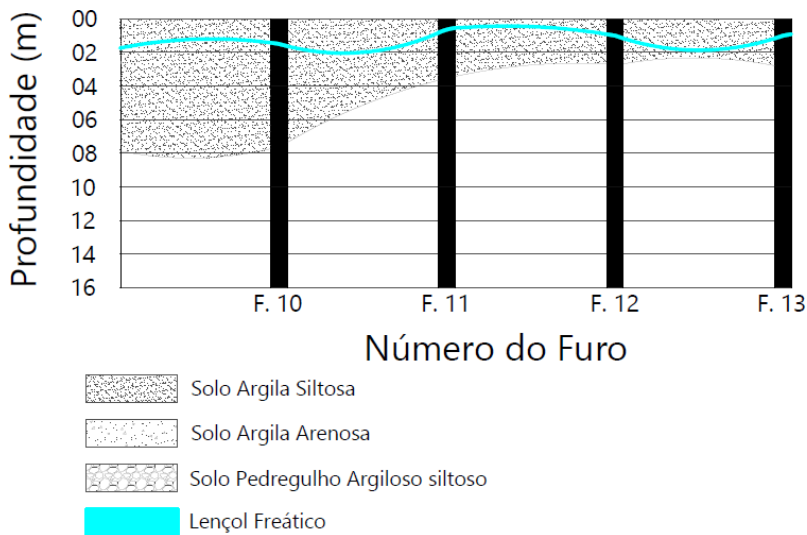


Fonte: Relatórios de Ensaio SPT.2024.

Dando continuidade, o Figura 08 é composto a partir do ponto final da figura 07 (F09) até o F13. Neste trecho detectou-se apenas um único tipo de solo, a argila siltosa, em todos os furos com profundidade de 7,60 metros no F10, 3,53 metros na F11, 2,70 metros no F12 e 2,90 no F13.

O nível da água encontrada também diversifica com 1,50 metros no F10, 0,60 metros no F11, e 1,00 metro no F12 e F13.

Figura 08: Perfil de solo do F10 à F13.

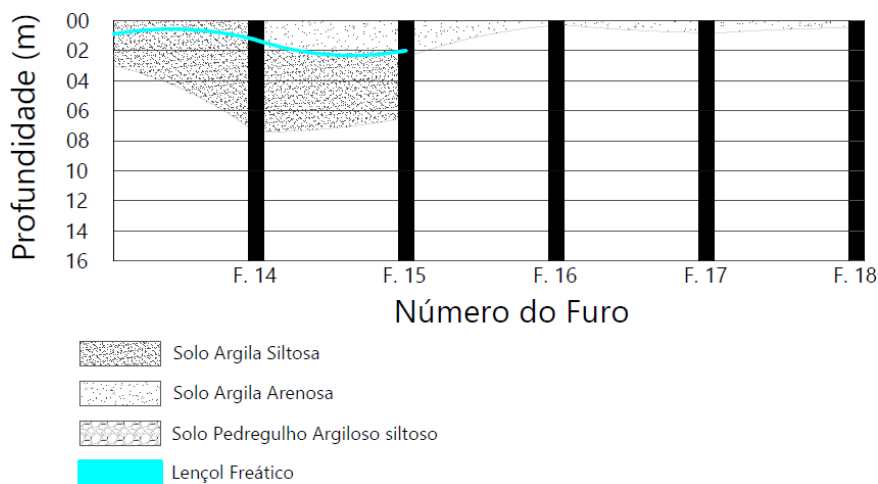


Fonte: Relatórios de Ensaio SPT.2024.

Por fim a figura 09, formado a partir do ponto final do gráfico 3 (F13) até o F18. Neste espaço deparou-se com 2 tipos de solos, o solo argila siltosa e solo argila arenosa.

No F14 obteve-se argila siltosa com 7,45 metros de profundidade e o nível da água com 1,30 metro. No F15 identificou que a presença dos dois tipos de solos, argila arenosa até atingir 2,45 metros de profundidade e argila siltosa, a partir de 2,45 metros até 6,48 metros com o nível da água encontrado a 2 metros abaixo da superfície. Nos últimos furos (F16, F17 e F18) não foi contratada água, pois houve impenetrável muito rasa com 0,33 metros, 0,87 metros e 0,42 metros, respectivamente.

Figura 09: Perfil de solo do F14 à F18.



Fonte: Relatórios de Ensaio SPT.2024.

Assim, observou-se que local estudado há predominância de fração de argila e silte, com presença de fração de areia em determinados pontos.

O solo argiloso siltoso pode influenciar significativamente as construções civis e as obras de terra de várias maneiras, já que, tendem a apresentar maior coesão e capacidade de retenção de água, mas podem ser menos permeáveis e mais propensos a expansões e contrações. Esses solos são frequentemente utilizados em obras que exigem maior compactação, porém podem exigir cuidados adicionais devido à sua tendência de saturação e deformação sob carga (Das, 2019).

Por outro lado, nas regiões com partículas de maior diâmetro e menor coesão, areia, apresentam boa permeabilidade e são eficazes para sistemas de drenagem e fundações superficiais, onde a rápida dispersão da água é desejável. No entanto, a baixa

coesão pode requerer reforços adicionais em projetos que exigem alta capacidade de suporte (Lambe e Whitman, 2012).

Dessa forma os solos argilosos e siltosos em construções civis e obras de terra exigem atenção especial, tanto na fase de projeto quanto na execução. O comportamento de deformação, a baixa permeabilidade e a resistência ao cisalhamento são aspectos que devem ser cuidadosamente analisados. Existem estratégias para mitigar os efeitos adversos desse tipo de solo e garantir a segurança e a durabilidade das obras, por exemplo fundações profundas, drenantes eficientes e técnicas de estabilização do solo.

A água altera a distribuição de tensões dentro da estrutura do solo, modificando suas características de compactação e permeabilidade, afetando diretamente a sua capacidade de suporte, coesão e comportamento em diferentes contextos de obras de engenharia. Solos saturados apresentam menor resistência e podem sofrer deformações significativas, o que pode levar a instabilidade em obras de fundação e construção de taludes e causar transtornos estruturais (Das, 2019). "A presença e o controle da água no solo são determinantes para a capacidade de carga e a segurança das estruturas, exigindo um planejamento cuidadoso e a aplicação de técnicas de orientação adequadas." Das, 2019.

Para mitigar esses efeitos, é essencial adotar sistemas de drenagem adequados, como drenagem superficial e subterrânea, e estabilizar o solo com aditivos, como cal ou cimento, para garantir a resistência e a estabilidade da obra. Além disso, a impermeabilização das fundações e a utilização de fundações profundas em solos com alta umidade são soluções importantes para evitar danos estruturais (Terzaghi e Peck, 1962).

Os resultados obtidos mostram que o solo presente e os níveis de água rasos reforçam a importância de práticas de manejo adequadas e soluções de engenharia para garantir a segurança e a durabilidade das construções. Isso pode incluir a utilização de sistemas de drenagem eficientes, técnicas de compactação específicas e, quando necessário, a incorporação de materiais que melhorem a capacidade de suporte do solo.

Assim, através deste estudo permitiu-se obter parâmetros para obras de terra, drenagem e fundações que necessitam de estudos geotécnicos precisos para fornecer segurança e qualidade, e também servirá como base para futuros estudos de solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisar os perfis de solo é parte essencial para dar-se início a qualquer construção civil, pois a análise proporciona informações indispensáveis para a avaliação da estabilidade e segurança das estruturas a serem construídas.

A identificação detalhada dos tipos de solo, como argilosos, arenosos e siltsos, e suas respectivas características, como a capacidade de carga, permeabilidade e plasticidade, permite o conhecimento das propriedades desse solo, sendo possível estabelecer um planejamento mais eficiente e seguro de obras, evitando problemas como subsidência ou infiltração excessiva de água.

Dessa maneira, é possível determinar o tipo de fundação mais adequado para os projetos, sejam elas superficiais ou profundas, auxilia no dimensionamento correto das estruturas e na escolha de materiais que atendam às necessidades do local. Logo, não apenas facilita no processo de execução, mas também contribui com a vida útil das estruturas, minimizando custos imprevistos e riscos operacionais, garantindo a qualidade e segurança na construção civil em Araguaína/TO, sendo uma ferramenta indispensável para engenheiros e profissionais da área, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento urbano e o crescimento da região.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484: Solo Sondagem de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Rochas e solos - Termologia**. Rio de Janeiro. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Solos - Análise Granulométrica**. Rio de Janeiro. 2016.

BELINCANTA, Antônio. **Avaliação de Fatores Intervenientes no Índice de Resistência à Penetração do SPT**. 1 v. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

IDENTIFICAÇÃO DOS PERFIS DE SOLO PREDOMINANTES NA REGIÃO DO CÓRREGO NEBLINA EM ARAGUAÍNA-TO. Ana Beatriz Maciel NACIMENTO; Daniela Soares KOZAREWICZ; Indira Queiroz Macambira BEZERRA. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2024 - MÊS DE NOVEMBRO - Ed. 56. VOL. 02. Págs. 371-395. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

CODUTO, Donald P. KITCH, William A. YEUNG, Man-Chu Ronald. **Foundation Design: Principles and Practices**. Editora Prentice Hall. 3ª edição. 2015.

CROSTA TERRESTRE. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/crosta-terrestre/>. Acesso em: 1 nov. 2024.

DAS, Braja M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. Editora Cengage Learning. 9ª edição norte-americana. 2019.

FOLLE, Daiane **O estudo geoestatístico de sondagens SPT para geração de mapas auxiliares em obras de engenharia**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2002.

LAMBE, William WHITMAN, Robert. **Mecânica dos Solos**. Editora Wiley India Exclusive. 1ª Edição. 2012

NOGUEIRA, R. DE M.; SANTOS, J. S.; DOS SANTOS, R. P.; GALVÃO, B. B.; SWARTELE, J C.; SANTOS, R. C.; ÓRFÃO, R. B.; DE ANDRADE, W. V.; AMARANTE, M. DOS S. **Importância da Sondagem SPT na Construção Civil: Tipos de Sondagens, Seus Métodos e Utilidades**. Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 2, p. 171-178, 17 jun. 2019.

SILVA, I. N. et al. **A importância da sondagem dos solos na construção civil**. v. 1 n. n.01 (2024): ANAIS DO 2º SEMINÁRIO DE ENSINO E EXTENSÃO DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA-UBM, p. 01-06, Rio de Janeiro.

SILVA, J. H. C. **Análise comparativa de fundações sob influência de diferentes tipos de solo e a importância da sondagem - um estudo de caso**. 06 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC Goiás, Cuiabá, 2023.

TERZAGHI, Karl PECK, Ralph. NUNES, Antônio José. CAMPELLO, Maria de Lourdes. **Mecânica dos solos na prática da engenharia**. Editora Ao Livro técnico. 1ª Edição. 1962

TOLEDO, Maria Cristina Motta de. **Estrutura interna da Terra**. Geologia. Tradução. São Paulo: USP/UNIVESP/EDUSP, 2014. Acesso em: 17 nov. 2024.

TOLEDO, Maria Cristina Motta. **Estrutura Interna da Terra**. Licenciatura em Ciências. Universidade de São Paulo USP/Universidade Virtual do Estado de São Paulo UNIVESP, SP. 2024.

IDENTIFICAÇÃO DOS PERFIS DE SOLO PREDOMINANTES NA REGIÃO DO CÓRREGO NEBLINA EM ARAGUAÍNA-TO. Ana Beatriz Maciel NACIMENTO; Daniela Soares KOZAREWICZ; Indira Queiroz Macambira BEZERRA. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2024 - MÊS DE NOVEMBRO - Ed. 56. VOL. 02. Págs. 371-395. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.