

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO EM UM SETOR NO BAIRRO MONTE ALEGRE – MUNICÍPIO DE SALGUEIRO - PE

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE SOIL IN A SECTOR IN BAIRRO MONTE ALEGRE - MUNICIPALITY OF SALGUEIRO – PE

Cleyton Antônio Alves De Vasconcelos<sup>1</sup> Monalysa Lira Ramos <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada-PE, Brasil.

## Resumo

Esta pesquisa apresenta uma caracterização física de amostras deformadas de solos provenientes em um setor de uma construção no bairro Monte Alegre, situado na cidade de Salgueiro – PE, onde pode haver indícios de movimentação do solo, que pode estar associada à composição e características do material que o compõe somado aos esforços advindos dos carregamentos das construções. Esse trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica experimental, em que foram coletadas amostras deformadas de solos no mesmo ponto, mas em diferentes profundidades (1 m e 3 m). Para estas amostras foram realizados ensaios de granulometria, massa específica e limites de Attenberg, além de correlações entre granulometria e permeabilidade, pelos seguintes métodos: Modelo de Hazen (1911) e Alyamani e Sem (1993). Nas amostras analisadas foram detectados solos pedregulhosos, cujas propriedades dominantes são devidas à sua parte constituída pelos grãos minerais de diâmetro máximo superior a 4,8 mm e inferior a 76 mm, são caracterizados pela sua textura, compactidade e forma dos grãos, e mal graduados. Para a mesma umidade, a permeabilidade é tanto menor quanto mais compacto for o solo devido ao seu menor índice de vazios.

**Palavras-chave:** Amostras deformadas de solos. Classificação do solo. Compactidade.

## Abstract

This research presents a physical characterization of deformed soil samples from a construction sector in the Monte Alegre neighborhood, located in the city of Salgueiro - PE, where there may be evidence of soil movement, which may be associated with the composition and characteristics of the material that composes it added to the efforts resulting from the loading of the constructions. This work is an experimental bibliographic research, in which deformed soil samples were collected at the same point, but at different depths (1 m and 3 m). For these samples, particle size, specific mass and Attenberg limits tests were carried out, in addition to correlations between particle size and permeability, using the following methods: Hazen Model (1892, 1911) and Alyamani and Sem (1993). In the analyzed samples, stony soils were detected, whose dominant properties are due to their part consisting of mineral grains with maximum diameter greater than 4.8 mm and less than 76 mm, are characterized by their texture, compactness and shape of the grains, and poorly graded. For the same humidity, the permeability is lower the more compact the soil is due to its lower voids index.

**Key words:** Deformed soil samples. Soil the classification. Compactness.

## Introdução

Salgueiro é uma cidade localizada no Sertão Central de Pernambuco e vem no decorrer dos anos se consolidando como um grande polo de desenvolvimento. Devido à sua localização estratégica no entroncamento do estado, onde dá acesso as capitais do Nordeste brasileiro recebem novos empreendimentos, como parque de energia solar, grandes empresas e faculdades. O seu índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) é de 0,669, considerado médio em relação ao valor estadual. A prestação de serviços e a indústria destacam-se como os principais geradores de renda para o município. Somado aos investimentos privados, há também um extraordinário volume de recursos aplicados em obras públicas e privadas.

Apesar da grande importância que a cidade desperta, poucos estudos foram feitos para o conhecimento do solo, inclusive nesta região não há empresas para investigação do solo. Visto que, o crescimento populacional nesta região tem implicado em expansão das atividades voltadas à construção civil, por consequência, as investigações do subsolo tornam-se indispensáveis para conhecimento das características e comportamento do solo.

Sabendo-se que todas as obras de Engenharia Civil se assentam sobre o terreno, inevitavelmente o comportamento do solo deve ser considerado. Desta forma, o reconhecimento do solo onde serão construídas edificações é de extrema importância, pois são a partir das investigações geotécnicas feitas no terreno que serão definidos parâmetros para a adoção do tipo mais adequado de fundação.

As fundações são um dos principais elementos para uma construção, pois suportarão as cargas de uma edificação, portanto, é fundamental conhecer a tipologia do solo onde será apoiada sua base. Desta forma, Tavares (2009) destaca que:

“a escolha do tipo de fundação de um edifício depende de vários fatores, como a intensidade de carga dos pilares para fundação, o perfil do solo, a profundidade do nível da água, topografia do terreno, resistência do solo, presença das construções vizinhas, tipos de materiais disponíveis no mercado e o custo final da obra, os quais interferem diretamente na execução correta da fundação do edifício (...)”.

O estudo do solo é um alicerce essencial que permite o bom dimensionamento das fundações, evitando patologias como recalques. Recalque é o termo utilizado por engenheiros para descrever o fenômeno que acontece quando uma construção sofre uma deformação volumétrica em relação ao tempo.

Segundo Schnaid (2012), em termos de custo, no Brasil, normalmente é destinado 0,2% a 0,5% do custo total de obras convencionais para a realização de sondagens de reconhecimento do subsolo. Porém, o que se observa em vários lugares do país é a ausência dessa investigação geotécnica na implantação de obras de pequeno porte, como moradias populares e comerciais, o que poderá ocasionar futuramente diversos problemas para a edificação, como recalques diferenciais ou até o colapso da estrutura.

Tendo em vista a grande importância do conhecimento do tipo de solo e a escassez destas informações na região estudada, este trabalho visa à realização da caracterização física do solo no bairro Monte Alegre em Salgueiro – PE.

## LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO-PE

Segundo CPRM (2005), O município de Salgueiro está localizado na mesorregião Sertão e na Microrregião Médio Capibaribe do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Estado do Ceará, a sul com Belém do São Francisco, a leste com Verdejante, Mirandiba e Carnaubeira Penha, e a oeste com Cabrobó, Terra Nova, Serrita e Cedro (Figura 1).

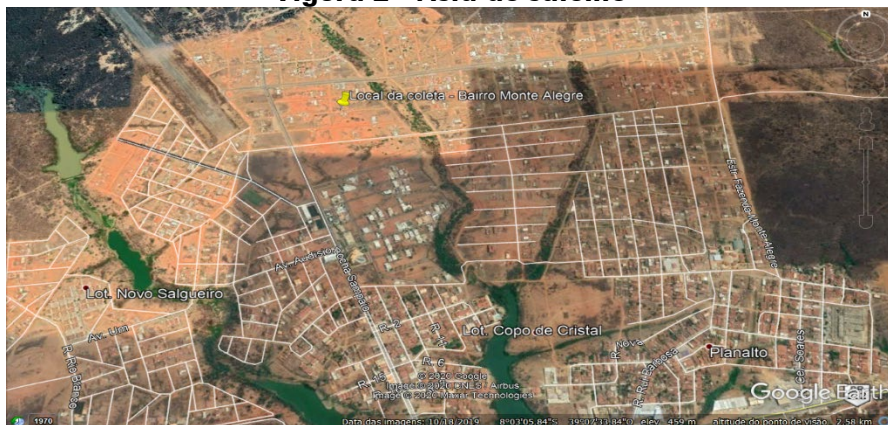
**Figura 1- Mapa de Pernambuco**



Fonte: CPRM (2005)

O bairro Monte Alegre localiza-se a oeste de Salgueiro e a área onde foi coletada a amostra está localizada em latitude 08°03'05.39" Sul, longitude 39°07'33.9" Oeste, pontuado por GPS no local, como pode ser visto na Figura 2.

**Figura 2- Vista de satélite**



Fonte: Google Earth (2020)

## ASPECTOS CLIMÁTICOS DE SALGUEIRO

Segundo CLIMATE-DATE (2020), a cidade de Salgueiro está em 424m acima do nível do mar Predomina o clima de estepe local. Existe pouca pluviosidade ao longo do ano. A classificação do clima é BSh de acordo com a Köppen e Geiger. A temperatura média anual em Salgueiro é 24.2 °C. A pluviosidade média anual é 612 mm.

## GEOMORFOLOGIA DA REGIÃO

A região está situada dentro da unidade geomorfológica denominada Depressão Periférica do São Francisco (SUDENE, 1973[4]), onde está caracterizada a superfície de aplainamento Velhas, esculpida por um sistema de erosão semiárido.

Segundo CPRM (2005), trata-se de uma área com cotas que variam de 300 a 600 metros, onde predominam extensas superfícies pediplanadas, de relevo suave ondulado a ondulado, cujas declividades são baixas (1-3%), com caimento para sul. Recobrem estas áreas, extensas coberturas de cascalhos e seixos (principalmente de quartzo), constituindo um pavimento desértico, que capeia solos de pequena espessura. Cortando esses pediplanos ocorrem vários "inselbergs" e serras alongadas, formadas por rochas cristalinas, onde as cotas podem passar dos 600 metros e a declividade chegar a 45%, com a presença de estreita cobertura de talus em seu sopé.

## MAPA GEOLÓGICO DE SALGUEIRO

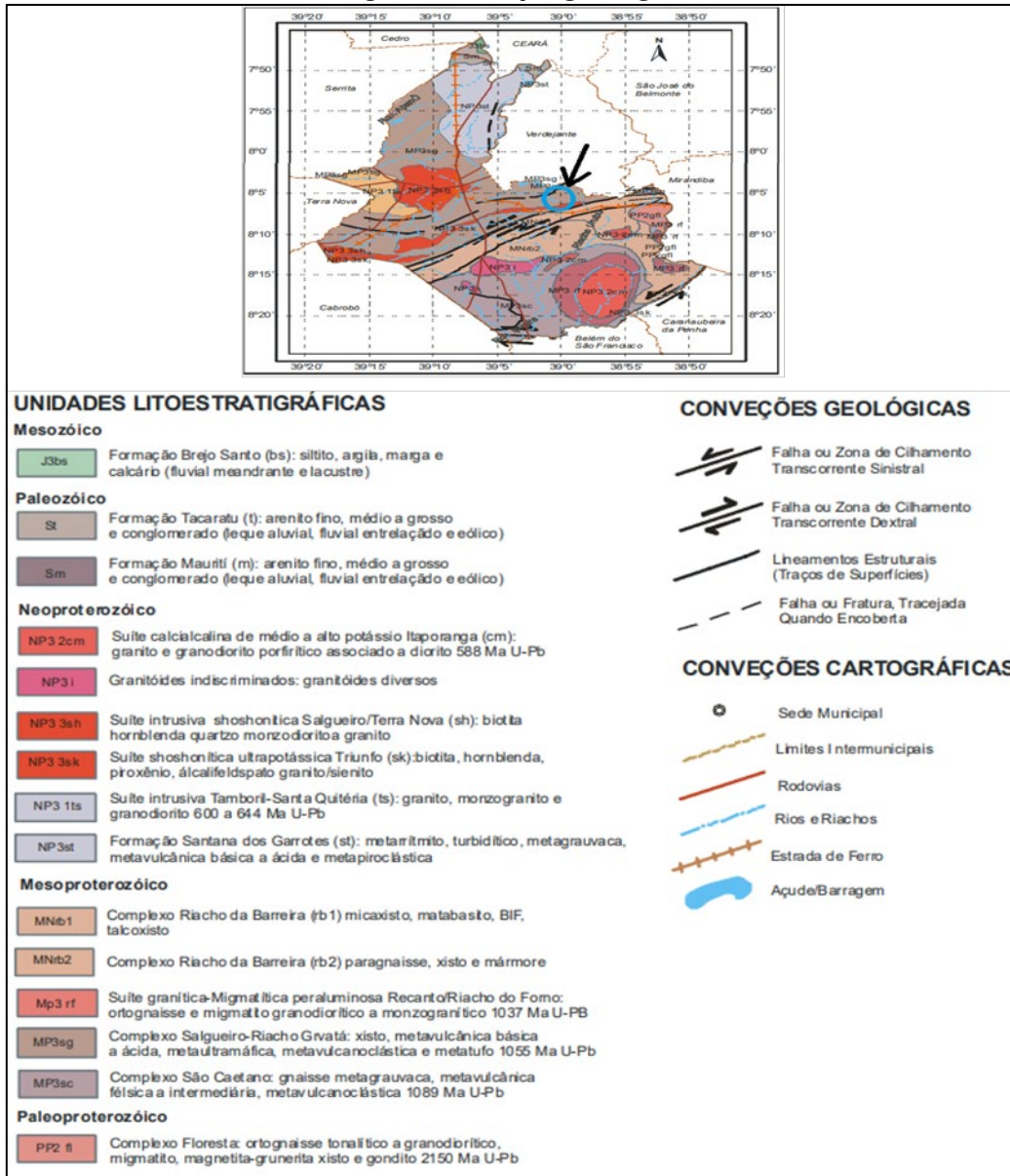
O mapeamento geológico é uma investigação realizada por geólogos com intuito de identificar as rochas que ocorrem em determinada área, a presença de deformações, falhas,



fraturas e outras informações geológicas. Após a realização do mapeamento geológico, é elaborado o mapa geológico, que vai localizar e compilar os dados obtidos.

De acordo com o mapa geológico (CPRM 2005), Figura 3, o bairro Monte Alegre é classificado como Mp3sg, que pela descrição do CPRM são xisto, metavulcânica básica a ácida, metaultramáfica, metavulcanoclástica e metatufo, onde foi destacado o local da coleta das amostras conforme coordenadas já apresentadas.

**Figura 3 – Mapa geológico**



Fonte: CPRM (2005)

## Metodologia

Este trabalho é uma pesquisa bibliográfica exploratória, que contará com ensaios de laboratório em 2 amostras de solo, situadas sob diferentes profundidades: 1m e 3m, respectivamente. Foram realizados ensaios de campo através da retirada das amostras deformadas do solo, ensaios de laboratório mostrando a caracterização física do solo, a classificação do solo pela SUCS (Sistema unificado de Classificação dos Solos) e as correlações entre granulometria e coeficiente de permeabilidade pelos métodos: Hazen (1892, 1911) e Alyamani e Sem (1993).

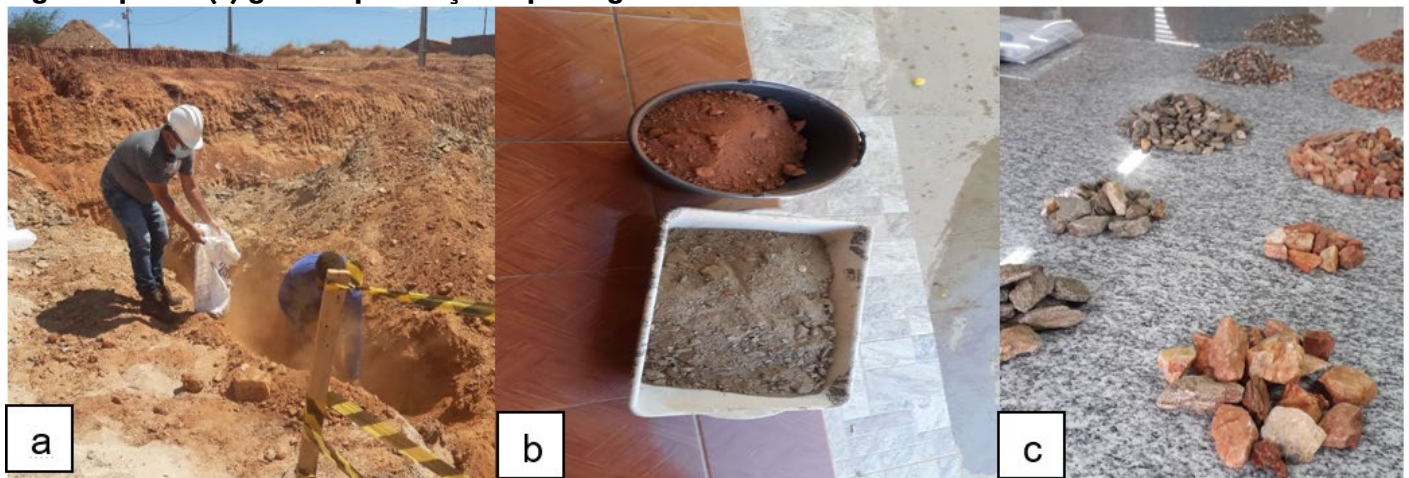
As amostras de solos estudadas foram coletadas no Bairro Monte Alegre na cidade de Salgueiro – PE. Primeiro foi realizada uma inspeção nas construções do bairro, onde foram

verificadas várias fissuras nas paredes que aparentemente pareciam ter acontecido por recalque no solo. Depois foi realizada uma caminhada para se identificar alguns dos diversos tipos de solo existentes no bairro, bem como a localização e marcação do ponto de retirada das amostras com o aparelho GPS.

### COLETA DE AMOSTRAS

Foram retiradas duas amostras deformadas do solo em duas profundidades em um mesmo ponto: sendo amostra 1 coletada a 1m e amostra 2 coletada a 3 m, onde foi utilizada uma retroescavadeira para escavação e as amostras foram coletadas em dois sacos contendo aproximadamente 15 kg cada. A escolha das amostras foi realizada devido à mudança de coloração do solo, indicando uma mudança do mesmo, conforme Figura 4 abaixo:

**Figura 4 - (a) coleta das amostras, (b) amostras coletadas colocadas em ambiente para atingir a umidade higroscópica e (c) grande presença de pedregulhos encontrados na amostra.**



Fonte: Autor (2020)

As amostras coletadas foram mantidas à temperatura ambiente em recipientes separados e depois foram levadas até o laboratório de solos do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada – PE onde foi realizada a caracterização dos solos.

Foram preparadas as amostras para os ensaios de acordo com a NBR 6457/16: Amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Como as dimensões das partículas maiores contidas na amostra foram maiores que 25 mm, foi separada uma quantidade mínima de 8 kg.

### ENSAIOS DE LABORATÓRIOS

Todos os ensaios foram realizados seguindo as Normas Brasileiras. O ensaio de granulometria foi realizado segundo a NBR 7181/18, a massa específica segundo a NBR 6458/16 e limites de consistência: de acordo com a NBR 6459/17 para determinação do limite de liquidez e NBR 7180/16 para determinação do limite de plasticidade.

### CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

De posse dos limites de consistência e da curva granulométrica, foi possível classificar o solo. Foi utilizada a Classificação SUSC – Sistema unificado de Classificação do Solo.

Segundo PINTO (2006), neste sistema, todos os solos são identificados pelo conjunto de duas letras.

As características dos solos granulares são expressas pelo “coeficiente de não uniformidade” (CNU) e “coeficiente de curvatura” (CC), os quais suas formulações, apresentadas a seguir, utilizam dados dos diâmetros obtidos na curva, de acordo com o percentual de material passante, conforme as equações:

$$C_u = D_{60}/D_{10}$$

Onde:

D60 = diâmetro correspondente a 60% do material passante na curva granulométrica;

D10 = diâmetro correspondente a 10% do material passante na curva granulométrica.

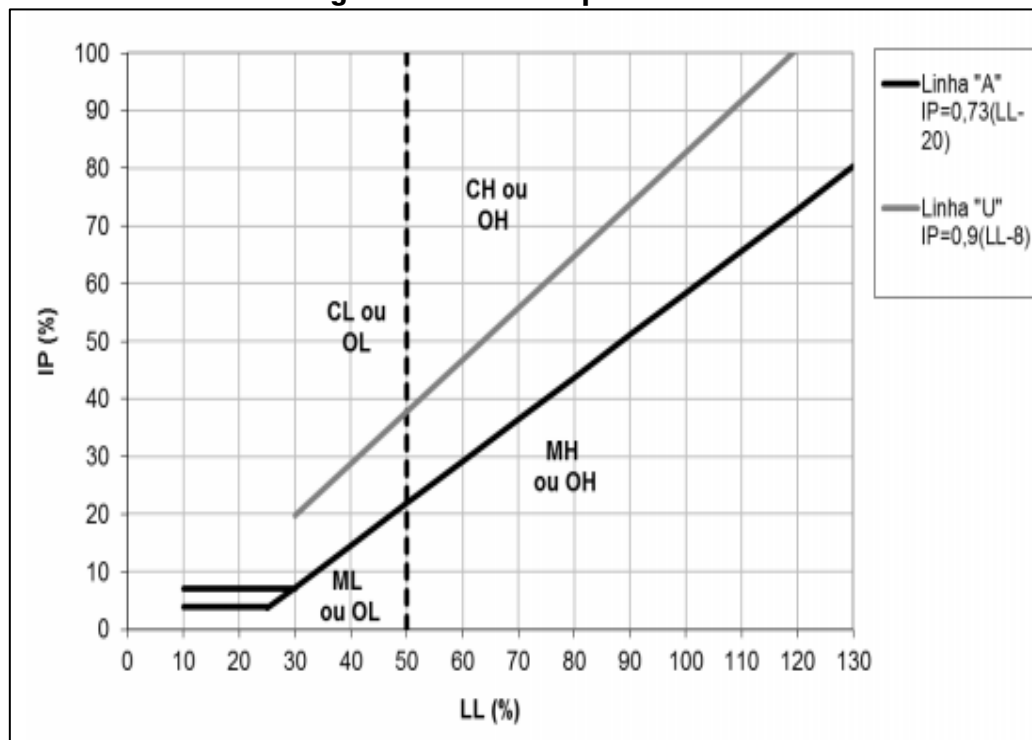
$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

Onde:

D30 = diâmetro correspondente a 30% do material passante na curva granulométrica.

Para os solos finos, nesse sistema de classificação, basta a localização correspondente ao par de valores IP (índice de plasticidade) e LL (limite de liquidez), conforme carta de plasticidade constante na Figura 5.

Figura 5 - Índice de plasticidade



Fonte: PINTO (2006)

### MÉTODOS DE CORRELAÇÃO: GRANULOMETRIA X COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

Para o DNIT (2006), a permeabilidade é a propriedade que os solos apresentam de permitir a passagem da água sob a ação da gravidade ou de outra força. A permeabilidade dos solos é medida pelo valor do coeficiente de permeabilidade (k), que é definido como a velocidade de escoamento de água, através da massa do solo, sob a ação de um gradiente hidráulico unitário. Esse coeficiente pode ser determinado, no campo ou no laboratório.

A permeabilidade de um solo é função, principalmente, do seu índice de vazios, do tamanho médio dos seus grãos e da sua estrutura.

Caputo (1981) afirma que a permeabilidade varia para os diferentes tipos de solo, em que sua granulometria é um dos fatores principais. Neste estudo foram realizadas correlações entre granulometria e permeabilidade através de métodos semiempíricos apresentados a seguir.

### MODELO DE HAZEN (1911)

De acordo com Araújo Santos et al. (2016), a expressão criada por Hazen é a mais divulgada. Esta é definida como a função direta entre o quadrado do diâmetro efetivo do solo (D10, em cm) pela constante de Hazen, segundo a equação abaixo.

$$k = C_H \times (D_{10})^2$$



Em que:

- $k$  = coeficiente de permeabilidade (cm/s);
- $CH$  = coeficiente que varia de 1 a 1000 (empregado 100);
- $D_{10}$  = diâmetro efetivo do solo (cm).

O valor para  $CH$ , segundo Araújo Santos et al (2016), varia de 1 a 1000 e habitualmente adota-se 100, e utilizou-se 100 nesse trabalho.

### MODELO ALYAMANI E SEM (1993)

Este método também depende da análise granulométrica, pois precisa dos valores de  $D_{10}$  e  $D_{50}$  (diâmetro médio das partículas), além da variável  $I_0$ , a qual é a linha formada pela intersecção de  $D_{10}$  e  $D_{50}$  no eixo das abcissas, em mm. Conforme exposto por Araújo Santos et al (2016), este ponto assume valores próximos de zero ou de  $D_{10}$ , reflete sobre o quão fino é o solo, onde quanto maior for  $I_0$ , mais grosso é o solo, conseqüentemente mais permeável. Diante disso, pode-se ver a Equação abaixo desenvolvida por Alyamani e Sem.

$$k = 1,505 \cdot (I_0 + 0,025 \cdot (D_{50} - D_{10}))^2$$

Em que:

- $k$  = coeficiente de permeabilidade (cm/s);
- $D_{10}$  = diâmetro efetivo do solo (cm).
- $D_{50}$  = diâmetro médio do solo (cm).
- $I_0$  – Intersecção (mm) formada ligando-se  $D_{50}$  e  $D_{10}$  e projetando-se no eixo do diâmetro das partículas

## Resultados

### ENSAIOS DE LABORATÓRIO

A caracterização física dos solos foi realizada através de ensaios de granulometria, Limites de Attenberg e massa específica do solo, respeitando as normas de cada um. Com os resultados foi possível determinar os índices de consistência e as curvas granulométricas para definir em qual classe se enquadram os dois solos.

**Tabela 1 – Índice de consistência do solo - amostra 1.**

Limite de Liquidez (LL)%	Limite de Plasticidade (LP)%	Índice de Plasticidade (IP)%
25	12,37	12,63

Fonte: autor da pesquisa (2020).

**Tabela 2 – Índice de consistência do solo - amostra 2**

Limite de Liquidez (LL)%	Limite de Plasticidade (LP)%	Índice de Plasticidade (IP)%
31,90	7,67	24,22

Fonte: autor da pesquisa (2020).

Segundo Jenkins (1987), com relação aos limites de consistência, o solo da amostra 1 é classificado como medianamente plástico e o solo da amostra 2 como altamente plástico em suas amostras finas.

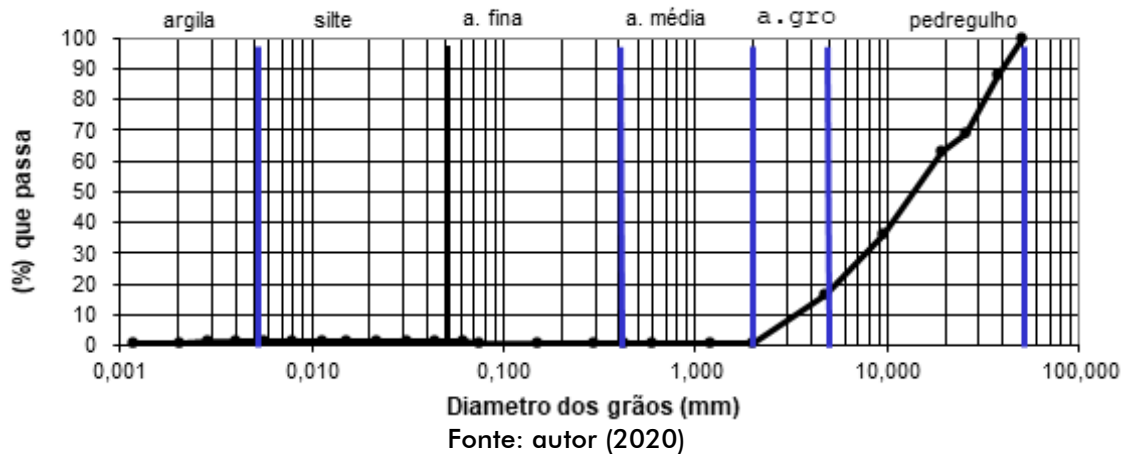
Fracamente plástico  $1 < IP < 7$

Medianamente plástico  $7 < IP < 15$

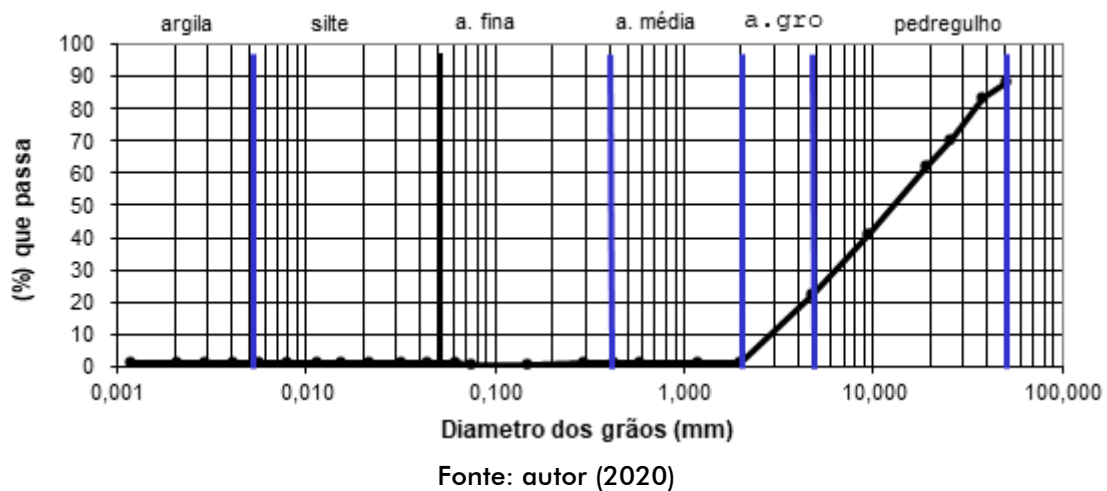
Altamente plástico  $IP > 15$

### GRANULOMETRIA

Os ensaios de granulometria dos solos pesquisados apresentaram as seguintes curvas granulométricas para o ensaio feito com defloculante, apresentadas nas Figuras 6 e 7 a seguir:

**Figura 6 – Curva granulométrica – Amostra 1**


Ao analisar a curva granulométrica da Amostra 1 (Figura 7), coletada com uma profundidade de 1 m, percebe-se uma discreta presença da fração de argila, silte e areia.

**Figura 7 – Curva granulométrica da amostra 2**


Ao analisar a curva granulométrica da Amostra 2 coletada com uma profundidade de 3 m, percebe-se semelhante à amostra 1, uma discreta presença da fração de argila, silte e areia. A granulometria mostrou a seguinte composição: Amostra 1 apresentou 1% de argila, 2% de silte, 21% de areia e 76% de pedregulho; Amostra 2 apresentou 0,5% de argila, 0,4% de silte, 21,1% de areia e 78% de pedregulho. O peso específico encontrado na amostra 1 foi de 2,644 g/m<sup>3</sup> e na amostra 2 foi de 2,642 g/m<sup>3</sup>.

## CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

Os dois solos foram classificados como pedregulhosos, pois ambos possuem mais de 50% de suas frações grossas retidas na peneira 4, sendo solo da amostra 1 com 76% e solo da amostra 2 com 78%, como também possuem maior percentual que areia. Os dois solos possuem menos de 5% passante na peneira 200, sendo amostra 1 com 0,67% e amostra 2 com 0,55%. Os solos granulares podem ser "bem graduados" ou "mal graduados".

Para amostra 1 temos:

$$D_{60} = 18 \text{ mm}; D_{10} = 3,2 \text{ mm}; D_{30} = 7,2 \text{ mm}$$

$$CNU = 18/3,2 = 5,62 \text{ e } CC = (7,2)^2/18 \cdot 3,2 = 0,90;$$

Para amostra 2 temos:

$$D_{60} = 19 \text{ mm}; D_{10} = 2,9 \text{ mm}; D_{30} = 6,3 \text{ mm}$$

$$CNU = 19/2,9 = 6,55 \text{ e } CC = (6,3)^2/19 \cdot 2,9 = 0,72$$



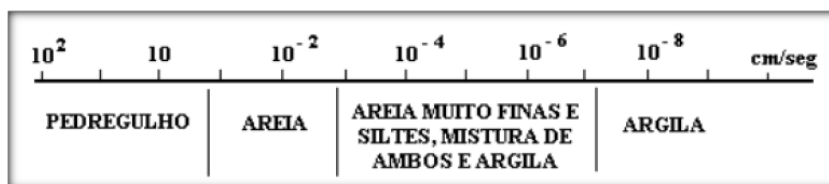
Sendo assim, constata-se que as amostras estudadas nesta pesquisa apresentaram um coeficiente de não uniformidade igual a 5,62 e 6,55 e um coeficiente de curvatura igual a 0,90 e 0,72, respectivamente, indicando solos mal graduados. Sendo assim, de acordo com a classificação dos solos – SUCS, as duas amostras são classificadas como pedregulho mal graduado: GP.

### CORRELAÇÃO GRANULOMETRIA X COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

Os pedregulhos e as areias são muito permeáveis; as argilas, ao contrário, são pouco permeáveis. Ainda sob o ponto de vista de granulometria, os solos granulares, de graduação aberta, são mais permeáveis do que os de graduação densa.

A Figura 8 apresenta os intervalos do coeficiente de permeabilidade ( $k$ ) em cm/s, segundo Casagrande e Fadum (1940) *apud* Caputo (1981).

**Figura 8 – intervalos de permeabilidade relacionados com a granulometria do solo coeficientes de permeabilidade.**



Fonte: Casagrande e Fadum (1940)

Abaixo estão listados os resultados de coeficiente de permeabilidade para as amostras 1 e 2, obtidos através de correlação com a granulometria.

#### MODELO DE HAZEN (1911)

O coeficiente de permeabilidade pode ser determinado de forma indireta utilizando-se modelos desenvolvidos que empregam determinadas propriedades dos solos. De acordo com Araújo Santos et al (2016), apesar de variarem uma das outras, todas as expressões selecionadas para esse trabalho, relacionam a permeabilidade com a granulometria do solo, especificamente com o diâmetro efetivo do solo  $D_{10}$ .

Solo da amostra 1:

$$\text{Onde: } D_{10} = 0,32 \text{ cm; } k = 100 \times (0,32)^2 = 10,24 \text{ cm/s}$$

Solo da amostra 2:

$$\text{Onde: } D_{10} = 0,29 \text{ cm; } k = 100 \times (0,29)^2 = 8,41 \text{ cm/s}$$

Fazendo a correlação com os intervalos de coeficiente de Casagrande e Fadum (1940) observam-se solos pedregulhosos.

#### MODELO ALYAMANI E SEM (1993)

Solo da amostra 1:

Onde:

$$D_{50} = 1,4 \text{ cm; } D_{10} = 0,32 \text{ cm; } l_0 = 2,2 \text{ mm}$$

$$k = 1,505^\circ (2,2 + 0,025^\circ (1,4 - 0,32))^2 = 7,46 \text{ cm/s}$$

Solo da amostra 2:

Onde:

$$D_{50} = 1,3 \text{ cm; } D_{10} = 0,29 \text{ cm; } l_0 = 1,9 \text{ mm}$$

$$k = 1,505^\circ (1,9 + 0,025^\circ (1,3 - 0,29))^2 = 5,58 \text{ cm/s}$$

Fazendo a correlação com os intervalos de coeficiente de Casagrande e Fadum (1940) observam-se solos pedregulhosos, pois os valores dos coeficientes de permeabilidades mostrados estão entre esse tipo de solo e são elevados.

## Considerações Finais

Os coeficientes encontrados pelos métodos de Hazen (1992) e Alyamani e Sem (1993) se enquadram em solos pedregulhosos pelo intervalo de Casagrande e Fadum (1940). Estando coerente com os resultados de granulometria e peso específico.

O estado natural de solos não coesivos (areias e pedregulhos) tem a compactidade como característica mais notável. Apenas para este tipo de solos há objetivo em descrevê-los como estando “mais compactos” (mais densos, com menor índice de vazios) ou “mais fofos” (maior índice de vazios). Por ser uma característica determinada apenas dos granulares, não é considerada como “índice físico”. Tanto o índice de vazios como o peso específico aparente seco de um solo granular pode ser usado para definir seu Grau de Compactidade que é utilizado quando forem obtidos os índices de vazios máximos, mínimo e natural.

Segundo PINTO (2016), observa-se que, para a mesma umidade, a permeabilidade é tanto menor quanto mais compacto for o solo, o que é devido simplesmente ao seu menor índice de vazios.

Como conclusão podemos inferir que as fissuras que estão ocorrendo nas construções próximas à retirada das amostras não estão associadas possivelmente a recalques no solo e, por tratar-se de um solo com uma boa compactidade e, sim, podem estar associadas ao mau dimensionamento das estruturas, fundação dimensionada inadequadamente, uso de material de má qualidade, falhas na execução da obra etc. Porém, ensaios mais aprofundados (Permeabilidade de campo (permeâmetro Guelph), SPT, cisalhamento direto, oedométrico) devem ser realizados para um parecer mais seguro.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT); NBR-6457: **Amostras de Solos - Preparação Para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização**. Rio de Janeiro, 1986.

\_\_\_\_\_. NBR-6459: **Determinação do Limite de Liquidez**. Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_. NBR-6508: **Determinação da Massa Específica**. Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_. NBR-6502: **Classificação Granulométrica de Solos**. Rio de Janeiro, 1985.

\_\_\_\_\_. NBR-7180: **Determinação do Limite de Plasticidade**. Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_. NBR-7181: **Análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 1984.

CAMPOS, Iberê M. **Conheça Os Três Tipos Principais De Solo: Areia, Silte E Argila**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura IBDA, 2009. Disponível: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo>>. Acesso em: maio 2020

COSTA, L. I. O. RODRIGUES, L. F. V. ; FARIAS, T. R. L. ; DE AGUIAR, M.F.P. **Determinação do Coeficiente de Permeabilidade Através de Métodos Indiretos em Amostras de Areias de Duna da Cidade de Fortaleza/CE**. 2018

CPRM – Companhia De Pesquisa De Recursos Minerais. Ministério Da Integração Regional. **Projeto Rio São Francisco**. Brasília: CPRM/Ministério da Integração Regional/Ministério das Minas e Energia, 2005. v.9.4 [9]

Caputo, Horemo Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 5º edição. Ver. E ampliada. Rio de janeiro. Livros técnicos e científicos, 1981.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas/ 3º Edição**. Carlos Sousa Pinto – São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2006.

PLANO DIRETOR DA CIDADE DE SALGUEIRO 2008

SALES, Luiz Fernando P. e BORN, Ricardo Bergan, Balneário Camboriú – SC, **Investigação geotécnica para projetos de fundações**, <06 de fevereiro de 2017>, acesso em 23 de abril de 2020.

SCHNAID, Fernando. **Ensaio de campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações**. Editora: Oficina de textos. São Paulo – SP, 224 páginas, 2ª edição, 2012.

TAVARES, C. A. A. **Elaboração e aplicação de uma metodologia de controle de qualidade para o processo executivo de estacas hélices contínua monitorada**. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2009.

TEIXEIRA, W.; MOTA, C.; FAIRCHILD, T.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo, SP: editora USP, 2000.

VELLOSO, Dirceu de Alencar e LOPES, Francisco de Resende. **Fundações – critérios de projeto, investigação do subsolo e fundações superficiais**. Vol. 1, editora: Oficina de textos, Rio de Janeiro 2004.

Recebido em: 15/02/2021

Aprovado em: 20/03/2021