



Estudo Granulométrico para Construção de Estradas: Análise de Solo dos municípios de Demerval Lobão e Nazária - PI

Valéria de França Gonçalves¹ (IFPI-aluno/Integrado em Estradas) – valeriadefranca683@gmail.com

Guilherme Ferreira Santos (IFPI-aluno/Integrado em Estradas) – controleguilhermeferreira@gmail.com

Daniel dos Santos Soares (IFPI- aluno/Integrado em Estradas) – daniel20208655@gmail.com

Valentina Arêa Moraes (IFPI- aluno/Integrado em Estradas) – valentina76818@gmail.com

Kailane Costa Silva (IFPI-aluno/Integrado em Estradas) – kailanecosta1809@gmail.com

Joseam Cabral de Moraes (IFPI – Prof. Orientador) – joseam.moraes@ifpi.edu.br

Resumo: O Estudo granulométrico é a análise da distribuição dos tamanhos das partículas em um material sólido como solo, areia, sedimento, grãos ou emulsões. O ensaio de granulometria é um processo muito utilizado para se determinar a porcentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas representa na massa total de ensaio. Através dos resultados obtidos é possível a construção da curva de distribuição granulométrica, que serve para classificar os solos, além de estimar os parâmetros para filtros, bases estabilizadas, permeabilidade, capilaridade e outros. O objetivo do estudo granulométrico foi realizar um ensaio com a finalidade de obter a curva granulométrica de dois solos para construção de estradas, obtidos da coleta nos municípios de Demerval Lobão e Nazária (PI). Procedimentos metodológicos: foram realizadas coleta de solos de dois municípios piauienses (Demerval Lobão e Nazária). O material coletado foi levado ao Laboratório de solos para estudo. Cada amostra foi dividida em duas partes no separador de amostra. O processo incluiu etapas como secagem ao ar, destorroamento, separação por frações e peneiramento. Foram utilizados equipamentos como peneiras de diferentes aberturas (2" a #200), estufa, balança de precisão e repartidor de amostras. Os dados obtidos foram colocados em planilhas e a partir destes foram construídos os gráficos de curvas granulométricas. Resultados: Os resultados indicaram que o solo apresenta predominância de frações finas, com 90,69% passando pela peneira #4 e 85,90% pela #10, sendo considerado adequado para o propósito proposto. Conclusões: Este estudo evidenciou a importância da análise granulométrica na avaliação de materiais para infraestrutura rodoviária, e assim classificar o solo por ele possuir partículas de diferentes tamanhos. Esse tipo de experimento tem grande importância para a Engenharia, sobretudo para a construção de Estradas.

Palavras-chave: Estudo granulométrico. Solo. Construção de estradas.

Abstract: The granulometric study is the analysis of the distribution of particle sizes in a solid material such as soil, sand, sediment, grains or emulsions. The particle size test is a process widely used to determine the percentage by weight that each specified particle size range represents in the total test mass. Using the results obtained, it is possible to construct a granulometric distribution curve, which is used to classify soils, in addition to estimating parameters for filters, stabilized bases, permeability, capillarity and others. The objective of the granulometric study was to carry out a test with the purpose of obtaining the granulometric curve of two soils for road construction, obtained from collection in the municipalities of Demerval Lobão and Nazária (PI). Methodological procedures: soil was collected from two municipalities in Piauí (Demerval Lobão and Nazária). The collected material was taken to the soil laboratory for study. Each sample was divided into two parts on the sample separator. The process included steps such as air drying, crushing, separation into fractions and sieving. Equipment such as sieves with different openings (2" to #200), oven, precision scale and sample divider were used. The data obtained were placed in spreadsheets and from these graphs of granulometric curves were constructed. Results: The results indicated that the soil presents a predominance of fine fractions, with 90.69% passing through sieve #4 and 85.90% through #10, being considered suitable for the proposed purpose. Conclusions: This study highlighted the importance of granulometric analysis in the evaluation of materials for road infrastructure, and thus classifying the soil because it has particles of different sizes. This type of experiment is of great importance for Engineering, especially for the construction of roads.

Keywords: Particle size study. Soil. Road construction.

1 Introdução

O ensaio de granulometria é um processo muito utilizado para se determinar a porcentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas representa na massa total de ensaio.

Através dos resultados obtidos de um ensaio é possível a construção da curva de distribuição granulométrica, que serve para classificar os solos, além de estimar os parâmetros para filtros, bases estabilizadas, permeabilidade, capilaridade e outros.

A determinação da granulometria de um solo pode ser feita apenas por peneiramento ou por peneiramento e sedimentação. Desta forma o objetivo do estudo granulométrico é realizar um ensaio com a finalidade de obter a curva granulométrica de um solo.

De acordo com Fernandes (2017), a granulometria está ligada ao percentual de ocorrência de cada tamanho dos grãos constituintes em um material sólido como solo, areia, sedimento, grãos ou emulsões, ou seja, a distribuição, em percentual, dos diversos tamanhos dos grãos. Ele é muito utilizado na indústria para determinar a qualidade e as propriedades de materiais como areia, cimento, fertilizantes, entre outros.

Para Bonifácio et al. (2010) a textura dos solos é um dos atributos importantes para caracterizá-los, já que influenciam muitas das suas propriedades do solo: porosidade, permeabilidade, capacidade de troca, retenção de água, vulnerabilidade a processos erosivos. Desta forma, é uma propriedade importante em diversas áreas, como geologia, engenharia civil, agricultura, indústria farmacêutica e de alimentos, entre outra. Neste sentido, é considerada uma propriedade importante em muitas aplicações, em solos, pois ela influencia na capacidade de retenção de água, na permeabilidade e na capacidade de suporte (SUPORTE, LAB, 2018).

Para realizar o estudo granulométrico, geralmente são utilizados métodos de separação de partículas, considerando o tamanho. Isso pode ser feito através de peneiramento, sedimentação, técnicas de difração a laser, entre outros métodos, dependendo das características do material e do objetivo do estudo (TECNAL, 2021).

O estudo granulométrico é também importante, porque através dele, se tem a capacidade de controlar a qualidade do produto final. Por exemplo, no caso do concreto, uma granulometria adequada garante maior resistência e durabilidade ao material. Além disso, a granulometria também pode influenciar outras características importantes como absorção de água pelo material ou sua textura superficial.

A realização do ensaio de granulometria envolve etapas meticulosas. A amostra é cuidadosamente coletada e preparada para remover contaminantes e partículas indesejadas (VIEIRA, 2023).

Geralmente o estudo granulométrico de um solo requer, em geral, a utilização técnicas experimentais conjugadas, que podem ser citadas: a peneiração, em que se procede à separação mecânica, através de peneiras das partículas do solo de maiores dimensões (superiores a 0,074 mm, sendo assim, a amostra é submetida a uma série de peneiras com aberturas de tamanho gradiente; e a sedimentação, em que através do estudo do processo de sedimentação das partículas mais finas do solo em suspensão, se estabelece a sua dimensão de forma indireta, utilizando a lei de Stokes (VALÉRIO et al., 2013):

As partículas maiores são retidas nas peneiras de malha mais fina, enquanto as partículas menores passam pelas aberturas das peneiras mais grossas.

A norma técnica que estabelece o método para análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento ou por uma combinação de sedimentação e peneiramento é a NBR 7181. Em geral essa norma define, qual a aparelhagem necessária para a execução do ensaio, os métodos de ensaio (preparação da amostra, operações preliminares, sedimentação, peneiramento fino, peneiramento grosso), cálculos (massa da amostra seca, Porcentagens de materiais que passam nas peneiras, porcentagem de material em suspensão, diâmetro das partículas de solo em suspensão), expressão dos resultados e fazer leitura do densímetro.

E existe outros documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento: a) ABNT NBR 6457, Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização ; b) ABNT NBR 6458:2016, Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica aparente e da absorção de água; c) ABNT NBR NM ISO 3310-1, Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação – Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico; d) ABNT NBR NM ISO 3310-2,

Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação – Parte 2: Peneiras de ensaio de chapa metálica perfurada.

A partir dos dados obtidos nos ensaios granulométricos é confeccionada a curva granulométrica. Esta distribuição granulométrica é traçada marcando-se a percentagem de material com dimensões menores do que uma determinada dimensão, *versus* essa dimensão de partícula, numa escala logarítmica. Desta forma, a partir dos valores calculados traça-se a curva de distribuição granulométrica, marcando-se no eixo das abscissas em escala logarítmica os “diâmetros” das partículas menores do que aqueles considerados (SAMPAIO; SILVA, 2020).

Através dessa curva junto a uma escala padronizada, pode-se, obter várias informações sobre as características granulométricas do solo: a posição da curva na escala indica tratar-se de um solo de granulação grossa ou de granulação fina; a alta declividade, o achatamento e a forma geral da curva informam sobre a distribuição dos grãos pelos diversos diâmetros (SUPORTE, 2018). Assim, os solos granulares, como as areias e pedregulhos, podem ser classificados pela curva de distribuição granulométrica, inferindo-se daí as suas propriedades de Engenharia.

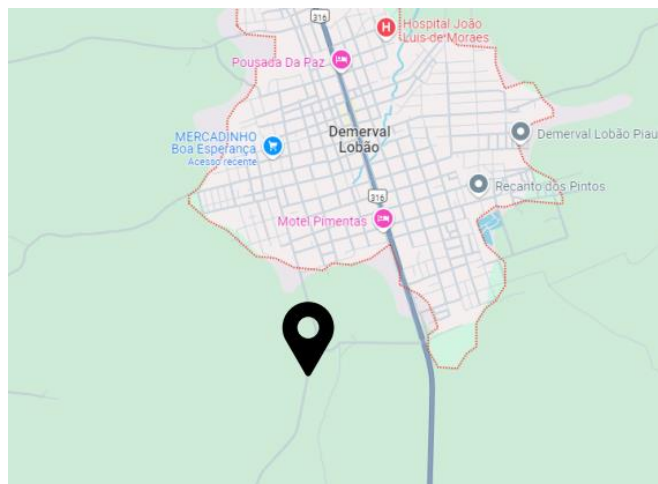
O objetivo do estudo granulométrico foi realizar um ensaio com a finalidade de obter a curva granulométrica de dois solos para construção de estradas, obtidos da coleta nos municípios de Demerval Lobão e Nazária (PI).

2 Procedimentos metodológicos

- Locais de coleta das amostras

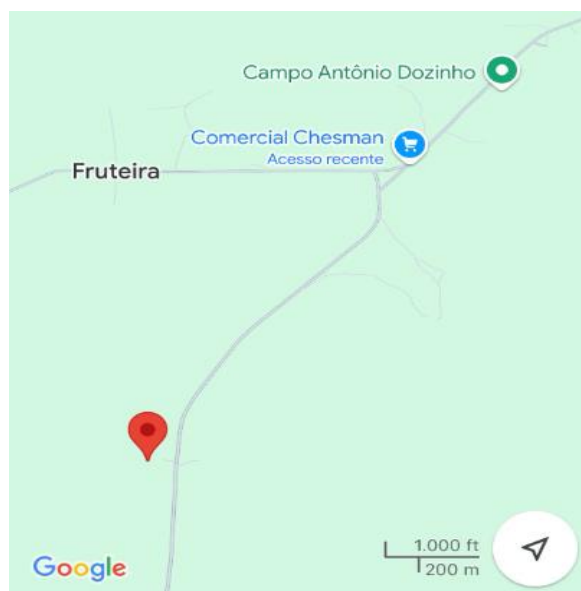
O processo de coleta das amostras iniciou com o planejamento do local. Nas duas cidades, um local remoto, com pouco tráfego e estrada de terra.

Figura 1 - Demerval Lobão (PI). Rua Antonio Carneiro Lima



Fonte: Google Maps

Figura 2 - Nazária (PI). Estrada 25, saída para Curralinhos



Fonte: Google Maps

De cada local foram coletados 5 Kg de solo para análise no laboratório de Solos do IFPI-Campus Teresina zona Sul.

Figura 3 - Coleta das amostras – Demerval Lobão (PI)



Figura 4 - Coleta das amostras – Nazária (PI)



- Procedimentos no Laboratório de solos – IFPI Campus Teresina Zona Sul.

No laboratório de solos foram utilizados os equipamentos de instrumentação, necessários para ensaio granulométrico: Balança; Almofariz e mão de grau; Estufa de secagem; Série de peneiras - Tyler (Material Grosso - 2" – 1 1/2" – 1" – 3/4" – 1/2" – 3/8" - #4 - #10) (Material Fino – 16 – 20 – 30 – 40 ... 200); Cápsula de porcelana ou metálica; Baqueta de vidro; Separador de amostras.

Seguindo a norma ABNT NBR 7181, foram coletados cerca de 5 kg de solo, dos quais 2 kg foram utilizados para os ensaios no laboratório. O processo incluiu etapas como secagem ao ar, destorroamento, separação por frações e peneiramento. Utilizamos equipamentos como peneiras de diferentes aberturas (2" a #200), estufa, balança de precisão e repartidor de amostras.

As amostras de solo foram colocadas nas bandejas para secar em temperatura ambiente, em seguida o material foi dividido em duas partes no separador de amostras (2kg).

Primeira amostra: o material foi passado no almofariz para destorroar os grãos; depois na peneira de nº 200, o que ficou retido na peneira lavou até a água ficar totalmente limpa; Em seguida tudo foi colocado para secar na estufa. Após seco procedeu-se com o peneiramento.

Segunda amostra: foi utilizada para o ensaio de teor de umidade e descobrir o PBU, PBS (PBU – Peso bruto úmido; PBS – Peso bruto seco).

Os dados obtidos foram colocados em planilhas para construção da curva granulométrica.

Figura 5 – Análise granulométrica no laboratório de solos



Figura 6 – Etapas do procedimento de Estudo granulométrico de solos



3 Resultados e Discussões

Os dados obtidos foram colocados em planilhas para construção da curva granulométrica. Os resultados da caracterização do solo e das análises granulométricas por meio dos métodos de peneiramento, com as variações de condições de dispersão e secagem das amostras de solo. A obtenção do maior número possível de propriedades do solo possibilita, dentre outros, uma caracterização mais detalhada do solo estudado e maior quantidade de parâmetros.

Os ensaios de caracterização realizados nos solos amostrados foram os seguintes: peso específico natural seco e úmido, peso específico dos grãos, teor de umidade, grau de saturação, e análise granulométrica.

Figura 7 - Planilhas com dados da amostra (Demerval Lobão-PI) – A e B

A.

Item	Unidade	Cálculo	Número da Cápsula		
			1	2	3
Massa da capsula	(g)	a	8,3	8,68	8,77
PBU	(g)	b	42,56	40,44	41,85
PBS	(g)	C	42,07	40,03	41,39
Massa da água	(g)	$d = b + c$	0,49	0,41	0,45
Massa de sólidos	(g)	$e = c - a$	33,77	31,35	32,62
Teor de umidade	(g)	$d/e \times 100$	1,45	1,3	1,37
Umidade média	%	f	1,37		
Fator de correção - fc	adimensional	g	0,99		

B.

PENEIRAS		MASSA DO MATERIAL		
Número	Abertura (mm)	Retido	Retido Acumulado	Passante
2"	50,80	0	0	100
1 1/2"	38,18	0	0	100
1"	25,40	0	0	100
3/4"	19,10	0	0	100
1/2"	12,70	20,28	20,28	98,98
3/8"	9,50	40,83	61,11	96,62
# 4	4,80	135,29	196,4	90,09
# 10	2,00	51,32	247,72	87,5
16	1,2	2,17	249,89	78,54
20	0,84	0,97	250,86	74,5
30	0,6	1,38	252,24	68,85
40	0,42	1,93	254,17	64,61
50	0,3	1,84	256,01	57,02
60	0,25	1,33	257,34	51,53
80	0,175	4,25	261,59	33,91
100	0,15	0,66	262,25	31,29
200	0,075	7,48	269,73	0,035

Figura 8 - Planilha com dados da amostra (Nazária-PI) – C, D e E

C.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEM SEDIMENTAÇÃO					
1- TEOR DE UMIDADE					
ITEM	UMIDADE	CÁLCULO	Número da Cápsula		
			4	5	6
Massa Cápsula	(g)	(a)	8,43	9,12	8,2
PBU	(g)	(b)	37,69	46,54	45,15
PBS	(g)	(c)	37,41	46,18	44,8
Massa de água	(g)	(d) = (b) - ©	0,28	0,36	0,35
Massa de sólidos	(g)	(e) = © - (a)	28,98	37,06	36,6
Teor de umidade	(g)	(d)/(e) x 100	0,97	0,97	0,96
Umidade média	(g)	(f)	0,96		
Fator de correção - fc	(g)	(g)	0,99		
Peso total da amostra úmida (1500 - 2000g) =			2000		
			mg	1096,29	
			ms	1.990,96	

D.

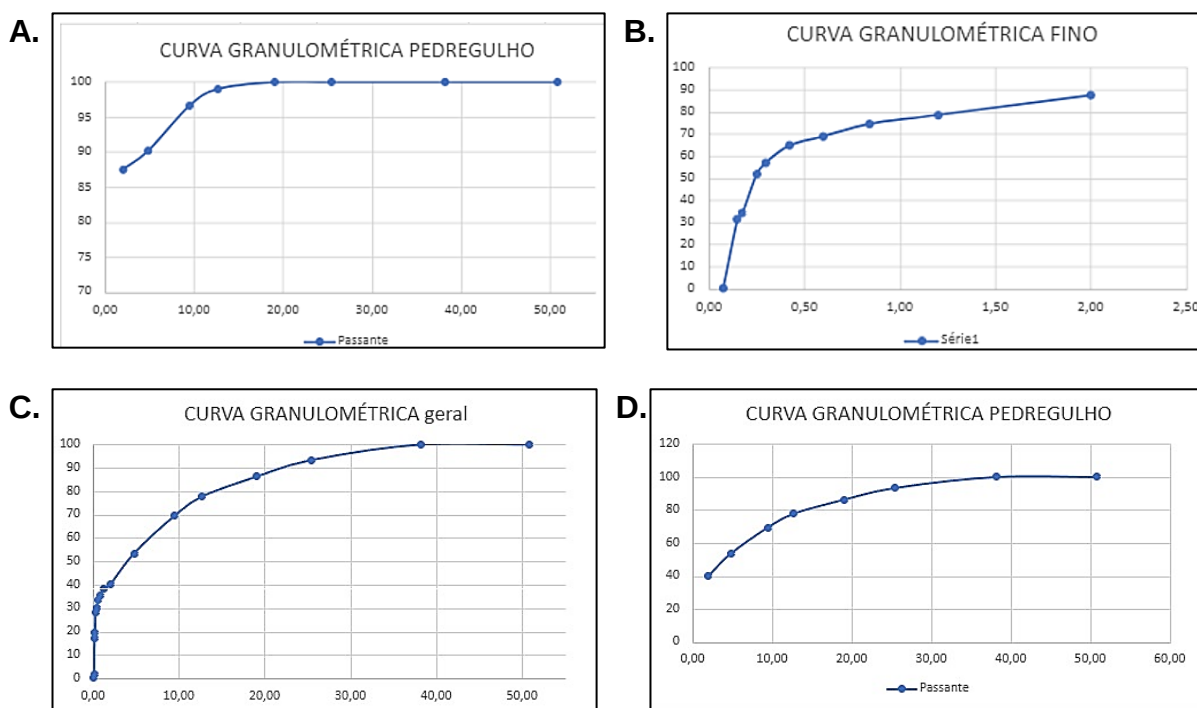
2 - PENEIRAMENTO DO MATERIAL GROSSO					
PENEIRAS	MASSA DO MATERIAL				% PASSADA
Número	Abertura (mm)	Retido (Mi)	Retido Acumulado	Passante = MS - Mi	
2°	50,8	0	0	1.990,96	100
11/2°	38,18	0	0	1.990,96	100
3/4"	25,4	132,78	132,78	1.858,18	93,33
1/2"	19,1	79,7	212,48	1.778,48	89,32
3/8"	12,7	230	442,48	1.548,48	77,77
#4	9,5	157,6	600,08	1.390,88	69,49
#10	4,8	325,87	925,95	1.065,01	53,49
	2	157,85	1083,8	907,16	45,56

E.

PENEIRAS	MASSA DO MATERIAL				% PASSADA	
Número	Abertura (mm)	Retido (Mi)	Retido Acumulado	Passante = MS - Mi		
16	1,2	9,73	9,73	#NOME?	40,08	
20	0,84	3,45	13,18	64,36	38,14	
30	0,6	5	18,18	59,36	35,33	
40	0,42	3,56	21,74	-21,74	33,33	
50	0,3	5,77	27,51	-27,51	30,08	
60	0,25	3,28	30,79	-30,79	28,23	
80	0,175	15,14	45,93	-45,93	19,72	
100	0,15	4,81	50,74	-50,74	17,01	
200	0,075	26,8	77,54		1,94	

Fonte: própria

Figura 9 - Gráficos da curva Granulométrica obtidos a partir da análise das duas amostras de solos coletadas nos municípios de Demerval Lobão (A e B) e Nazária (PI) (C e D).



Fonte: própria

Os resultados indicam que o solo coletado em Demerval Lobão apresentam predominância de frações finas, com 90,69% passando pela peneira #4 e 85,90% pela #10, sendo considerado adequado para o propósito proposto. Já os resultados do ensaio de Nazária indicam que o solo apresenta predominância de frações finas com 64,49% passando pela peneira #4 e 53,49% pela #10.

Neste caso, os resultados mostram que os dois solos apresentam predominância de frações finas, mas com diferenças significativas. Em Demerval Lobão, os resultados indicam presença de partículas mais finas e em Nazária, revelam um solo com partículas menos finas. Essas características sugerem que o solo de Demerval Lobão é mais adequado para aplicações que demandam maior coesão, enquanto o de Nazária pode ser melhor para projetos com maior necessidade de drenagem.

Este estudo evidencia a importância da análise granulométrica na avaliação de materiais para infraestrutura rodoviária, garantindo a qualidade e segurança das construções.

Quando o solo tem partículas tanto na fração grossa (areia e pedregulho) quanto fina (silte e argila) é extremamente necessário, que se realize a análise granulométrica completa (peneiramento e sedimentação). Visto que as partículas de um solo, grosso ou fino, não são esféricas, mas se usará sempre a expressão diâmetro equivalente da partícula ou apenas diâmetro equivalente, quando se faz referência ao seu tamanho. Para os materiais granulares ou fração grossa do solo, o diâmetro equivalente será igual ao diâmetro da menor esfera que circunscreve a partícula, enquanto que para a fração fina este diâmetro é o calculado através da lei de Stokes.

A posição da curva na escala indica que os dois solos são de granulação fina. A alta declividade, o achatamento e a forma geral da curva informam sobre a distribuição dos grãos pelos diversos diâmetros.

Em relação aos teores de umidade dos solos, também apresentam diferenças. Em Demerval Lobão, o valor foi de 1,37%, enquanto em Nazária foi de 0,96%. Isso indica que o solo de Demerval Lobão retém mais água, podendo ser mais adequado para condições que exijam maior capacidade de retenção hídrica.

A partir de estudos como este, os solos granulares, como as areias e pedregulhos, podem ser classificados pela curva de distribuição granulométrica, inferindo-se daí as suas propriedades de Engenharia.

4 Conclusões

Após ensaios granulométricos de peneiramento fino e grosso, com os padrões das normas NBR foram obtidas curvas granulométricas completas dos solos estudados dos municípios de Demerval Lobão e Nazária. E assim foi possível classificar o solo por ele possuir partículas de diferentes tamanhos. Esse tipo de experimento tem grande importância para a Engenharia, sobretudo para a construção de Estradas.

Os solos coletados evidenciaram predominância de partículas finas, com boa distribuição entre frações. As curvas granulométricas demonstraram que os solos apresentam características adequadas para uso em infraestrutura rodoviária, especialmente em camadas de base e sub-base. A distribuição homogênea e a boa compactação sugerem que o material possui estabilidade estrutural, reforçando sua aplicabilidade em projetos de engenharia civil.

Referências Bibliográficas

BONIFÁCIO, C.M.; NÓBREGA, M.T.; SILVEIRA, H. Análise comparativa de técnicas de determinação granulométrica aplicadas ao estudo de um sistema pedológico no município de Tamboara-PR. In: II SIMPÓSIO PARANAENSE DE ESTUDOS CLIMÁTICOS E XIX SEMANA DE GEOGRAFIA, 2010. p.488-500.

FERNANDES, R.B.A.; ALVAREZ, V.H.V. Análise granulométrica de solos do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 8, 2017. p.783-789.

NBR 5734 – ABNT – “Peneiras para ensaio –Especificação”

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização. Rio de Janeiro, RJ, 1986

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: Solo - Análise Granulométrica, Rio de Janeiro, 1984.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6508: Solo, Grãos de solos que passam na peneira de 4,8mm - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984.

NBR-7181/ABNT - Análise Granulométrica de Solos; D421-58 e D422-63/ASTM; T87-70 e T8870/AASHTO; MSL-05/CESP.

SAMPAIO, J.A; SILVA, F.A.N.G. Análise Granulométrica por Peneiramento. Tratamento de Minérios: Práticas Laboratoriais – CETEM/MCT. 2020

SUPORTE, LABORATÓRIO. Análise Granulométrica do Solo - Ensaios Geotécnicos - O Objetivo e as Frações de Solo. Disponível: <https://www.suportesolos.com.br/blog/analise-granulometrica-do-solo-ensaios-geotecnicos-o-objetivo-e-as-fracoes-de-solo/71/> Acesso: 07/04/2024.

VALÉRIO, B.S.B.; SILVA, M.J.B.; PASSOS, M.S.; BOCALON, H.; ALVES, A.M.L.; FONTOURA, J.A.S. Comparação entre diferentes métodos para determinação da porcentagem de argila em sedimentos marinhos finos. 12a Mostra de Produção Universitária, Rio GrandeRS, 2013.