



UNIVERSIDADE DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO

CAMPUS AÇAILÂNDIA

CENTRO DE CIÊNCIA HUMANAS, SOCIAIS, TECNOLÓGICAS E LETRAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO

BRUNO SILVA LACERDA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DISTINTOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÕES
GEOTÉCNICAS EMPREGADOS A SOLOS DE CIDADES DA REGIÃO TOCANTINA
DO MARANHÃO**

Açailândia-MA

2023

BRUNO SILVA LACERDA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DISTINTOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÕES
GEOTÉCNICAS EMPREGADOS A SOLOS DE CIDADES DA REGIÃO TOCANTINA
DO MARANHÃO**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, *campus* Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Lucas Manoel da Silva

Açailândia-MA

2023

L131a

Lacerda, Bruno Silva

Análise comparativa de distintos sistemas de classificações geotécnicas empregados a solos de cidades da região tocantina do Maranhão / Bruno Silva Lacerda. – Açailândia: UEMASUL, 2023.

30 f. : il.

Artigo (Curso de Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Açailândia, MA, 2023.

Orientador: Prof. Me. Lucas Manoel da Silva

1. Classificações de solos. 2. Recomendações de utilização. 3. Construção civil.
I. Título.

CDU 624.13(812.1)

BRUNO SILVA LACERDA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DISTINTOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÕES
GEOTÉCNICAS EMPREGADOS A SOLOS DE CIDADES DA REGIÃO TOCANTINA
DO MARANHÃO**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, *campus* Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Aprovado em 26/06/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



LUCAS MANOEL DA SILVA
Data: 04/07/2023 16:45:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Lucas Manoel da Silva (Orientador)
Mestre em Engenharia de Barragens e Gestão Ambiental
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Documento assinado digitalmente



VALDIVIO RODRIGUES CERQUEIRA
Data: 04/07/2023 09:13:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Valdivio Rodrigues Cerqueira
Doutor em Engenharia de Materiais
Instituto Federal do Maranhão

Documento assinado digitalmente



LEONARDO TELLES DE SOUZA PESSOA FIL
Data: 03/07/2023 09:50:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho
MBA em Infraestruturas de Transportes e Rodovias
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Análise comparativa de distintos sistemas de classificações geotécnicas empregados a solos de cidades da Região Tocantina do Maranhão

Comparative analysis of different geotechnical classification systems used on soils in cities in the Tocantine Region of Maranhão

Bruno Silva Lacerda¹; Lucas Manoel da Silva²

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Humanas, Sociais, Tecnologia e Letras (CCHSTL), Açailândia/MA, Brasil. Email: brunolacerda.20180040046@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3032-6357>

² Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Humanas, Sociais, Tecnologia e Letras (CCHSTL), Açailândia/MA, Brasil. Email: lucas.silva@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6119-0114>

Resumo: Nesta pesquisa foram coletados 5 solos da região tocantina do Maranhão, das cidades de Itinga-MA, Açailândia-MA e Imperatriz-MA. Foram empregados os sistemas de classificação American Association of State Highway and Transportation - Transportation Research Board - AASHTO-TRB, o Sistema Unificado de Classificação dos Solos – SUCS e a classificação pedológica disponibilizada pela EMBRAPA, a fim de comparar a compatibilidade dos resultados e das recomendações de utilizações conforme bibliografia. Foram efetuados ensaios de limite de liquidez, plasticidade e granulometria para então serem feitas as classificações das amostras. Também foi utilizado o mapa pedológico da EMBRAPA através do software Google Earth para delimitar as áreas de estudo e identificar as classes de solos. As amostras de solo analisadas apresentaram composição majoritariamente fina, os valores de limite de liquidez variaram entre 18,0% e 32,0%, sendo influenciados pela presença de argila nas amostras. A avaliação dos solos para construção civil revelou que a amostra IV de Açailândia apresentou as melhores recomendações, com características medianas de compressibilidade, boa estabilidade do aterro. Todas as amostras apresentaram permeabilidade positivas, enquanto as amostras II, IV e V foram consideradas suscetíveis à erosão. No método AASHTO-TRB, as amostras I e IV obtiveram resultados excelente a bom para comportamento como subleito.

Palavras-chave: Classificações de solos, Recomendações de utilização e Construção civil.

Abstract: In this research, 5 soils were collected from the Tocantina region of Maranhão, from the cities of Itinga-MA, Açailândia-MA, and Imperatriz-MA. The classification systems employed were the American Association of State Highway and Transportation - Transportation Research Board - AASHTO-TRB, the Unified Soil Classification System - SUCS, and the pedological classification provided by EMBRAPA, in order to compare the compatibility of results and recommendations for use according to the literature. Tests for liquid limit, plasticity, and grain size were performed to classify the samples. The EMBRAPA soil map was also used through the Google Earth software to delimit the study areas and identify soil classes. The analyzed soil samples showed predominantly fine composition, with liquid limit values ranging from 18.0% to 32.0%, influenced by the presence of clay in the samples. The evaluation of the soils for civil construction revealed that sample IV from Açailândia had the best recommendations, with moderate compressibility and good embankment stability. All samples showed positive permeability, while samples II, IV, and V were considered susceptible to erosion. In the AASHTO-TRB method, samples I and IV obtained excellent to good results for subgrade behavior.

Keywords: Soil classifications, Utilization recommendations, and Civil construction.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. METODOLOGIA	7
2.1 Coleta da amostra	7
2.2 Caracterização dos solos.....	9
2.3 Métodos de Classificação SUCS, AASHTO-TRB e o Mapa Pedológico Embrapa	10
2.4 Caracterização para utilização dos solos	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1 Granulometria dos solos.....	14
3.2 Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade.....	14
3.3 Classificação pedológica dos solos e características esperadas	16
3.4 Classificação segundo o método AASHTO-TRB e SUCS	17
3.5 Comportamento dos solos e recomendações de utilizações segundo tabela de Castillo e Rico	19
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
Agradecimentos	23
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Segundo Massad (2016), o solo é todo tipo de material que se encontre na crosta terrestre que, através de ferramentas, possa ser escavado, também tendo como propriedade a característica de se desagregar quando exposto muito tempo a presença de água. Ainda conforme o mesmo autor fala, a origem dos solos se dá pela decomposição das rochas que se encontram na superfície da terra, onde são fraturadas e fragmentadas no processo de sua origem ou através dos movimentos tectônicos, responsáveis pela criação dos quartzitos, ou até mesmo pela ação do meio ambiente, através de expansão e contração térmicas, por exemplo (MASSAD, 2016).

Os solos podem alterar suas características mecânicas conforme o seu teor de umidade e plasticidade. Segundo Caputo (2015), o teor de umidade de um solo é determinado como a divisão entre o peso da água presente em um volume do solo e o peso da parte sólida que está no mesmo volume, tudo isso mostrado em porcentagem, enquanto a plasticidade é a propriedade que, na presença de água e sem variação de volume, indica a capacidade do solo de ser mais ou menos moldado, considerada uma das características dos solos mais importantes a serem estudadas.

No processo de projeto e construção de qualquer obra civil e em especial rodovia é indispensável o conhecimento do solo em que se realizará a obra e a maneira mais eficiente de se obter uma prévia compreensão das propriedades de interesse do solo é realizando a sua caracterização e sua classificação.

A enorme variedade de sistemas de classificações de solo justifica-se pelo fato de existir uma imensa quantidade de solos no planeta Terra, sendo eles das mais variadas composições e características, dessa forma, esses sistemas de classificações têm por objetivo ajudar os estudos de caracterização, como também prever o comportamento quando submetidos às solicitações (DALLA ROZA, 2019).

De acordo com Silva (2010), é extremamente essencial o trabalho de classificação de solos para os estudos geotécnicos, pois são utilizados para construção de barragens, rodovias, fundações de estruturas de grande porte, cortes, aterros e até mesmo obras viárias.

Nesse sentido, uma maneira simples e eficiente de conhecer as características hidráulicas e mecânicas dos solos é realizando ensaios em laboratório, tais ensaios fornecerão subsídios para que seja possível a utilização de sistemas de classificações e esses sistemas, Modelo de artigo adaptado de Revista de Geociências do Nordeste (*Northeast Geosciences Journal*). v. 7, nº 1 (2021). <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n01ID>. REGNE ISSN: 2447-3359.

quando eficientes, conceberão informações sobre o tipo de comportamento mecânico e hidráulico do solo a se esperar do solo, quando este for solicitado (VILLIBOR et. al 2009).

Sendo de grande importância um adequado conhecimento do comportamento dos solos quando estes forem utilizados em suas diversas finalidades, o sistema de classificação utilizado tem que promover resultados que expressem o seu comportamento quando solicitados (VILLIBOR e NOGAMI 2009).

Nesta pesquisa foram coletados 5 solos da região tocantina do Maranhão, sendo 1 da cidade de Itinga-MA, 3 da cidade de Açailândia-MA e 1 da cidade de Imperatriz-MA. Após isso, foram empregados os sistemas de classificação American Association of State Highway and Transportation - Transportation Research Board - AASHTO-TRB, o Sistema Unificado de Classificação dos Solos – SUCS e a classificação pedológica disponibilizada pela EMBRAPA, a fim de comparar a compatibilidade dos resultados dos sistemas.

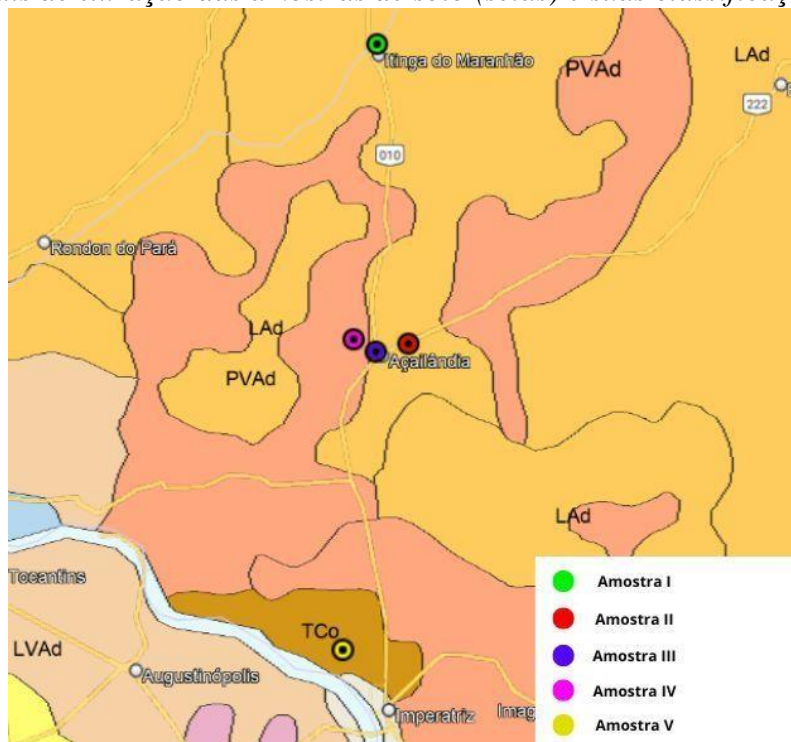
Após feita as classificações, verificar-se-à, através de revisão bibliográfica, a condição dos solos para usos na construção civil, através das características acerca da compressibilidade, expansão, permeabilidade, drenagem, lixiviação, suscetibilidade à erosão, fertilidade natural, da utilização como material de aterro, subleito, base e pavimento provisório.

2. METODOLOGIA

2.1 Coleta da amostra

As amostras de solos foram coletadas manualmente pelos autores de acordo com o que orienta a NBR 6457 – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização (2016) e levadas para o Laboratório de Hidráulica, Geotecnia e Pavimentação - HIGEOPAV da UEMASUL – Centro de Ciências Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras, campus Açailândia-MA, sendo elas retiradas a uma profundidade de 0,80m a 1,00m, com os pontos de amostragem e informações apresentados na Figura 1 e Tabela 1 .

Figura 1: Locais de extração das amostras de solo (setas) e suas classificações pedológicas



Fonte: Adaptado do Google Earth pelos autores (2023)

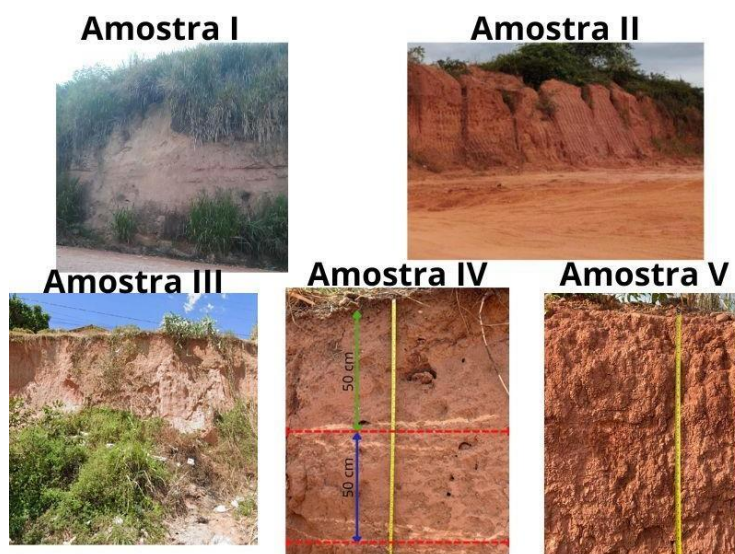
Tabela 1 – Localização e datas de coleta dos solos

Solo	Cidade	Coordenadas		Data da coleta
		Latitude	Longitude	
Amostra I	Itinga	4°25'58.0"S	47°31'03.9"W	04/2023
Amostra II	Açaílândia	4°55'57.55"S;	47°27'0.31"W	05/2022
Amostra III	Açaílândia	4°56'48.8"S	47°30'11.3"W	04/2023
Amostra IV	Açaílândia	4° 55' 37.78"S	47°32'23.53"W	08/2022
Amostra V	Imperatriz	5°25'44.7"S	47°32'28.3"W	07/2022

Fonte: autores (2023).

A camada superficial do solo, geralmente até 0,80m, é influenciada por fatores como intemperismo, atividade biológica e práticas agrícolas, por conta disso, as amostras foram retiradas a uma profundidade de 1m, para que evitasse alterações físicas e químicas no solo. A figura 2 mostra o perfil dos solos coletados.

Figura 2: Perfil dos solos



Fonte: Autores

A figura 3 apresenta a disposição dos solos, sendo possível verificar as cores e características visuais dos solos.

Figura 3: Disposição das amostras



Fonte: autores (2023)

2.2 Caracterização dos solos

Após feito a coleta das amostras, as amostras II e IV foram submetidas aos ensaios de granulometria, seguindo as instruções contidas na ABNT NBR 7181 – Solo – Análise granulométrica (2016). Foram utilizadas a peneira 10 (abertura de 2mm), peneira 16 (abertura de

1,2mm), peneira 30 (abertura de 0,6mm), peneira 40 (abertura de 0,42mm), peneira 80 (abertura de 0,25mm) peneira 100 (abertura de 0,15mm) e peneira de 200 (abertura de 0,074mm), cumprindo as orientações de manuseio contidas nas normas ABNT NBR NM ISO 3310-1 (2011) e ABNT NBR NM ISO 3310-2 (2011) – Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação – Parte 1 e 2. As demais amostras foram submetidas apenas a peneira 200, que é o necessário para as classificações AASHTO-TRB e SUCS.

Para a aquisição do limite de liquidez (LL) foi feito as etapas e os ensaios conforme orienta a ABNT NBR 6459 – Solo – Determinação do Limite de Liquidez (2016). A norma determina no mínimo 4 pontos de análise para os ensaios, desta forma foram feitos 5 pontos de análise para o solo Amostra I, 6 pontos de análise para a amostra III e 4 pontos de análise para as demais amostras. Os pesos das amostras úmidas são aferidos para que sejam verificados os seus respectivos teores de umidade, após a secagem.

Assim como no ensaio de determinação do LL do solo, para a determinação do limite de plasticidade (LP) foi seguida as orientações da ABNT NBR 7180 – Determinação do limite de plasticidade, onde são necessários no mínimo 4 pontos de análise. Dessa forma, foram utilizados 5 pontos de análise para a amostra I, 6 pontos de análise para a amostra III e 4 pontos para as demais amostras.

Ao término do ensaio foi obtido o índice de plasticidade de cada amostra. O índice de plasticidade é calculado subtraindo-se o limite de liquidez do limite de plasticidade e fornece uma medida da faixa de umidade na qual o solo exibe comportamento plástico.

Após feita as determinações do LL e LP, as amostras úmidas foram levadas para a estufa a uma temperatura de 100°C por 24 horas, a fim de secar as amostras para a obtenção dos seus respectivos teores de umidade, que, por sua vez, é determinado como a relação entre o peso da água presente em um volume de solo e o peso da parte sólida que está no mesmo volume, tudo isso mostrado em porcentagem.

2.3 Métodos de Classificação SUCS, AASHTO-TRB e o Mapa Pedológico Embrapa

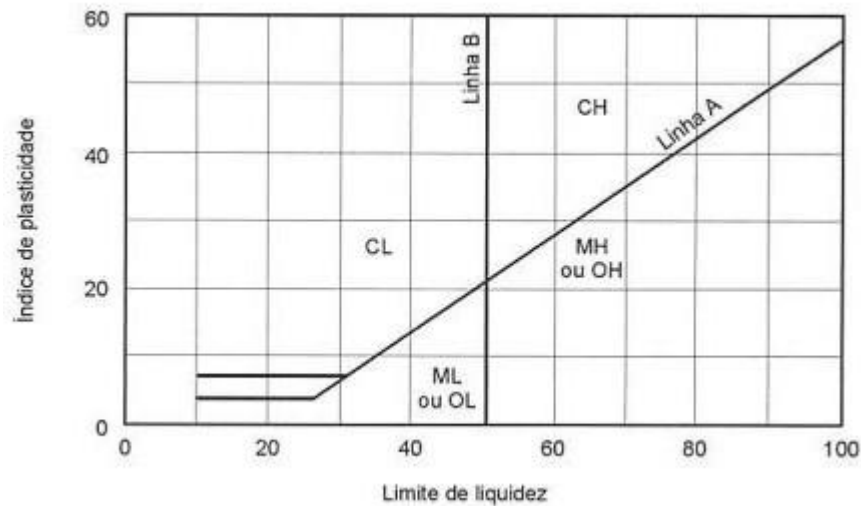
O método de classificação dos solos AASHTO-TRB, desenvolvido em colaboração entre a Associação Americana de Autoridades de Estradas e Transportes (AASHTO) e o Conselho de Pesquisa de Transportes (TRB), é amplamente utilizado na engenharia civil para categorizar os Modelos de artigo adaptado de Revista de Geociências do Nordeste (*Northeast Geosciences Journal*). v. 7, nº 1 (2021). <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n01ID>. REGNE ISSN: 2447-3359.

solos com base em suas características físicas e de comportamento. O método leva em consideração propriedades como o teor de finos, índice de plasticidade e limite de liquidez para determinar a classificação do solo em diferentes grupos. Esses grupos são identificados por letras, como A-1, A-2, A-3, A4, A5, A6 e A7, cada um representando um intervalo específico de propriedades. Essa classificação é essencial para a seleção adequada de técnicas de construção e para o projeto de estradas, pavimentos e outras estruturas que exigem uma compreensão precisa do comportamento dos solos. A tabela de classificação está no anexo A do presente artigo.

O método de classificação dos solos SUCS (Sistema Unificado de Classificação de Solos), divide os solos em diferentes grupos com base em suas propriedades, como tamanho dos grãos, plasticidade e comportamento em resposta à umidade. As principais categorias no sistema SUCS incluem areia, silte, argila e solos orgânicos, com subdivisões adicionais dentro dessas categorias principais. Essa classificação é essencial para a compreensão do comportamento dos solos e é amplamente utilizada no projeto e na construção de estradas, fundações e outras estruturas geotécnicas. A tabela de classificação de solos pelo SUCS está disposta no anexo II.

A carta de plasticidade, que pode ser visto na Figura 4, também conhecido como diagrama de plasticidade, é usado no sistema SUCS (Sistema Unificado de Classificação de Solos) para auxiliar na determinação da classificação do solo. Esse gráfico relaciona o limite de liquidez e o índice de plasticidade de um solo, fornecendo uma representação visual das propriedades de plasticidade do material. Com base nos valores do LL e IP obtidos por meio de testes de laboratório, é possível posicionar o solo no gráfico de plasticidade e identificar a sua classificação correspondente dentro do sistema SUCS. As diferentes zonas no gráfico de plasticidade indicam os limites de transição entre solos arenosos, siltosos, argilosos e orgânicos, permitindo uma classificação precisa do solo com base em suas propriedades de plasticidade. Isso é fundamental para a compreensão do comportamento do solo e para o desenvolvimento de projetos geotécnicos adequados.

Figura 4: Carta de Plasticidade



Fonte: Pinto (2006)

A metodologia adotada para este estudo incluiu também a utilização do mapa pedológico disponibilizado pela EMBRAPA. O mapa pedológico, desenvolvido por meio de um rigoroso processo de levantamento e análise de dados, fornece informações detalhadas sobre a distribuição espacial dos diferentes tipos de solo na região. Utilizou-se esse mapa, com auxílio do software Google Earth, como base para a delimitação das áreas de estudo e para identificar as principais classes de solo presentes. Essa abordagem permitiu uma análise mais precisa e abrangente das características e propriedades dos solos na área de pesquisa, contribuindo para a compreensão dos processos pedogenéticos e auxiliando na interpretação dos resultados obtidos ao longo do estudo.

2.4 Caracterização para utilização dos solos

Na presente pesquisa, foram utilizados diferentes recursos para observar as recomendações de utilização dos solos analisados. A tabela de características de utilização dos solos de Castillo e Rico (1974) (tabela 2) foi empregada como referência para avaliar a adequação dos solos estudados em relação a utilidade na construção civil e infraestrutura. Além disso, o acervo bibliográfico da EMBRAPA foi consultado para obter informações sobre as propriedades dos solos analisados segundo o mapa pedológico, permitindo uma análise mais completa e precisa de suas características. Por fim, a tabela de classificação da AASHTO-TRB foi utilizada para verificar o comportamento do solo como subleito com base nos dados obtidos em ensaios laboratoriais. A combinação desses recursos e referências permitiu uma análise abrangente das características e

Modelo de artigo adaptado de Revista de Geociências do Nordeste (*Northeast Geosciences Journal*). v. 7, nº 1 (2021). <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n01ID>. REGNE ISSN: 2447-3359.

recomendações de utilização dos solos analisados, contribuindo para embasar as conclusões e recomendações apresentadas neste estudo.

Tabela 2: Características de utilização dos solos

Símb	Peso específico seco (Energia normal ton/m ³)	Compressibilidade e Expansão	Permeabilidade e drenagem	Estabilidade do aterro	Subleito	Base	Pavimento Provisório	
							c/pouco revestimento	c/tratamento asfáltico
GW	1,9 a 2,1	Praticamente nula	Permeável, Muito bom	Muito bom	Excelente	Muito bom	Regular a mal	Excelente
GP	1,8 a 2,0	Praticamente nula	Permeável, Muito bom	bom	Bom a excelente	Regular	Ruim	Regular
GM	1,9 a 2,2	Pouca	Semipermeável, Muito ruim	bom	Bom a excelente	Regular a ruim	Ruim	Regular a ruim
GC	1,8 a 2,1	Pouca	Impermeável, Ruim	bom	Bom	Regular a bom	Excelente	Excelente
SW	1,7 a 2,0	Praticamente nula	Permeável, Bom	Muito bom	Bom	Regular a ruim	Regular a ruim	Bom
SP	1,6 a 1,9	Praticamente nula	Permeável, Boa	Regular	Regular a bom	Ruim	Ruim	Regular a ruim
SM	1,7 a 2,0	Pouca	Impermeável, Ruim	Regular	Regular a bom	Ruim	Ruim	Regular a ruim
SC	1,6 a 2,0	Pouca a média	Impermeável, Ruim	Regular	Regular a bom	Regular a ruim	Excelente	Excelente
ML	1,5 a 1,9	Pouca a média	Impermeável, Ruim	Ruim	Regular a ruim	Nula	Ruim	Ruim

CL	1,5 a 1,9	Média	Impermeável, Não drena	Bom	Regula r a ruim	Nula	Ruim	Ruim
OL	1,3 a 1,6	Média a alta	Impermeável, Ruim	Instável	Ruim	Nula	Nula	Nula
MH	1,1 a 1,6	Alta	Impermeável, Ruim	Instável	Ruim	Nula	Muito ruim	Muito ruim
CH	1,3 a 1,7	Muito alta	Impermeável, Não drena	Regular	Ruim a muito ruim	Nula	Muito ruim	Nula
OH	1,0 a 1,6	Alta	Impermeável, Não drena	Instável	Muito ruim	Nula	Nula	Nula

Fonte: Adaptado de Castillo e Rico (1974)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Granulometria dos solos

Pode ser notado na tabela 4, onde é possível observar que duas das amostras são finos de acordo com o SUCS e três de acordo com o AASHTO-TRB.

Tabela 4 – Caracterização dos solos

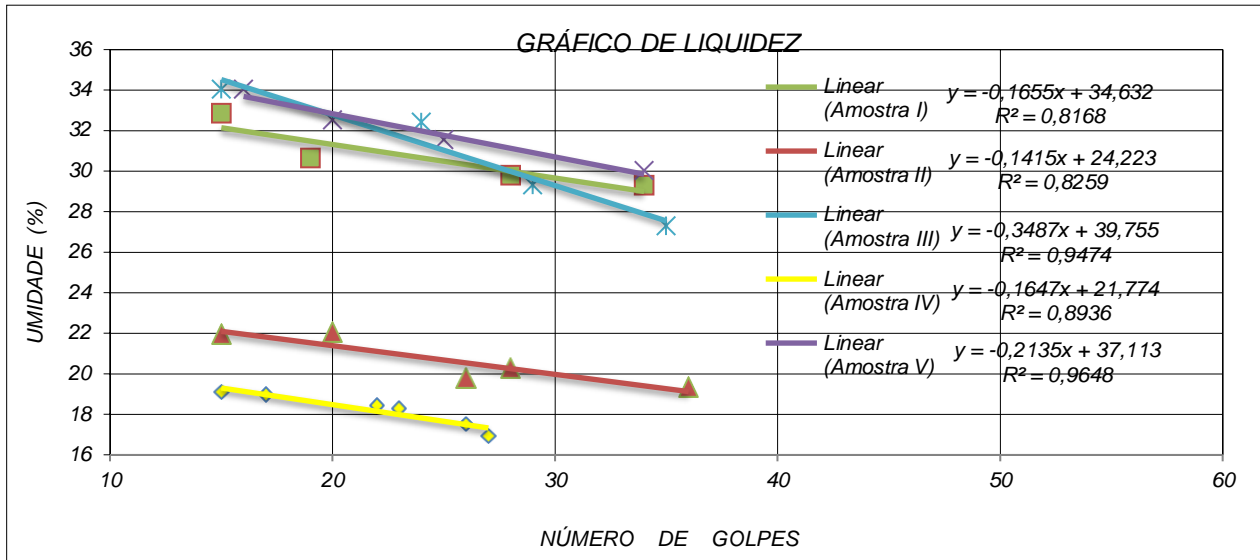
Solo	Areia	Silte + Argila
Amostra I	71%	29%
Amostra II	58%	42%
Amostra III	40%	60%
Amostra IV	66%	34%
Amostra V	49%	51%

Fonte: autores (2023).

3.2 Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade

No gráfico 1, é possível notar os valores do limite de liquidez das amostras. A amostra I, II, III, IV e V obtiveram, respectivamente, os limites de liquidez: 30,1%, 20,3%, 32,0%, 18,0% e 31,5%.

Gráfico 1: Gráfico do Limite de Liquidez das amostras



Fonte: Autores (2023)

Na tabela 5, estão dispostos os valores do limite de liquidez, do limite de plasticidade e do índice de plasticidade. O limite de liquidez representa o teor de umidade no qual o solo passa de um estado líquido para um estado plástico. O limite de plasticidade indica o teor de umidade no qual o solo muda de um estado plástico para um estado semiplástico. O índice de plasticidade é calculado subtraindo-se o limite de plasticidade do limite de liquidez e reflete a faixa de umidade na qual o solo exibe comportamento plástico. Esses valores são fundamentais na caracterização e classificação dos solos, fornecendo informações importantes sobre suas propriedades e comportamento geotécnico.

Tabela 5: Valores do LL, LP e IP das amostras

Solo	Limite de Liquidez	Limite de Plasticidade	Índice de Plasticidade
Amostra I	30,1	23,5	6,6
Amostra II	20,3	13,7	6,6
Amostra III	32,0	24,7	7,3
Amostra IV	18,0	10,0	8,0
Amostra V	31,5	28,4	3,1

Fonte: Autores (2023)

Souza (2000) afirma que para todos os métodos de obtenção do limite de liquidez, os resultados são diretamente influenciados pela característica argilosa do solo. Dessa forma, verificou-se através dos resultados que, quanto maior a presença de argila na composição dos solos, maior também foi o limite de liquidez obtido nas amostras.

Ainda assim, Souza (2000), ressalta que solos com maior quantidade de partículas finas, como argilas e siltes, tendem a ter um limite de liquidez mais alto, pois isso ocorre devido à maior área de superfície disponível para a interação com a água, o que resulta em maior capacidade de retenção de umidade e, conseqüentemente, maior plasticidade.

3.3 Classificação pedológica dos solos e características esperadas

Nota-se a seguir na tabela 6 o resumo da classificação pedológica dos solos analisados, além das características de lixiviação, fertilidade natural, permeabilidade e suscetibilidade a erosão, informações disponibilizadas através do acervo bibliográfico da EMBRAPA.

Tabela 6: Classificação pedológica dos solos e recomendações

Solo	Classificação pedológica	Cor do solo segundo a classificação	Lixiviação	Fertilidade Natural	Permeabilidade	Suscetibilidade a erosão
Amostra I	Latossolos Amarelos Distróficos	Amarelo	Alta	Baixa	Alta	Moderada
Amostra II	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Vermelho	Moderada a alta	Moderada a baixa	Moderada a alta	Suscetíveis
Amostra III	Latossolo Amarelo Distrófico	Amarelo	Alta	Baixa	Alta	Moderada
Amostra IV	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Vermelho	Moderada a alta	Moderada a baixa	Moderada a alta	Suscetíveis
Amostra V	Luvissolo Crômico Ortico	Vermelho	Moderada a alta	Variável	Moderada	Moderada

Fonte: Acervo bibliográfico EMBRAPA (2023)

A lixiviação, processo pelo qual elementos solúveis no solo são lavados pela água, é uma característica importante na construção civil, pois pode resultar na perda de coesão e resistência do solo, comprometendo a estabilidade das estruturas, além disso, a lixiviação pode causar subsidência, afundamentos e assentamentos diferenciais (JEFFERIES, 2015). Dentre os solos analisados, todos obtiveram resultados moderados a altos em relação a lixiviação, o que faz com que os solos analisados sejam inadequados para a construção de fundações e estruturas, pois de acordo com essa característica estes solos podem perder estabilidade.

A fertilidade natural dos solos é importante para a construção civil, visto que ela influencia de forma direta na disposição do solo para a implementação de cobertura vegetal em cortes e aterros, que ajudam na estabilidade do solo, além de reduzir a velocidade de escoamento do solo, o que evita o deslizamento dos solos expostos (HAVLIN, 2013). Dentre as amostras analisadas, todas apresentaram resultados negativos para a fertilidade natural dos solos, isso conecta-se diretamente a característica de lixiviação dos solos serem alta, pois os nutrientes solúveis são transportados para camadas mais profundas do solo com mais facilidade. As amostras analisadas não são recomendadas para uso em cobertura vegetal, levando em consideração as suas baixas capacidades para fertilidade natural.

Quanto a suscetibilidade de erosão dos solos, Guerra (1999) explica que a suscetibilidade à erosão de um solo é importante porque impacta a produtividade agrícola, a qualidade do solo, a saúde dos ecossistemas e os recursos hídricos, especialmente em contribuintes de reservatórios de barragens. Dessa maneira, os solos analisados foram considerados de moderada a suscetíveis a erosão, sendo as amostras II e IV suscetíveis e as amostras I, III e V moderadas. Os solos que são considerados suscetíveis a erosão devem ser implementados práticas de manejo do solo e conservação, como o uso de cobertura vegetal, terraços, plantio em curvas de nível e rotação de culturas, a fim de minimizar a erosão.

3.4 Classificação segundo o método AASHTO-TRB e SUCS

A tabela 7 evidencia a classificação das amostras analisadas segundo o método AASHTO-TRB e SUCS, onde pode-se observar que, pelo método AASHTO-TRB, 2 amostras foram classificadas como areia grossa e 3 amostras como areia siltosa. Através da classificação dos solos pelo método AASHTO-TRB é possível verificar o comportamento do solo para subleito em rodovias, explicitando assim a importância desta classificação para a engenharia rodoviária. As

Modelo de artigo adaptado de Revista de Geociências do Nordeste (*Northeast Geosciences Journal*). v. 7, nº 1 (2021). <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n01ID>. REGNE ISSN: 2447-3359.

amostras I (Itinga-MA) e IV (Açailândia-MA), ambas classificadas como A2-4, apresentam comportamento considerado excelente a bom, ou seja, podem ser utilizadas sem maiores preocupações ou necessidade de reforço.

Tabela 7: Classificação dos solos pelos métodos AASHTO

Solo	AASHTO-TRB	Solo	SUCS	Solo
Amostra I	A2-4	Areia grossa	SM	Areia siltosa
Amostra II	A4	Areia siltosa	SM	Areia siltosa
Amostra III	A4	Areia siltosa	CL	Argila inorgânica
Amostra IV	A2-4	Areia grossa	SM	Areia siltosa
Amostra V	A4	Areia siltosa	ML	Silte inorgânico

Fonte: Autores (2023)

As amostras II, III e V, foram classificadas como A4, que são solos compostos por areia siltosa. Essas amostras tem um comportamento para subleito considerado como sofrível a mau pelo método AASHTO-TRB, ou seja, caso opte por sua utilização em subleito é preciso o reforço do solo ou melhoramento do mesmo. Segundo Bernucci et al (2022), solos classificados como A4 não são recomendados a sua utilização para reforço de subleito, subleito compactado, camada de proteção a erosão e revestimento primário.

Analisando através do SUCS, observou-se que a amostra I, II e IV foram classificadas com a sigla SM, que significa ser um solo composto por areia siltosa, enquanto a amostra III e amostra V foram classificadas, respectivamente, como CL (argila inorgânica) e ML (Silte Inorgânico). Segundo Bernucci et al (2022), os solos classificados como SM, CL e ML tem características não recomendadas para o uso em reforço do subleito, camada de proteção à erosão, revestimento primário, por possuírem granulometrias típicas de siltes arenosos.

Apenas a amostra II obteve resultado compatível entre si nos dois métodos, sendo classificada como areia siltosa, enquanto as outras amostras obtiveram resultados divergentes entre si. Em contra partida, quanto a sua utilização, essa divergência entre os métodos não tiveram grandes impactos, pois os solos não obtiveram resultados consistentes para utilização na engenharia rodoviária.

3.5 Comportamento dos solos e recomendações de utilizações segundo tabela de Castillo Rico

A tabela 8 mostra os resultados das amostras analisadas pelo método SUCS quando analisadas a partir de características como peso específico seco, compressibilidade e expansão, permeabilidade e drenagem, estabilidade de aterro, utilização em subleito, base e pavimento provisório com pouco revestimento ou com tratamento asfáltico, de acordo com a tabela de Castillo e Rico (1974).

Tabela 8: Características dos solos analisados

Solo	Peso específico seco (Energia normal ton/m ³)	Compressibilidade e Expansão	Permeabilidade e drenagem	Estabilidade do aterro	Subleito	Base	Pavimento Provisório	
							c/pouco revestimento	c/tratamento asfáltico
Amostra I	1,7 a 2,0	Pouca	Impermeável, Ruim	Regular	Regular a bom	Ruim	Ruim	Regular a ruim
Amostra II	1,7 a 2,0	Pouca	Impermeável, Ruim	Regular	Regular a bom	Ruim	Ruim	Regular a ruim
Amostra III	1,7 a 2,0	Pouca	Impermeável, Ruim	Regular	Regular a bom	Ruim	Ruim	Regular a ruim
Amostra IV	1,5 a 1,9	Média	Impermeável, Não drena	Bom	Regular a ruim	Nula	Ruim	Ruim
Amostra V	1,5 a 1,9	Pouca a média	Impermeável, Ruim	Ruim	Regular a ruim	Nula	Ruim	Ruim

Fonte: Castillo e Rico (1974)

Em relação ao peso específico seco dos solos, o resultado obtido em todos os solos é considerado relativamente denso. Segundo Caputo (2015), solos mais densos e com um peso específico maior tendem a ter melhores propriedades de suporte e menor compressibilidade. Dessa forma, os solos analisados tem características boas como suporte. No entanto, é importante ressaltar

que a adequação do peso específico do solo depende do uso pretendido. Por exemplo, em alguns casos, um solo mais leve pode ser desejável, como em aterros de baixo peso para reduzir a carga sobre estruturas ou em casos de solos expansivos, onde um peso específico mais baixo pode ajudar a reduzir a expansão do solo.

De acordo com Pinto (2011), a compressibilidade e a expansão do solo têm implicações significativas no comportamento geotécnico, estabilidade de estruturas, assentamento do solo, desempenho de aterros e estradas, além do comportamento hidráulico. As amostras I, II e III obtiveram pouca compressibilidade e expansão, enquanto as amostras IV e V obtiveram média como resultado. Dessa forma, quanto maior a compressibilidade de um solo, maior o assentamento que o solo pode sofrer quando uma carga é aplicada neles, fazendo com que possa ocorrer problemas em estruturas de edifícios, pontes ou dutos. As recomendações obtidas para os solos verificados foram favoráveis, considerando exclusivamente suas características de compressibilidade e expansão.

Segundo Barnes (2016), a permeabilidade e a drenagem dos solos são de extrema importância para controlar o fluxo de água, garantir a estabilidade de taludes, prevenir problemas relacionados à água, minimizar o assentamento do solo e permitir a instalação e operação eficientes de infraestruturas subterrâneas. Solos com alta permeabilidade e drenagem evitam problemas relacionados à água, como inundações, acúmulo de água em superfícies e saturação do solo. As amostras analisadas, em sua maioria, apresentaram características de baixa permeabilidade e drenagem, fazendo com que as regiões analisadas sejam propícias a enchentes, caso não tenham um sistema de drenagem adequado.

O solo desempenha um papel fundamental na estabilidade de um aterro, fornecendo capacidade de suporte, distribuindo cargas, resistindo a deformações e permitindo a drenagem adequada. A seleção cuidadosa do solo, sua compactação adequada e o projeto de sistemas de drenagem adequados são essenciais para garantir a estabilidade a longo prazo do aterro e a segurança das estruturas e infraestruturas construídas sobre ele (BOTELHO, 2016). Sendo assim, as amostras I, II, III e IV obteram recomendações regulares e bom, comprovando sua utilidade para aterros, garantindo a correta distribuição de cargas, de forma a reduzir a concentração de esforços e minimizar os riscos de deformações diferenciadas e colapsos locais. Entretanto, a amostra V apresentou um resultado ruim, tornando-a inutilizável para aterros.

O solo do subleito é crucial para a estabilidade, suporte estrutural, drenagem e comportamento do pavimento, a seleção adequada do solo do subleito e a implementação de medidas para melhorar suas características são essenciais para garantir a durabilidade, a segurança e a eficiência do pavimento (MEDINA, 2015). As amostras I, II e III obtiveram resultados regulares a bom para a utilização em subleitos, portanto é recomendável os seus usos para subleitos de pavimentos, pois garantem a uniformidade e a durabilidade dos pavimentos. No entanto, as amostras IV e V conseguiram resultados regulares a ruim, o que as tornam não recomendadas para uso em subleitos, devido a possibilidade de aparição de trincas, afundamentos e deformações no pavimento.

De acordo com Medina (2016), o solo da base é essencial para proporcionar suporte estrutural, distribuição de carga, estabilidade e drenagem adequada ao pavimento e sua seleção cuidadosa e o seu correto projeto e compactação são fundamentais para garantir a durabilidade, segurança e desempenho eficiente do pavimento. Todas as amostras analisadas obtiveram resultados ruins para o uso na base de pavimento, cabendo destacar o resultado das amostras IV e V, que foram nulos, ou seja, não são recomendados de forma alguma a utilização para esse tipo de empreendimento.

Os solos são importantes para pavimentos provisórios, fornecendo suporte de carga temporário, acesso temporário, proteção do subleito, flexibilidade e economia de custos, eles permitem a circulação segura de veículos e equipamentos durante a fase de construção ou eventos especiais, garantindo a eficiência e o sucesso das operações temporárias (BALBO, 2007.) Os resultados para todas as amostras foram ruins, ou seja, não é recomendável o uso para pavimentos provisórios, considerando a importância do mesmo para proteger o subleito, que é o solo natural, durante a fase de construção.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os sistemas avaliados, que incluem o American Association of State Highway and Transportation - Transportation Research Board (AASHTO-TRB), o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS) e o mapa pedológico disponibilizado pela EMBRAPA.

A comparação entre esses sistemas revelou que cada um deles oferece conclusões e recomendações específicas para os tipos de solos analisados. O método SUCS apresenta uma gama

Modelo de artigo adaptado de Revista de Geociências do Nordeste (*Northeast Geosciences Journal*). v. 7, nº 1 (2021). <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n01ID>. REGNE ISSN: 2447-3359.

mais ampla de recomendações voltadas para áreas de pavimentação, enquanto o mapa pedológico enfoca as características físicas do solo. O método AASHTO-TRB, por sua vez, possui poucas recomendações disponíveis na literatura, o que sugere a necessidade de mais ensaios para aprofundar o conhecimento sobre os solos estudados.

A aplicação desses sistemas permitiu avaliar a adequação dos solos para uso na construção civil, considerando características como compressibilidade, expansão, permeabilidade, drenagem e utilização em diferentes estruturas. Dentre as amostras analisadas, a amostra IV de Açailândia apresentou os melhores resultados em termos de recomendações, com características medianas de compressibilidade e aterro, além de boa estabilidade do aterro.

Para o mapa pedológico, todas as amostras apresentaram resultados positivos quanto a lixiviação e permeabilidade, enquanto as amostras II, IV e V foram classificadas como suscetíveis a erosão. Através do método AASHTO-TRB, as amostras I e IV obtiveram resultados considerados como excelente a bom para comportamento como subleito, enquanto as demais amostras apresentaram resultados sofríveis a mau.

Com base nos resultados obtidos, fica evidente a importância de um conhecimento adequado do comportamento dos solos para sua utilização em várias finalidades. Os sistemas de classificação geotécnica desempenham um papel fundamental nesse processo, fornecendo informações sobre o comportamento mecânico e hidráulico esperado dos solos quando submetidos a diferentes solicitações.

Portanto, este estudo contribui para avançar o conhecimento dos solos na região tocantina do Maranhão, fornecendo informações relevantes para futuros projetos e obras civis na área. A análise comparativa dos sistemas de classificação geotécnica utilizados destaca a importância de considerar múltiplos critérios e abordagens na caracterização e classificação dos solos, visando garantir a segurança e eficiência das construções.

Para trabalhos futuros projeta-se utilizar outras metodologias de classificações e recomendações de solos, para um maior aprofundamento, além de um número maior de amostras em outras cidade, para atingir uma área de abrangência maior.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todas as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho. Em especial, expresso minha gratidão ao meu orientador Lucas Manoel da Silva, por sua orientação valiosa e apoio contínuo ao longo deste projeto. Gostaria também de agradecer aos meus colegas de trabalho do laboratório, Franklin e Marcos Gabriel, pela colaboração, troca de conhecimentos e pela atmosfera positiva de trabalho em equipe.

Não posso deixar de mencionar a disponibilidade e apoio do IFMA por ceder o material necessário para a realização dos ensaios, o que foi fundamental para o desenvolvimento deste estudo. Além disso, agradeço à UEMASUL por disponibilizar o laboratório de geotecnia, proporcionando um ambiente adequado para a realização das análises e experimentos.

Sem a contribuição e suporte de todas essas pessoas e instituições, este trabalho não teria sido possível.

REFERÊNCIAS

ABNT - TÉCNICAS. NBR 6457: Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS Caracterização. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

. NBR 6459: Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

. NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

. NBR 7181: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

. NBRNM – ISSO3310 – Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Restauração. São Paulo: Editora: Editora Oficina de Textos, 2007.

BARNES, Graham. Mecânica dos Solos – Princípios e Práticas. São Paulo: Editora: GEN LTC, 2016.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: Formação Básica para Engenheiros . 2º Ed. Rio de Janeiro PETROBRAS: Abeda, 2022.

BICA, B.; LEON, H.; THOMAS, M.; BUDNY, J. ESTUDO COMPARATIVO DOS MÉTODOS GEOTÉCNICOS DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS PARA USO RODOVIÁRIO. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 7, n. 2, 27 fev. 2020.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. Princípios da Mecânica dos Solos e Fundações para a Construção Civil. 2ª ed. São Paulo: Editora: Blucher, 2016.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 1987.

CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos solos e suas aplicações, volume 1: fundamentos. Ed. 7. São Paulo. Editora: LTC, 2015.

DALLA ROZA, Ana Elza et al. ESTUDO COMPARATIVO DE DIFERENTES SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÕES GEOTÉCNICAS APLICADAS A SOLOS DO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA–MT Adriele Souza Prass.

DNIT (2006). Manual de pavimentação. Publicação IPR – 179. Ministério dos transportes.

Departamento nacional de infra-estrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias.

EMBRAPA. Mapa de Solos do Brasil. 2020. Disponível em:

http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3ABrasil_solos_5m_20201104#more. Acesso em: 22/04/2023.

GUERRA, Antônio José Teixeira, SILVA, Antônio Soares da; BOTELHO, Rosangela Garrido Macado. Erosão e Conservação dos Solos. Ed. 10. Rio de Janeiro: Editora: Bertrand Brasil, 1999.

HAVLIN, John.; TISDALE, Samuel L.; NELSON, Werner L. Soil Fertility and Fertilizers: An Modelo de artigo adaptado de Revista de Geociências do Nordeste (*Northeast Geosciences Journal*). v. 7, nº 1 (2021). <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n01ID>. REGNE ISSN: 2447-3359.

Introduction to Nutrient Management. Ed. 8. Editora: Prentice Hall, 2013.

JEFFERIES, Mike; BEEN, Ken. Soil Liquefaction: A Critical State Approach, Second Edition (Applied Geotechnics). Ed. 2. Editora: CRC Press, 2015

LIMITAÇÕES AO USO. Revista Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País, Rio de Janeiro, 2020.

MASSAD, Faïçal. Mecânica dos solos experimental / Faïçal Massad. -- São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

MEDINA, Jacques de; MOTTA, Laura Maria Goretti da. Mecânica dos Pavimentos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora: Editora Interciência, 2015.

NOGAMI, J.S.; VILLIBOR, D.F. Identificação Expedita dos Grupos da Classificação MCT para Solos Tropicais. In: COBRAMSEF – ABMS, 10., 1994, Foz do Iguaçu, Anais.

PINHEIRO JUNIOR, Carlos Roberto et al. SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E PINTO, Carlos de Sousa. Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas/ 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos et al. O Novo Mapa de Solos do Brasil: Legenda Atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

SILVA, Taciano Oliveira da et al. Sistemas de classificações geotécnicas de solos: estudo de caso aplicado à rodovia não pavimentada VCS 346, Viçosa, MG. Revista Árvore, v. 34, p. 313-321, 2010.

SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018.

SOUZA, Cristiano Márcio Alves de; RAFUL, Leidy Zulys Leyva; VIEIRA, Luciano Baião.

Deteminação do limite de liquidez em dois tipos de solo, utilizando-se diferentes metodologias. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, p. 460-464, 2000.

TEIXEIRA, Paulo César et al. Manual de métodos de análise de solo. 2017.

Modelo de artigo adaptado de Revista de Geociências do Nordeste (*Northeast Geosciences Journal*). v. 7, nº 1 (2021). <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n01ID>. REGNE ISSN: 2447-3359.

VILLIBOR, D.F et. al. Pavimentos de Baixo Custo para Vias Urbanas. 2ª Ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 196 p.

VILLIBOR, Douglas Fadul; NOGAMI, Job Shuji. Pavimentos Econômicos: tecnologia do uso dos solos finos lateríticos. Editora Arte & Ciência, 2009.

ANEXO A – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO AASHTO-TRB

CLASSIFICAÇÃO GERAL	MATERIAIS GRANULARES 35% (ou menos) passando na peneira Nº 200							MATERIAIS SILTO - ARGILOSOS			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A-7-5 A-7-6
CLASSIFICAÇÃO EM GRUPOS	A - 1 - A	A - 1 - B		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
Granulometria - % passando na peneira											
Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	30 máx.	51 min.								
Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características da fração passando na peneira Nº 40:											
Limite de Liquidez				40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
Índice de Plasticidade	6 máx.	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.*
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Materiais constituintes	Fragmentos de pedras, pedregulho fino e areia			Pedregulho ou areias siltosos ou argilosos				Solos siltosos		Solos argilosos	
Comportamento como subleito	Excelente a bom							Sofrível a mau			

Fonte: DNIT (2006)

ANEXO B – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO SUCS

SOLOS DE GRADUAÇÃO GROSSA: mais de 50% retido na peneira nº 200	Pedregulhos: 50% ou mais da fração graúda retida na peneira nº 4	Pedregulho sem finos	GW	Pedregulhos bem graduados ou misturas de areia de ped.com pouco ou nenhum fino.
			GP	Pedregulhos mau graduados ou misturas de areia e ped.com pouco ou nenhum fino.
		Pedregulho com finos	GM	Pedregulhos siltosos ou misturas de ped. areia e silte.
			GC	Pedregulhos argilosos, ou mistura de ped. areia e argila.
	Areias: 50% ou mais da fração graúda passando na peneira nº 4	Areias sem finos	SW	Areias bem graduadas ou areias pedregulhosas, com pouco ou nenhum fino.
			SP	Areias mau graduadas ou areias pedregulhosas, com pouco ou nenhum fino.
		Areias com finos	SM	Areias siltosas - Misturas de areia e silte.
			SC	Areias argilosas - Misturas de areia e argila.
SOLOS DE GRADUAÇÃO FINA: 50% ou mais passando pela peneira nº 200	SILTES e ARGILAS com $LL \leq 50$	ML	Siltos inorgânicos - Areias muito finas - Areias finas siltosas e argilosas.	
		CL	Argilas inorgânicas de baixa e média plasticidade - Argilas pedregulhosas, arenosas e siltosas.	
		OL	Siltos orgânicos - Argilas siltosas orgânicas de baixa plasticidade.	
	SILTES e ARGILAS com $LL > 50$	MH	Siltos - Areias finas ou siltos micáceos - Siltos elásticos.	
		CH	Argilas inorgânicas de alta plasticidade.	
		OH	Argilas orgânicas de alta e média plasticidade.	
	Solos Altamente Orgânicos		PT	Turfas e outros solos altamente orgânicos.

Fonte: DNIT (2006)