



**CENTRO
UNIVERSITÁRIO**



ENGENHARIA CIVIL
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

APLICAÇÃO DO MÉTODO DAS PASTILHAS PARA CLASSIFICAÇÃO DO SUBSOLO DO CAMPO EXPERIMENTAL DE ENGENHARIA DA FAG EM CASCABEL/PR

AMANDA MOTERLE BORGES¹; MAYCON ANDRÉ DE ALMEIDA²

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

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

RESUMO: As classificações geotécnicas surgiram com objetivo de associar distintos materiais que exibem características parecidas em comparação ao comportamento geotécnico. Entre essas classificações, destacam-se a classificação para fins rodoviários TRB (Transportation Reserach Board) e o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS – Unified Soil Classification System). Estas duas classificações apontam diferentes barreiras quando utilizada em solos tropicais, evento que levou alguns estudiosos brasileiros ao desenvolvimento de uma metodologia especial para estes solos, chamada de classificação MCT (Miniatura, Compactada, Tropical). Esta pesquisa utilizou o Método das Pastilhas, procedimento fácil e rápido de identificação geotécnica para realizar a classificação de nove amostras de solo, extraídas ao longo da profundidade, do campo experimental de engenharia do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG). Os resultados obtidos indicaram que 66% dos solos são classificados como argila e o restante como areia, entretanto, com o método utilizado foram possíveis verificar com sucesso que o solo possui realmente propriedades lateríticas.

PALAVRAS-CHAVE: Classificação geotécnica. Metodologia MCT. Método das pastilhas.

1. INTRODUÇÃO

No ramo da Engenharia Civil, os solos apresentam um comportamento muito complexo, podendo ser utilizados como componente de suporte em fundações e subleitos rodoviários, além de incorporar estruturas como aterros, barragens, muros de arrimos, entre outros (DORNELLES, 2017).

Venturini (2015) apresenta que, a classificação e identificação dos solos existentes na natureza são exigidas com o intuito de especificar solos com características geotécnicas comuns baseadas em ensaio simples de laboratório e análise tátil-visual. É por meio da classificação dos solos que facilita a solução de alguns problemas acessíveis e também de condizer na destinação de certo solo quando possuem várias opções de materiais a serem utilizados.

Segundo Dornelles (2017), os dois sistemas fundamentais de identificação dos solos para aplicação na área rodoviária são o Transportation Research Board (TRB) e o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS). O TRB foi desenvolvido para utilização em projetos de aeroportos e preza como critério de classificação a compressibilidade dos solos, a curva granulométrica, o índice de plasticidade e o limite de liquidez. Já o SUCS, estipula uma classificação para solos de subleito com suporte dos ensaios de análise granulométrica por peneiramento e determinação dos limites de consistência.

Os sistemas usuais de classificação de solos elaborados no exterior não têm sido suficientes quando executado em solos tropicais, em razão de freqüentemente as recomendações embasadas não corresponderem com o comportamento de muitos solos das rodovias brasileiras. Em virtude das limitações e falhas existentes na aplicação das classificações tradicionais para solos tropicais e com a finalidade de distinguir este tipo de solos dos outros, Nogami e Villibor (1981) produziram uma classificação chamada MCT (Miniatura, Compactada, Tropical) própria para solos tropicais.

Conforme Santos e Parreira (2015 *apud* NOGAMI e VILLIBOR, 1994), o Método Expedito das Pastilhas foi sugerido com o intuito de facilitar os métodos dos ensaios de classificação de solos tropicais, manuseando menor quantidade de amostra, treinamento de mão de obra simplificado, equipamentos mais acessíveis. Neste procedimento são analisadas as propriedades de permeabilidade, resistência e deformabilidade dos solos, por meio de medidas e observações realizadas em pastilhas de solos moldadas.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral classificar e identificar nove amostras de solos tropicais de Cascavel-PR através da Metodologia MCT pelo Método das Pastilhas.

Junto a isso, ressalta-se que para que este trabalho possa ter absoluto desfecho, possui como objetivo específico, a classificação dos solos pelo método das pastilhas e correlação das amostras de acordo com as duas classificações tradicionais de solos – Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) e Transportation Research Board (TRB) – para efeito de comparação com os resultados obtidos na Metodologia MCT.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Solos

Conforme Ortigão (2007), os solos são provenientes da deterioração da rocha através do intemperismo, sendo eles químicos ou físicos. O primeiro ocorre devido a incalculáveis evoluções químicas que solubilizam, modificam e depositam os minerais da rocha, decompondo-os em solo e é mais frequente nos climas úmidos e quentes. Já o intemperismo físico, é oriundo da ação mecânica desassociado de transporte do vento, da água, e da variação de temperatura.

O solo é classificado como um aglomerado de partículas provenientes da deterioração da rocha e são empregues como suporte para estruturas. É considerado de alta importância para o profissional engenheiro civil, já que o solo quando sujeito a carregamentos provenientes das fundações está submetido a esforços que tendem a cisalhá-lo e comprimi-lo. Essas ocorrências geram deformações que podem levar o solo à ruptura (ORTIGÃO, 2007).

Em hierarquia com Caputo (1988), as partículas que formam o solo apresentam sua natureza nos grãos minerais, os quais podem conter matéria orgânica. Nos grãos, os segmentos grossos possuem a predominância dos grãos silicosos e as porções argilosas pertencem aos grupos principais caolinita, illita e montmorilonita. As partículas possuem diversas formas com grandes interferências em suas propriedades, tais como, as partículas poliédricas ou arredondadas dominantes em siltes, areias e pedregulhos, as lamelares que dispõem as formas como responsáveis pelas características de plasticidade e compressibilidade e são encontradas nas argilas e a última forma relevante é a dos fibrilares, característicos de solos turfosos.

Caputo (1988) também apresenta os tipos de solos como residual, sedimentar ou de formação orgânica. Os residuais residem no local da rocha de origem com pouco transporte das partículas do solo, e dentro desse tipo de solo, os solos lateríticos possuem maior relevância. Os sedimentares são constituídos em um local, transportados e depositados em outro espaço. Já a formação do solo orgânico é através de formação, tanto de natureza vegetal como animal.

Colombelli e Almeida (2018 *apud* LAMBE, 1969) alegam que outros fatores, além da temperatura, têm sido benéficos para a evolução dos solos residuais no Brasil. Esse tipo de solo é típico de locais quentes, úmidos, com vegetação satisfatória para inibir sua mudança de local e favorável à meteorização química da rocha.

2.1.1 Solos tropicais

Os solos tropicais são detectados em territórios com propriedades climáticas tropicais e úmidas. Como efeito do processo de laterização, esses materiais podem relatar diferentes atitudes em relação às suas propriedades hidráulicas e mecânicas. Tal processo, determinado como latolização, acontece em locais onde os cátions básicos sofrem lixiviação, com acúmulo de resíduos de óxidos de ferro e de alumínio (DORNELLES, 2017).

Quanto à forma de ocorrência, segundo Santos (2006, *apud* NOGAMI E VILLIBOR, 1981) os solos de atuação laterítica formam a camada mais rasa das áreas que apresentam boa drenagem, caracterizados pela cor, onde prevalecem às tonalidades vermelho e amarelo. Repetidamente, sua espessura pode alcançar mais de 2 metros, porém pouquíssimas vezes ultrapassam 10 metros.

Aliás, os solos lateríticos são descritos pela sua macroestrutura visivelmente isotrópica e homogênea. As classes argilosas exibem aglomerações que produzem torrões, geralmente, resistentes à ação da água, e abundante quantidade de vazios completados por ar. Já nos solos arenosos, são encontrados vazios intergranulares. Devido a isso, os solos lateríticos são classificados como porosos em virtude da sua aparência macroscópica. Isso esclarece sua baixa massa específica aparente e elevada permeabilidade (DORNELLES, 2017).

Inclusive, em relação à sua distribuição geográfica, os solos lateríticos estão localizados, em geral, na área do planeta situada entre os trópicos. Essas regiões são reconhecidas por condições climáticas auspiciosas ao intemperismo rápido e intenso, percolação d'água, altas temperaturas, chuvas intensas e ambiente úmido (DORNELLES, 2017 *apud* BERNUCCI, 1995).

Segundo Colombelli e Almeida (2018 *apud* CINTRA, 1998), podem ser estipulados como solos colapsíveis aqueles que enfrentam bruscas e significativas contrações de volume ao serem umedecidos, sem que aconteça a modificação da tensão à qual estão sujeitas. Esses recalques ocorrem em solos não saturados e podem ser entrevistados nos cálculos de fundações.

Solos lateríticos são solos peculiares da ascensão em climas úmidos, quentes e invernos secos, que são vistos em regiões tropicais. Esses solos normalmente se manifestam não saturado e com alto índice de vazios, gerando uma pequena aptidão de sustentação, porém, quando são compactados, possuem uma alta capacidade e, assim, são bastante empregues no uso de pavimentações e aterros (COLOMBELLI e ALMEIDA, 2018 *apud* PINTO, 2006).

De acordo com Zen e Almeida (2018), a região em que Cascavel-PR está localizada é composta por solos lateríticos, significando que o solo é bastante permeável e poroso, uma vez que é a principal classe de solo detectado no Paraná, representando cerca de 30% do território estadual. Essa categoria de solo aponta baixos riscos de erosão e alta estabilidade, contudo, apresentam grande eficácia para resistir a carga de edificações e estradas, além de serem benéfico para a instalação de aterros sanitários.

2.2 Importância das classificações geotécnicas

Continuamente, os solos são utilizados como material de construção de rodovias compondo algumas de suas camadas (base, sub-base e reforço do subleito), além de formarem estruturas de contenção, aterros e barragens. No entanto, para que isto seja plausível, é primordial que o engenheiro tenha conhecimento das propriedades geotécnicas dos materiais inclusos na construção de pavimentação e obras de terra (SANTOS e PARREIRA, 2015).

Enquadrar e classificar um solo dentro de um grupo com peculiaridades semelhantes é uma das fases essenciais e preliminares para atingir o perfil do subsolo e escolher as amostras adequadas para os projetos de obras de engenharia, a fim de adotar um tipo de solo ou fazer um projeto baseando-se no mesmo (VENTURINI, 2015).

Segundo Santos e Parreira (2015, *apud* SÓRIA, 1985), para que uma identificação de solos seja adequada à engenharia, ela deve classificar solos de comportamentos parecidos para que quando se apresente um amplo número de amostras, sejam ensaiadas somente algumas que equivalham todos os solos que possuam o mesmo índice classificatório. Além do mais, a classificação deve permitir que, pela classe do solo, o engenheiro possa relacionar a conduta do material em questão com o de outros solos já explorado sendo capaz, assim, prever o comportamento do solo na obra.

Com o desenvolvimento do tamanho das edificações e obras de infraestrutura, em virtude do crescimento populacional e, desse modo, a expansão das cidades, o avanço geotécnico é excepcionalmente importante para assegurar a estabilidade de qualquer obra. Consequente, é necessário que todo engenheiro civil, tenha consciência de que quando se trabalha com solos, está lidando com um material de grande complexidade e de características variantes de acordo com a região, clima e topografia (ACHTERBERG, 2014).

Uma maneira lógica que os engenheiros encontraram para o diagnóstico dos materiais do subleito e pavimento das rodovias é a aplicação de alguns índices gerais, facilmente estabelecidos, que agrupassem os solos em conjuntos com características semelhantes e

permitissem, por meio de uma nomenclatura padrão, uma ágil identificação de seus aspectos de compressibilidade e resistência. Dessa maneira, produziram-se diversas classificações de solos embasados, quase sempre, nos índices físicos (MACHADO *et al.*, 2016).

2.3 Classificações geotécnicas tradicionais

A diversidade e a enorme diferença de comportamento retratado pelos diversos tipos de solos perante as solicitações de interesse da engenharia levaram a sua junção espontânea em conjuntos desiguais, aos quais podem ser atribuídas algumas propriedades. A partir dessa tendência lógica de organização da prática acumulada, surgiram os sistemas de classificação (BERNARDI, 2013 *apud* PINTO, 2000).

Assim, elaboraram-se diversas classificações de solos fundamentados, em geral, em índices físicos, visto que as mais fáceis utilizavam análise granulométrica, e as mais complexas, os limites de consistência e as análises granulométricas. No entanto, esses índices são escassos para uma identificação apropriada das propriedades de engenharia dos solos, porque representam ensaios realizados com amostras deformadas, não representando as propriedades do material “*in situ*”, sendo o seu trabalho bastante difundido por necessidades, inclusive, de caráter econômico (MACHADO *et al.*, 2016 *apud* FERNANDES, 2000).

As classificações intituladas como tradicionais elaboradas em países de clima temperado, são basicamente fundamentadas nas propriedades de limites de Atterberg e na composição granulométrica dos solos. As classificações mais difundidas no Brasil são o Sistema Unificado de Classificação de Solos (Unified Soil Classification System - SUCS), descrito pela norma americana D2488-69 (ASTM, 1980), e a classificação para finalidades rodoviárias da AASHTO, a Transportation Research Board (TRB), descrito pela norma, também americana, D3282-73 (ASTM, 1973) (SANTOS e PARREIRA, 2015).

Machado *et al.* (2016) aponta a classificação unificada dos solos, como sendo a mais apropriada a uma definição de solos com finalidades e usos gerais, enquanto a classificação TRB se adéqua melhor à avaliação do suporte, como aterros e estradas.

Ainda que os dois sistemas sejam conhecidos por classificações comuns, apresentam restrições quando utilizados para solos tropicais. Essas limitações dos métodos tradicionais aos solos tropicais ocorrem, essencialmente, devido às diferenças presentes entre a natureza da fração de areia e de argila dos solos de regiões tropicais. Essas diferenças são em virtude do processo de “laterização” que acontece em regiões úmidas onde os cátions básicos são lixiviados, com resultante concentração residual de óxidos de ferro e de alumínio. Essas

agregações certificam aos solos tropicais ótimas características mecânicas de compactação, para que quando compactado em boas condições, exista alta capacidade de suporte e baixa perda dessa competência quando imerso em água. As classificações tradicionais recomendam que solos arenosos, areno-argilosos e areno-siltosos dispõem uma qualidade de compactação significativamente maior em relação aos solos argilosos e siltosos (MACHADO *et al.*, 2016).

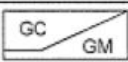
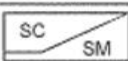
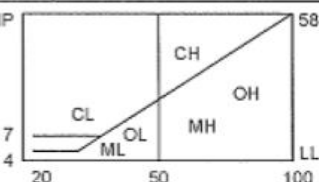
2.3.1 Sistema Unificado de Classificações de Solos – SUCS

Bianchi e Ramos (2013) declaram que Arthur Casagrande propôs o sistema unificado de classificações de solos (SUCS - Unified Soil Classification System). Este método de classificação emprega os limites de plasticidade e a curva granulométrica como critérios de determinação das classes. Para solos com granulometria mais fina, prioriza-se o critério de classificação segundo os limites de plasticidade. Já para solos com granulometria mais grossa e poucos finos, determina-se a curva granulométrica para definir sua classe.

Bernardi (2013) alega que conforme o manual do DNIT (2006), o SUCS respalda-se na identificação dos solos pela suas qualidades de plasticidade e de textura, e associa-os de acordo com suas atitudes quando utilizados em aterros, estradas, fundações e aeroportos.

Os solos estão subdivididos em 6 (seis) grupos, representados como: argilas e siltes orgânicos (O), argilas inorgânicas (C), siltes inorgânicos (M), areias (S) e pedregulhos (G). A tabela de classificação é apresentada na Figura 1, a qual o solo é representado por duas letras. A letra inicial indica qual o tipo predominante de solo, e a segunda condiz à plasticidade e às características granulométricas (ZEN e ALMEIDA, 2018).

Figura 1: Tabela de classificação SUCS.

% P #200 < 50	G > S : G	% P #200 < 5		GW	CNU > 4 e 1 < CC < 3	
				GP	CNU < 4 ou 1 > CC > 3	
		% P #200 > 12	5 < #200 < 12	GC		
				GM		
	S > G : S	% P #200 < 5		SW	CNU > 6 e 1 < CC < 3	
				SP	CNU < 6 ou 1 > CC > 3	
% P #200 > 12		5 < #200 < 12	SC			
			SM			
			SW-SC, SP-SC, etc.			
% P #200 > 50	C	CL				
		CH				
	M	ML				
		MH				
	O	OL				
		OH				

Fonte: Pinto (2002).

2.3.2 Sistema de Classificação Transportation Research Board - TRB

Com base nos limites de granulometria e Atterberg, tem-se o sistema de classificação dos solos, o qual é de aplicação rodoviária. A proposta do método consiste em determinar uma classificação para os solos do subleito das rodovias através de ensaios fáceis e realizados de maneira constante, isto é, realizava-se a análise granulométrica por peneiramento e sedimentação, além da indicação dos limites de liquidez e plasticidade (ZEN e ALMEIDA 2018, *apud* CHAVES, 2000).

Entretanto, em conformidade com Caputo (1988), TRB é uma modificação importante, na classificação primitiva Highway Research Board (HRB), diferenciando elas pela introdução do conceito de Índice de Grupos (IG). O IG é um número inteiro, que varia de 0 a 20, determinando a "capacidade de suporte" do terreno de fundação de um pavimento. Da mesma forma, o IG é representado por solos ótimos (IG=0) e solos péssimos (IG=20), calculados pela Equação 1.

$$IG = 0,2 \times a + 0,005 \times a \times c + 0,01 \times b \times d \quad (1)$$

Onde:

a=% do material que passa na peneira de nº 200, menos 35; caso essa % for >75, utiliza-se a=40; caso essa % seja <35, utiliza-se a=0;

b=% do material que passa na peneira de nº 200, menos 15; caso essa % for >55, utiliza-se b=40; caso essa % seja <15, utiliza-se b=0;

c=valor do limite de liquidez (LL) menos 40; caso o LL>60%, utiliza-se c=20; se o LL <40% utiliza-se c=0;

d=valor do índice de plasticidade (IP) menos 10; caso IP>30%, utiliza-se d=20; se o IP <10%, utiliza-se d=0;

Sugerido pela AASHTO (American Association of State Highway Officials), a classificação TRB é destinada no reconhecimento de solos para a realização de obras em pavimentos rodoviários em todo o mundo. Nessa classificação, os solos são separados de forma integral em dois grandes grupos: os materiais silto-argilosos (% passante na peneira nº200 > 35%), ou os materiais granulares (% passante na peneira nº 200 ≤ 35%). Do mesmo modo, pode ser explicado como, quanto maior for o número da classificação, mais fino o solo é, e quanto menor o número de classificação, mais granular é o solo, conforme demonstrado na Figura 2 (ZEN e ALMEIDA, 2018).

Figura 2: Tabela de classificação TRB.

CLASSIFICAÇÃO GERAL	MATERIAIS GRANULARES 35% (ou menos) passando na peneira Nº 200							MATERIAIS SILTO - ARGILOSOS			
CLASSIFICAÇÃO EM GRUPOS	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7 - 5 A - 7 - 6
	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 max.	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).

2.4 Ensaio de classificação MCT

Com a evolução dos países de clima tropical, e consequentemente com o alto número de obras geotécnicas, como barragens, estradas, e aterros, observou-se uma incoerência entre as características esperadas dos solos finos e as que realmente eles apresentam. Conceitos de pedologia e geologia passaram a ser essenciais para a geotecnia, quando se fala em compreender o mecanismo diferenciador na composição dos solos presentes nas regiões tropicais e sua influência no comportamento geotécnico (BERNARDI, 2013 *apud* BERNUCCI *et al.*, 2006).

Os solos são classificados a partir de suas propriedades físicas, granulométricas e limites de Atterberg, porém para a classificação MCT, desenvolvida por Nogami e Villibor, possuem características específicas, consequente da sua formação, ação de processos pedológicos e geológicos. Essa classificação é designada apenas para solos tropicais e desses solos existentes, sobressaem-se os saprolíticos e lateríticos (BIANCHI e RAMOS, 2013 *apud* LOLLO, 2008).

Santos e Parreira (2015) citam que com o objetivo de melhorar a caracterização e identificação dos solos tropicais, em meados da década de 80, Nogami e Villibor propuseram

um sistema de classificação chamado de M (Miniatura), C (Compactada), T (Tropical). O método, que opera com corpos de prova compactados de tamanhos reduzidos de 5 cm de diâmetro e 5 cm de espessura, permitindo avaliar especificidade fundamentais dos solos como expansão, contração, permeabilidade, coesão, coeficiente de penetração d'água, famílias de curvas de compactação e capacidade de suporte.

Conforme Santos (2006), nesta classificação, Nogami e Villibor propuseram dois grupos de solos que podem apresentar comportamento laterítico (L) ou comportamento não laterítico (N) subdivididos em sete grupos:

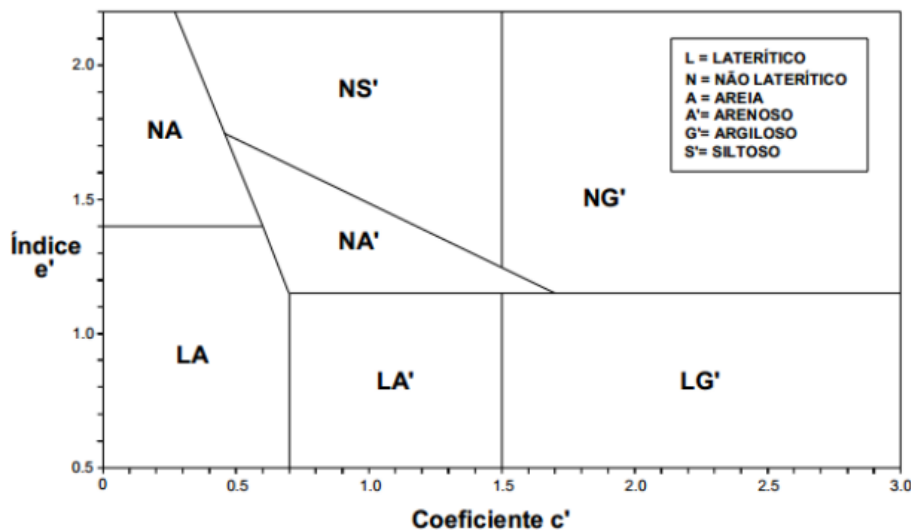
- **LA – Areias lateríticas:** estão classificadas, nesse grupo, areias com poucos finos de comportamento laterítico, como areias quartzosas e regosolos;
- **LA' – Solos arenosos lateríticos:** são solos tipicamente arenosos e conhecidos no Brasil por latossolos arenosos e solos podzólicos arenosos. Estes solos, também, possuem matizes vermelho e amarelo;
- **LG' – Solos argilosos lateríticos:** os solos pertencentes a este grupo são as argilas e argilas arenosas, que compõem os solos conhecidos pedologicamente por podzólicos, latossolos e terras roxas estruturadas;
- **NA – Areias não lateríticas:** é formado por siltes, areias, e misturas de siltes e areias, com grãos constituídos principalmente de mica e/ou quartzo;
- **NA' – Solos arenosos não lateríticos:** é composto por misturas de areias quartzosas de comportamento não laterítico, como solos saprolíticos originados de rochas ricas em quartzo;
- **NS' – Solos siltosos não lateríticos:** compreende os solos saprolíticos solto-arenosos peculiares, resultante do intemperismo tropical nas rochas metamórficas e eruptivas;
- **NG' – Solos argilosos não lateríticos:** este grupo apresenta os solos saprolíticos argilosos, provenientes de rochas sedimentares argilosas ou cristalinas.

Segundo Venturini (2015), a Metodologia MCT é constituída por diversos ensaios que podem tanto classificar solos de acordo com o comportamento laterítico ou não laterítico, quanto servir de padrões para dimensionamento de pavimentos e escolha de solos em obras de engenharia rodoviária. Ela é aplicada somente aos solos que apresentam no mínimo 95% de material passante na peneira de abertura nominal igual a 2 mm. O comportamento de solos

mais grossos não é previsível por este método, pois se despreza a influência da parte grossa no comportamento integral do solo.

Esse sistema possui a finalidade de aprimorar a caracterização dos solos tropicais devido a incompatibilidades quando comparados com os sistemas tradicionais (SUCS e TRB). Com base nos parâmetros de c' , associado à argilosidade, e do e' , relacionados à característica laterítica do solo, é capaz de classificar as amostras aplicando o ábaco de classificação, exibido na Figura 3 (NOGAMI e VILLIBOR, 1981).

Figura 3: Ábaco classificatório MCT.



Fonte: Nogami e Villibor (1981).

2.4.1 Método expedito das pastilhas

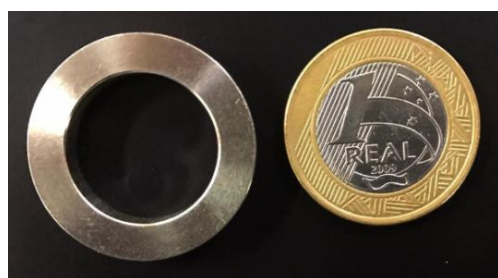
Recentemente, a classificação para solos tropicais vem sendo aprimorada e estudada com o intuito de facilitar os ensaios fundamentais para a classificação e proporcionar resultados coesos com a real atitude geotécnica dos solos nas obras de pavimentação. Deste modo, em virtude da classificação MCT, foi elaborada uma nova estratégia de classificação chamada de Método Expedito das Pastilhas (SANTOS, 2006).

Em conformidade com Nogami e Villibor (1994), este procedimento foi sugerido com o intuito de simplificar os métodos dos ensaios de classificação de solos tropicais. Além de utilizar uma quantia menor de material do que nos outros métodos, esta metodologia requer mão de obra com menor preparação, possui equipamentos mais simples e pode ser utilizado para fins gerais e classificatórios.

Nesta metodologia, também são considerados, principalmente, as propriedades de resistência, permeabilidade e deformabilidade solos, pelas de observações e medidas realizadas em pastilhas moldadas de solos (SANTOS, 2006).

O ensaio MCT consiste essencialmente na moldagem de corpos de prova em anéis de aço inox com aparência de "pastilhas" de dimensões de 20 mm de diâmetro e 5 mm de espessura (Figura 4), e nas medidas de penetração (consistência) e de contração diametral (Cd) das pastilhas (SANTOS e PARREIRA, 2015).

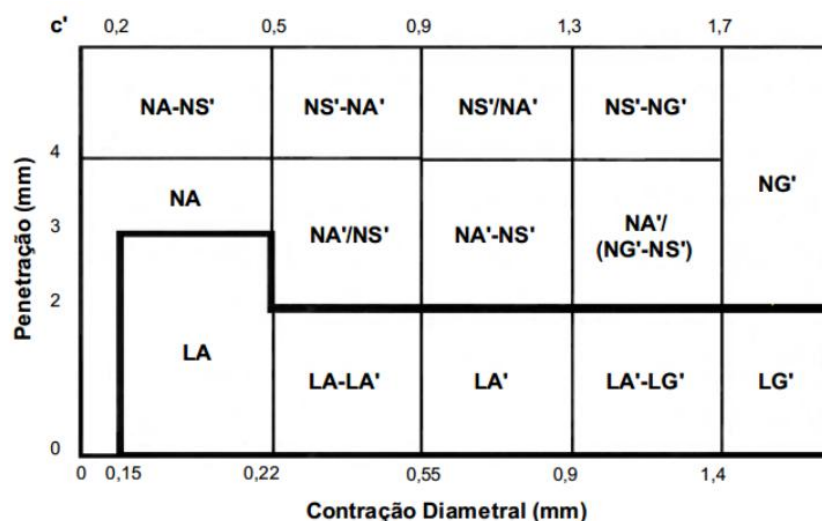
Figura 4: Pastilha.



Fonte: Autor (2019).

O solo é classificado a partir do Gráfico de Classificação do Método das Pastilhas (Figura 5) proposta por Nogami e Villibor (SANTOS e PARREIRA, 2015).

Figura 5: Ábaco classificatório do Método das Pastilhas.



Fonte: Nogami e Villibor (1994).

No topo do gráfico, estão localizados os valores do coeficiente c' , calculado através das Equações 2 e 3.

Para valores de contração (Cd) entre 0,1 e 0,5 mm, utiliza-se a Equação 2:

$$c' = \frac{\log Ct + 1}{0,904} \quad (2)$$

Para valores de contração (Cd) maiores ou iguais a 0,6 mm, utiliza-se a Equação 3:

$$c' = \frac{\log Ct + 0,7}{0,5} \quad (3)$$

Assim, é capaz de se classificar um solo de forma expedita, a partir dos valores de penetração e da contração diametral ou coeficiente c' (DORNELLES, 2017).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de um estudo que visa determinar as classificações dos solos pelo método MCT e relacionar com as classificações, do mesmo solo, pelos métodos tradicionais, a fim de confirmar sua eficaz. Para classificar o solo, a pesquisa foi realizada pelo método de ensaio MCT (miniatura, compactado, tropical), utilizando os ensaios conforme o método expedito das pastilhas proposto por Nogami e Villibor (1994). Já para os métodos tradicionais, foram utilizados os resultados apresentados por Zen e Almeida (2018), que apresenta os ensaios de curva granulométrica, sondagens SPT, subdivisão de camadas, índices físicos, gráficos LL e LP e a classificação do solo segundo TBR e SUCS.

A pesquisa foi realizada pelo método quantitativo. Segundo Ramos Busnello (2005), é aquilo que pode ser avaliado em números, classificado e analisado. Foi escolhido esse método, pois ao decorrer do trabalho todos os dados e resultados visaram encontrar valores de ordem numérica.

Esse trabalho aborda a análise de material de solo natural, através de coletas retiradas de apenas um ponto do Campo Experimental de Engenharia da FAG (CEEF), conforme a Figura 6.

Figura 6: Mapa com a localização do terreno.



Fonte: Google Maps (2019).

3.2 Caracterização do solo local

Para a caracterização física do solo local, são apresentados os resultados obtidos por Zen e Almeida (2018), que compreende nos ensaios de curva granulométrica, subdivisão de camadas, índices físicos, gráficos LL e LP e a classificação do solo segundo TBR e SUCS, sendo que é possível observar as variações que ocorrem de acordo à profundidade analisada de 15 metros.

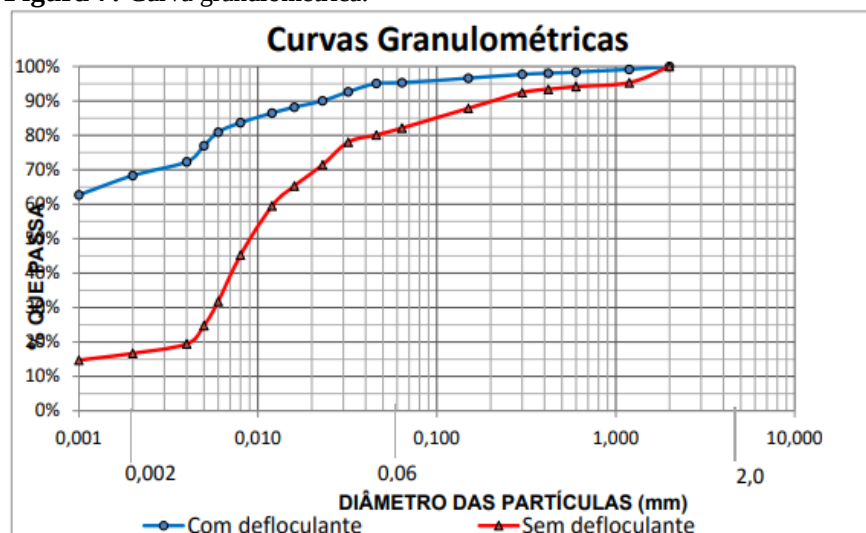
Zen e Almeida (2018), analisaram que a variação de resistência ao longo da profundidade deveu-se ao fato de o solo ser residual, apresentando esse comportamento de resistência crescente conforme se aumenta a profundidade. Observaram também que o nível de água encontrada no CEEF foi de 15 metros, sendo que essa variação é maior em solos finos devido aos efeitos de capilaridade presentes nos solos.

Logo, para os ensaios de granulometria conjunta foram determinadas as curvas granulométricas do solo (Figura 7), metro a metro, considerando ou não a influência da ação do defloculante no material.

Ao finalizar os dois procedimentos de granulometria conjunta, Zen e Almeida (2018) verificaram que os ensaios realizados sem a utilização do defloculante, nas camadas 1, 8, 9, 10 e 12 metros, possibilitam o cálculo do coeficiente de curvatura (C_c), enquanto nas demais profundidades isso não é possível. Já os ensaios realizados que utilizaram o defloculante, não é possível determinar o C_c e nem o coeficiente de não uniformidade (CNU) em nenhuma das camadas.

Isso ocorre devido ao solo ser muito fino, sua classificação de graduação do solo é considerada mal graduado devido a alta quantidade de finos presentes no solo, e a ausência de material granular, o que prejudica o contato entre os grãos e consequentemente sua resistência (ZEN e ALMEIDA, 2018).

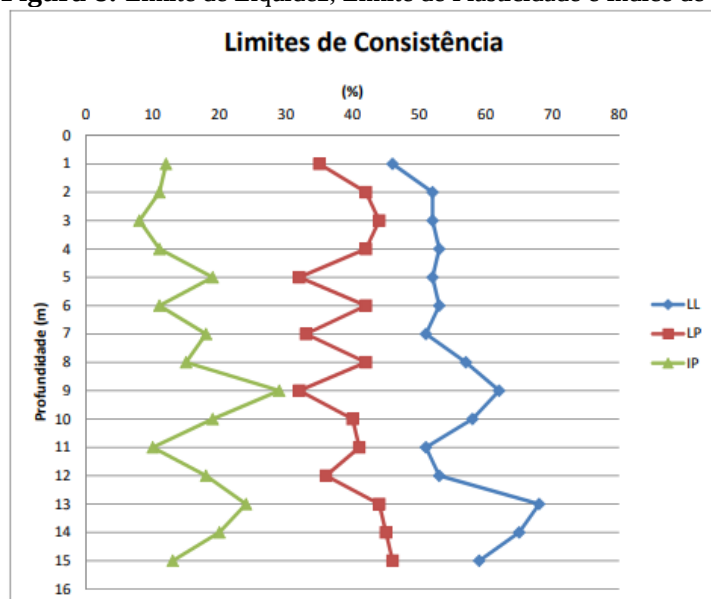
Figura 7: Curva granulométrica.



Fonte: Zen e Almeida (2018).

Os resultados adquiridos pelos autores para os índices de consistência (Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade) são mostrados na Figura 8.

Figura 8: Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Índice de Consistência.



Fonte: Zen e Almeida (2018).

O comportamento dos resultados ao longo da profundidade é semelhante, porém, entre o 8º e 12º metro há um comportamento não uniforme entre os resultados de LL e LP. No 9º metro pode ter ocorrido algum erro de determinação do LL, o que ocasionou uma leve alteração no resultado. A classificação do solo quanto à plasticidade é definida como solo de média plasticidade.

Com os resultados de granulometria conjunta, limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade, foi possível classificar o solo de acordo com, o sistema de classificação rodoviário (TRB) e com o Sistema Unificado de Solos (SUCS).

Zen e Almeida (2018) analisaram os resultados dos ensaios realizados com a utilização de defloculante, pode-se observar uma alta porcentagem de argila presente no solo, seguido de silte. Leva-se em consideração a utilização do hexametáfosfato de sódio, houve a dispersão de partículas. Portanto, a classificação do solo, de acordo com a curva granulométrica é argila silto arenosa.

Na classificação do solo conforme o SUCS foi possível identificar plasticidade do solo, comportamento, que resultou em CL (solos argilosos de baixa compressibilidade) para o primeiro metro e, para as demais profundidades resultou em CH (solos argilosos muito compressíveis).

Já na classificação TRB o solo em estudo é classificado como A-7-6, que o determina como argila siltosa medianamente plástica com pouco ou nenhum material grosso, que inclui material com elevado índice de plasticidade em relação limite de liquidez, estando sujeito a elevadas mudanças de volume.

Depois da realização dos ensaios de granulometria conjunta, peso específico dos grãos, peso específico natural, teor de umidade, as amostras foram divididas em 2 camadas, devido a sua resistência, para apresentar seus índices físicos, que pode ser demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios por camada.

VALORES MÉDIOS	CAMADA 1m A 9m	CAMADA 10m A 15m
w (%)	38,96%	58,04%
LL (%)	53,11	59 %
LP (%)	38,22	42%
IP (%)	14,89	17,33%
Argila (%)	70,07%	56,47%
Silte (%)	25,26%	34,63%
Areia (%)	4,67%	8,90%
Pedregulho (%)	0%	0%
Massa específica dos Sólidos (kN/m ³)	26,69	27,05
Consistência	Muito mole a média	Rija a Dura
Peso específico natural (kN/m ³)	16,68	16,16
Índice de vazios (e)	1,22	1,66

Fonte: Zen e Almeida (2018).

3.3 Realização dos ensaios de pastilhas

3.3.1 Coleta das amostras

Foram coletadas nove amostras de solo de um poço de inspeção. Esse poço foi aberto no Campo Experimental, e, durante a coleta, foram colocadas porções de solo em sacos plásticos, e enumeradas cada uma de acordo com a profundidade correspondente. Assim que as amostras foram levadas ao laboratório, o primeiro procedimento realizado foi levá-las a estufa e deixá-las por um período de 24 horas, para que no dia seguinte, pudesse ser realizado o peneiramento de cada amostra.

3.3.2 Instrumentos e procedimentos

3.3.2.1 Penetrômetro

Para que fosse possível realizar os procedimentos de ensaio, inicialmente foi entendido como funcionava o equipamento utilizado para as medições de penetrações. O aparelho é denominado como penetrômetro, que possui uma agulha para a penetração e um relógio com os valores apresentados em milímetros.

Primeiramente é realizado o nível do aparelho por intermédio de seus pés niveladores. Seguindo a isso, foi ligada a caixa de contato com o aparelho, sendo que um dos contatos é conectado com um dos pés niveladores e outro na chapa de inox ao lado do relógio, conforme Figura 9. A caixa de contato é utilizada para ajustar a altura da agulha de penetração, e quando essa agulha estiver em contato com o solo da pastilha irá acionar o bip, indicando que pode soltar a agulha.

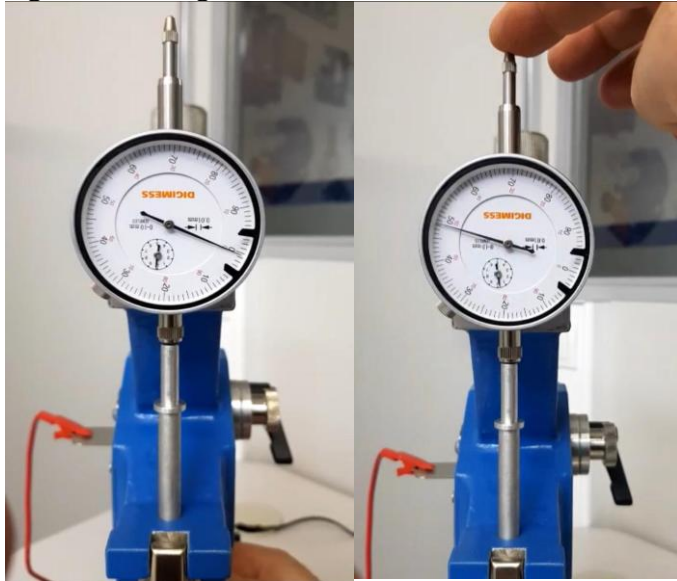
Figura 9: Equipamento penetrômetro e caixa de contato.



Fonte: Autor (2019).

Já em relação ao relógio, ele foi montado de forma que a haste de medição não fizesse peso na agulha, sendo assim, depois de soltar a agulha, para realizar a medição é apertada a haste do relógio para baixo e assim retirado o valor de penetração (Figura 10).

Figura 10: Relógio.



Fonte: Autor (2019).

3.3.2.2 Execução do ensaio

O ensaio das pastilhas foi realizado de acordo com o método proposto por Nogami e Villibor (1994), que consiste na preparação da amostra e da pasta, moldagem e secagem das pastilhas e reabsorção da água. Para a realização dos ensaios, foram adotados os seguintes procedimentos:

Para a preparação da amostra, inicialmente, foi feito o destorroamento das amostras e passou pela peneira de abertura de 0,42 mm. Após o peneiramento, separou-se cerca de 100g de material de cada amostra para o preparo das pastas, conforme a Figura 11.

Figura 11: Amostras dos solos.



Fonte: Autor (2019).

O preparo da pasta consistiu em umedecer levemente as 100g no recipiente em que estava, para que pudesse colocar essa massa, devidamente umedecida, sobre uma placa de vidro esmerilhada e espatular (Figura 12), com o objetivo de homogeneizar a amostra, a fim de que possa determinar a sua consistência, com o penetrômetro. Assim, realizou-se a montagem de uma pastilha de solo (Figura 12), para que o solo apresentasse característica visual laterítica e fosse para medição no penetrômetro (Figura 12).

Figura 12: Solo na placa esmerilhada, pastilha de solo e medição no penetrômetro.



Fonte: Autor (2019).

A pasta foi homogeneizada e realizaram-se três perfurações para cada amostra de solo. O ensaio pôde ser iniciado a partir do momento em que a média dessas três perfurações atingiram 1mm. Para que a mistura da pasta atinja 1mm, foi necessário adicionar água, medir a penetração, e caso tivesse ultrapassasse muito o valor, deixou secar ao ar, com o auxílio da placa esmerilhada, homogeneizou novamente e realizou a montagem da amostra para medir sua consistência. Para atingir o valor exato, foram testados diversos graus de umidificação do solo, cada momento atingia um valor, e para uma comum experiência, foi adotada a média para não possuir dispersão entre as amostras.

A moldagem das pastilhas consistiu em, retirar uma porção da pasta realizada, moldar uma esfera de tamanho, tal que forçado, em um anel pôde preenchê-lo completamente, ainda com que sobre para que sua superfície superior pudesse ser rasada apropriadamente. As pastilhas eram de aço inox, de 20 mm de diâmetro e 5 mm de espessura.

Logo que a penetração foi atingida, indicou que o solo estava pronto para estudo, assim, imediatamente foi feito a moldagem das pastilhas, para cada amostra de solo, foi moldada duas pastilhas para estudo, conforme Figura 13.

Em seguida, para a secagem dos anéis, foram colocadas as amostras de pastilhas em um suporte apropriado que permitiu mantê-los em posição horizontal constantemente. Conforme Nogami e Villibor (1994) propuseram, as amostras poderiam ser secas em estufa ou ao ar ambiente, sendo assim, as amostras 1, 2, 5, 6 e 9 foram levadas a estufa a 60°C, mantendo-as por 6 horas e, já as amostras 3, 4, 7 e 8 foram secas por 12 horas ao ar ambiente.

Para medir a contração das amostras, utilizou-se um paquímetro digital, e após as amostras serem retiradas da estufa (Figura 13), foi realizada a medição. O valor da contração corresponde à distância máxima entre a borda interna do anel e a borda externa da pastilha. O valor foi determinado com a relação do diâmetro seco da amostra e o diâmetro interno de 20mm da pastilha, tendo assim a contração diametral (Cd).

Figura 13: Amostras úmidas e secas.



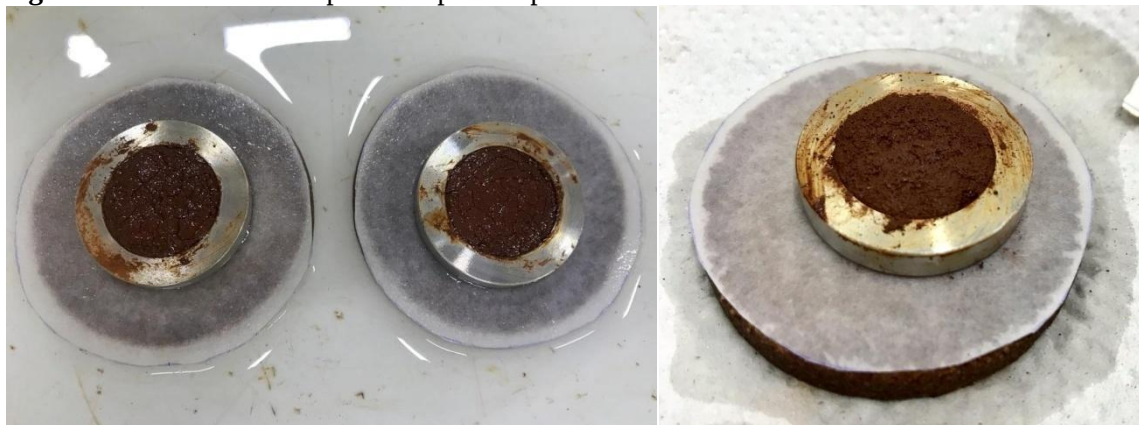
Fonte: Autor (2019).

Já na fase de reabsorção das pastilhas, foram transferidas as amostras (solo + anel) para a superfície de uma pedra porosa saturada. As pedras foram colocadas em um recipiente com água cuja superfície da pedra estivesse 5mm sobre o nível d'água. Entre as amostras e a pedra, possuía um pedaço de papel filtro para que o solo não infiltrasse na pedra. Assim, conforme a Figura 14, as amostras foram deixadas em repouso por duas horas.

Foi efetuada, após retirar as amostras do repouso (Figura 14), a medida das penetrações dessas amostras. Para essa medição, também se realizou três perfurações e fez à média, anotando os resultados.

Para todos os passos, foi analisado se ocorreu alguma alteração nas amostras, como por exemplo, trincamentos ao secar e inchamentos na fase de reabsorção da água.

Figura 14: Amostras em repouso e após o repouso.



Fonte: Autor (2019).

3.4 Análise dos dados

Após a coleta de dados e os procedimentos de ensaios realizados, com os resultados obtidos, as amostras foram classificadas quanto ao sistema de classificação MCT, proposto por Nogami e Villibor (1994). Seguido a isso, foi comparado os resultados dessa classificação, com os resultados apresentados por Zen e Almeida (2018) pelas classificações TRB e SUCS, além de comparar com outras bibliografias de trabalhos realizados com solos da mesma região.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização do solo pelo Método das Pastilhas

O estudo descrito no presente trabalho tratou-se de uma determinação de valores para a caracterização do solo. Para isso, a pesquisa foi realizada pelo método de ensaio MCT (miniatura, compactado, tropical), utilizando os ensaios conforme o método expedito das pastilhas proposto por Nogami e Villibor (1994).

Conforme o descrito, o método foi realizado com a utilização de nove amostras de solos. Essas amostras foram separadas conforme sua profundidade, sendo, a amostra 1 da profundidade de 1 metro, até a amostra 9 com profundidade de 9 metros. De acordo com as medições feitas, neste método, são determinados os parâmetros de contração e penetração.

Para obter-se a contração, foi realizada a medição do diâmetro após a amostra ser seca, e comparado com o diâmetro inicial, a fim de que soubesse a contração final, já para a

penetração, obteve-se uma média de três perfurações em cada amostra, para chegar ao valor final. Estes valores e a classificação dos solos estão apresentados na Tabela 2.

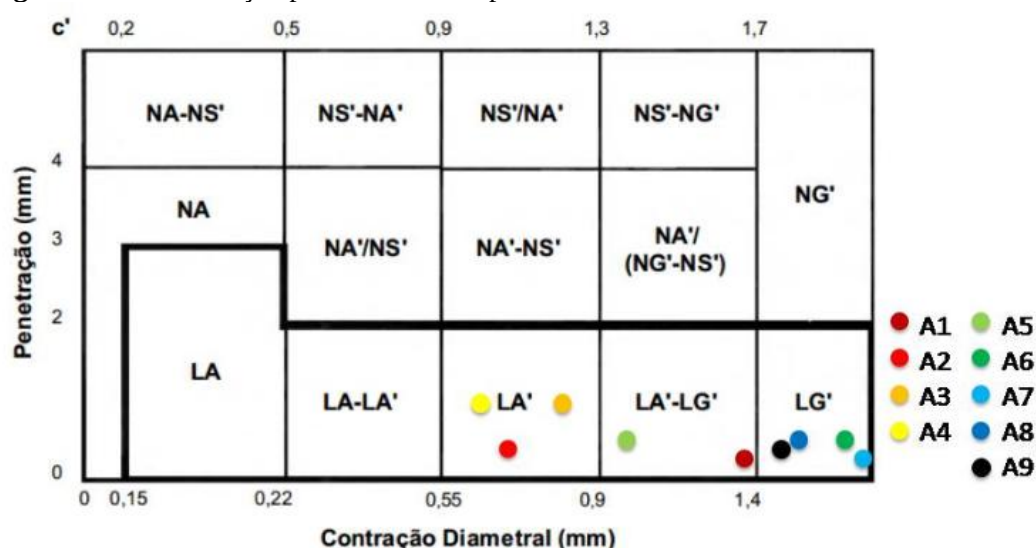
Tabela 2: Valores pelo método das pastilhas.

CLASSIFICAÇÃO MCT					
Prof.	DIÂMETRO ÚMIDO	DIÂMETRO SECO	CD	PENETRAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO MCT
1	20mm	18,61mm	1,39mm	0,16mm	LA'-LG'
2	20mm	19,33mm	0,67mm	0,24mm	LA'
3	20mm	19,25mm	0,75mm	0,83mm	LA'
4	20mm	19,38mm	0,62mm	0,83mm	LA'
5	20mm	18,97mm	1,03mm	0,3mm	LA'-LG'
6	20mm	18,27mm	1,73mm	0,38mm	LG'
7	20mm	18,25mm	1,75mm	0,12mm	LG'
8	20mm	18,42mm	1,58mm	0,36mm	LG'
9	20mm	18,44mm	1,56mm	0,32mm	LG'

Fonte: Autor (2019).

Assim, todos os solos foram classificados como solos de comportamento laterítico. As amostras 1 e 5, apresentaram nomenclatura e comportamento do solo como LA'-LG', solos arenosos argilosos. Já as amostras 2, 3, e 4, foram classificadas como solos arenosos (LA'). Enquanto as demais equivalem a classificação de solos argilosos (LG'). A Figura 15 ilustra o ábaco de classificação dos solos estudados de acordo com o Método das Pastilhas.

Figura 15: Classificação pelo método das pastilhas.



Fonte: Autor (2019).

Para confirmar os resultados das amostras classificadas como LA', foi realizado novamente o ensaio das amostras 2, 3 e 4, pois poderia ter ocorrido alguma falha nos

processos. Porém o resultado não foi diferente, ainda assim, esses solos se classificaram como areia, podendo ter justificativa de alguma alteração ou mistura de solos nessas amostras.

4.2 Correlação SUCS, TRB e MCT

Após a realização do Método das Pastilhas foi possível comparar a classificação dos solos obtidos através desta metodologia, com as classificações tradicionais. A Tabela 3 apresenta este comparativo.

Assim, é possível perceber que 66% das amostras, se enquadram em grupos de características semelhantes nas quatro metodologias de classificação. Entretanto, isso não indica uma concordância entre as classificações. Enquanto estes solos se assemelham, as amostras 2, 3 e 4 se enquadram como areia, o que difere totalmente as propriedades deles.

Tabela 3: Correlação dos métodos.

CORRELAÇÃO				
Prof.	CLASSIFICAÇÃO	SUCS	TRB	MCT
1	Argila silto arenosa	CL	A-7-6	LA'-LG'
2	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LA'
3	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LA'
4	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LA'
5	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LA'-LG'
6	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LG'
7	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LG'
8	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LG'
9	Argila silto arenosa	CH	A-7-6	LG'

Fonte: Autor (2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As classificações geotécnicas tradicionais utilizadas aos solos tropicais não representam o real comportamento destes insumos nas obras. Assim, a Classificação MCT, criada especialmente para visualizar o comportamento, laterítico ou não laterítico, dos solos tem sido um meio bastante utilizado por profissionais engenheiros civis. Contudo, por causa da sistemática de ensaios fundamentais para a aplicação da metodologia de classificação destacada acima, algumas facilidades têm sido propostas para a identificação do comportamento dos solos tropicais.

O Método das Pastilhas é sugerido como uma desses ensaios de simplificações e é o método utilizado para a realização desse artigo. Segue as fundamentações elaboradas por Nogami e Villibor (1994) sobre a classificação de solos tropicais. Junto a isso, trouxe também os resultados das mesmas amostras, porém classificadas pelos métodos tradicionais SUCS e TRB, com os resultados obtidos em Zen e Almeida (2018).

Este artigo teve como objetivo apresentar a relação do método expedito, com as classificações tradicionais. Utilizando o método das pastilhas para realizar a classificação de nove amostras de solo, extraídas ao longo da profundidade, do campo experimental de engenharia do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG). Para isso, foram extraídos os valores de contração diametral das amostras e também sua penetração quando úmidas em um penetrômetro.

Os resultados apresentaram características dos solos semelhantes com os métodos tradicionais. Algumas amostras foram desconsideradas pela justificativa de alguma alteração nas amostras coletadas, podendo ser mistura de solos, resíduos e entre outros.

A partir do exposto, pode-se afirmar a importância da realização de ensaios geotécnicos e classificação dos solos, para que quando for utilizado, esteja confirmado o real comportamento dele. Assim, todos os solos foram classificados como solos de comportamento laterítico. Duas amostras apresentaram nomenclatura e comportamento do solo como LA'-LG', solos arenosos argilosos. Três amostras foram classificadas como solos arenosos (LA') enquanto as demais equivalem à classificação de solos argilosos (LG').

Sendo assim, diante dos resultados apresentados é de suma importância salientar que o procedimento foi realizado com precisão, porém, para que fossem confirmados os resultados obtidos, seria interessante a nova realização dos ensaios com novas amostras do mesmo solo.

REFERÊNCIAS

- ACHTERBERG, Henrique Arthur. **Estudo sobre aplicação da classificação geotécnica MCT para um solo residual de Santa Cruz do Sul-RS**. 2014, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul.
- BERNARDI, Cândida. **Estudo de misturas de solo argiloso laterítico com agregados finos para uso em pavimentos econômicos**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí - RS.

BIANCHI, Louise Hellena; RAMOS, Marjorie dos Santos. **Correlação com parâmetros de colapsibilidade de um solo da região de Campinas/SP**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., 1988.

COLOMBELLI, Isabella Camilotti; ALMEIDA, Maycon André de. **Estudo da resistência lateral de uma estaca hélice contínua monitorada em Toledo-PR**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DOS TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

DORNELLES, Lucas Eduardo. **Aplicação da metodologia MCT na classificação de solos no noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Maria.

MACHADO, Amanda Caldas; *et al.* Estudo comparativo entre a classificação MCT e os sistemas tradicionais de classificações geotécnicas para solos brasileiros. In: **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**, 2016, Belo Horizonte – MG.

NOGAMI, Job Shuji; VILLIBOR, Douglas Fadul. Identificação expedita dos grupos da classificação MCT para solos tropicais. In: **Anais do X Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações**, Foz do Iguaçu – PR, 1994, v.4, pp. 1293-1300.

NOGAMI, Job Shuji; VILLIBOR, Douglas Fadul. Uma nova classificação de solos para finalidades rodoviárias. 1981. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia**, Rio de Janeiro – Rio de Janeiro.

ORTIGÃO, J.A.R. **Introdução à mecânica dos solos dos estados críticos**. 3 ed. Terratek, 2007.

PINTO, C.S. **Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

RAMOS, Paulo; RAMOS, Magda Maria; BUSNELLO, Saul José. **Manual prático de metodologia da pesquisa: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese**. 2005.

SANTOS, Eliana Fernandes dos. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de classificações geotécnicas aplicadas aos solos tropicais**. 2006. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SANTOS, Eliana Fernandes dos Santos; PARREIRA, Alexandre Benetti. Estudo comparativo de diferentes sistemas de classificações geotécnicas aplicadas aos solos tropicais. In: **Reunião Anual de Pavimentação e Encontro Nacional de Conservação Rodoviária**, 2015, Foz do Iguaçu – PR.

VENTURINI, Jéssica Anversa. **Aplicação da metodologia MCT para classificação de alguns solos e rochas da região de Santa Maria**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Maria.

ZEN, Beatriz Anne Bordin; ALMEIDA, Maycon André de. **Implantação e Caracterização Geotécnica do Campo Experimental de Engenharia do Centro Universitário Assis Gurgacz em Cascavel/PR**. 2018. COBRAMSEG, Salvador, Bahia.