

SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÕES GEOTÉCNICAS DE SOLOS: ESTUDO DE CASO APLICADO À RODOVIA NÃO PAVIMENTADA VCS 346, VIÇOSA, MG¹

Taciano Oliveira da Silva², Carlos Alexandre Braz de Carvalho³, Dario Cardoso de Lima³, Maria Lúcia Calijuri³, João Luiz Lani⁴ e Tales Moreira de Oliveira⁵

RESUMO – Este artigo aborda uma contribuição às classificações geotécnicas tradicionais de solos *Unified Soil Classification System* (USC), *Transportation Research Board System* (TRB) e a Metodologia Miniatura, Compactado, Tropical (MCT) para um caso aplicado à rodovia municipal não pavimentada VCS 346, no Município de Viçosa, MG, considerando-se várias amostras deformadas de solos coletadas no subleito da referida via. Os principais objetivos deste estudo residem na contribuição de um banco de dados geotécnicos sobre classificações de solos tropicais, bem como na verificação de possíveis agrupamentos entre os sistemas geotécnicos tradicionais de classificação e a metodologia MCT. O programa de laboratório envolveu a realização dos seguintes ensaios: (i) granulometria conjunta; (ii) limites de Atterberg (LL e LP); (iii) massa específica dos grãos do solo; (iv) compactação Mini-MCV; e (v) perda de massa do corpo-de-prova por imersão em água. Os resultados possibilitaram verificar que, após a classificação das amostras, vários agrupamentos entre os sistemas de classificações geotécnicas tradicionais coincidiram com aqueles já apresentados na metodologia MCT e, considerando a pedogênese da região de Viçosa, MG, para o grupo NG', houve a contribuição dos grupos SC, SM e CL do Sistema USC e do grupo A-4 do Sistema TRB.

Palavras-chave: Classificações geotécnicas de solo, Metodologia MCT e Solos de subleito.

GEOTECHNICAL SOIL CLASSIFICATION SYSTEMS: CASE STUDY APPLIED TO THE VCS 346 UNPAVED ROAD, VIÇOSA, MG

ABSTRACT – This paper addresses a contribution to the traditional geotechnical soil classifications systems USC (*Unified Soil Classification*) and TRB (*Transportation Research Board*), and the MCT methodology (*Miniature, Compacted, Tropical*) applied to a case study involving the laboratory geotechnical characterization of disturbed samples from the subgrade of the VCS 346 municipal unpaved road, located in Viçosa – MG. The main goals of this study are to contribute to the formation of a database directed to the geotechnical classification of tropical soils as well as to verify possible groupings among the traditional classification systems and the MCT methodology. The laboratory testing program encompassed: (i) grain-size distribution; (ii) Atterberg limits (LL and PL); (iii) unit weight of solid mater; (iv) mini-MCV compaction; and (v) specimen loss of weight via water immersion. After soil samples classifications, the results of this research supports that several groupings between the traditional geotechnical classifications coincided with those proposed in MCT methodology, and considering the region of Viçosa's pedogenesis, regarding the group NG ' there was an addition of the groups SC, SM and CL from the USC System and of the group A-4 from the TRB System.

Keywords: Geotechnical soil classification systems, MCT methodology and Subgrade soils.

¹ Recebido em 22.06.2008 e aceito para publicação em 14.10.2009.

² Campus Alto Paraopeba, CAP. Universidade Federal de São João Del-Rei, UFSJ, Ouro Branco - MG, Brasil. E-mail: <taciano@ufsj.edu.br>.

³ Departamento de Engenharia Civil, DEC. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG, Brasil. E-mail: <cabraz@ufv.br>, <declima@ufv.br> e <calijuri@ufv.br>.

⁴ Departamento de Solos, DPS. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa - MG, Brasil. E-mail: <lani@ufv.br>.

⁵ Bahia Specialty Cellulose/Copener, Alagoinhas - BA, Brasil. E-mail: <tales_oliveira@bahiaspeccell.com>.



1. INTRODUÇÃO

As estradas exercem importante papel no desenvolvimento econômico e social de um país. No Brasil, o transporte rodoviário é considerado a principal via de integração do país, fundamental no escoamento da produção industrial e agrícola brasileira (TRINDADE et al., 2005).

Os solos resultam do intemperismo por desagregação e alteração das rochas. A intensidade dos processos intempéricos está diretamente associada com os seguintes fatores: material de origem (rocha), relevo, clima, organismos vivos e tempo. Em projetos de estradas, que se caracterizam por apresentar grandes extensões no sentido longitudinal, os solos encontrados nos subleitos dessas vias, devido às suas peculiaridades físico-químicas e mineralógicas, apresentam em geral comportamentos geotécnicos bastante diferenciados. De acordo com Machado et al. (2007), os parâmetros físicos de um solo são indicadores do seu comportamento mecânico e estão relacionados às suas propriedades químicas.

Identificar e classificar os solos são trabalhos essenciais em quase todos os estudos geotécnicos para a construção de barragens, cortes e aterros, fundações de grandes estruturas e obras viárias (COZZOLINO e NOGAMI, 1993). Para o engenheiro civil que atua na construção de estradas, essa ação possibilita selecionar segmentos homogêneos de rodovias, conferindo a eles importantes suportes para a tomada de decisão, no que diz respeito ao projeto de pavimentos.

A diversidade e a enorme diferença de comportamento apresentada pelos diversos solos perante as diferentes finalidades de interesse da engenharia levaram a um natural agrupamento deles em conjuntos distintos, aos quais podem ser atribuídas determinadas propriedades geotécnicas. É dessa tendência racional de organização da experiência acumulada que surgiram os sistemas de classificação dos solos (PINTO, 2000).

Do ponto de vista da engenharia, um sistema de classificação pode ser baseado no potencial de determinado solo para uso em camadas de um pavimento, fundações ou como outro material de construção. Devido à natureza extremamente variável do solo, é inevitável que em qualquer classificação ocorram casos em que é difícil se enquadrar o solo em uma única categoria, ou seja, sempre vão existir situações em

que determinado solo poderá ser classificado como pertencente a dois ou mais grupos. Do mesmo modo, o mesmo solo pode ser inserido em grupos que pareçam radicalmente diferentes, em diversos sistemas de classificação.

Os dois sistemas de classificação de solos mais difundidos no meio geotécnico são o *Unified Soil Classification (USC)* e o *Transportation Research Board (TRB)*. Tais sistemas se baseiam nos Limites de Atterberg (LL e LP) e na granulometria dos solos e foram criados com finalidades viárias e desenvolvidos na década de 40 do século passado por solicitações dos americanos, em razão da necessidade de se construir inúmeras pistas de pouso e decolagem durante a Segunda Guerra Mundial.

Deve-se ressaltar que esses dois sistemas de classificação foram desenvolvidos em países de clima temperado, podendo não apresentar resultados satisfatórios quando utilizados na classificação de solos tropicais, principalmente os de comportamento laterítico, segundo a visão de Nogami e Vilibor, cuja gênese é bastante diferenciada da apresentada nos solos de clima temperado. Devido à grande ocorrência de solos lateríticos no Brasil, foi elaborado um sistema de classificação especialmente para solos tropicais, qual seja: *Miniatura, Compactado, Tropical (MCT)*. Esse sistema de classificação começou a ser desenvolvido no Brasil na década de 1970, sendo apresentada oficialmente por Nogami e Vilibor (1980).

O sistema de classificação MCT, contudo, apresenta algumas limitações, como número de golpes requeridos no ensaio de compactação Mini-MCV, grande quantidade de dados e curvas a serem manipulados e tempo necessário para a classificação dos solos em torno de 48 h. Isso dificulta não apenas o seu emprego, mas também a disseminação desse sistema de classificação para a finalidade em vista. Dessa forma, vários pesquisadores, como Marson (2004), estudaram essa classificação, a fim de torná-la mais abrangente e menos trabalhosa, com procedimentos mais simples, visando promover uma classificação mais precisa e tendo em vista as diferenças de comportamento entre classes genéticas de solos.

Diante do exposto, buscou-se, nesta pesquisa, encontrar outros agrupamentos entre as classificações geotécnicas tradicionais USC e TRB e a metodologia

MCT propostos por Nogami e Villibor (1995). Para tal fim, realizou-se uma caracterização geotécnica do subleito de um trecho da rodovia não pavimentada VCS 346, localizada no Município de Viçosa, MG. Destaca-se que a cidade de Viçosa apresenta clima classificado como tropical de altitude, com inverno seco e verão com alta intensidade pluviométrica, sendo do tipo mesotérmico úmido Cwa, segundo a classificação de Köppen (GOLFARI, 1975). A precipitação média anual é de 1.221 mm (DNM, 1992).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Solos

As amostras deformadas de solo utilizadas neste trabalho foram coletadas no subleito da plataforma da estrada vicinal não pavimentada VCS 346, localizada na área rural da cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. De cada ponto de coleta, extraíram-se aproximadamente 40 kg de solo, em profundidades variando na faixa de 60 a 80 cm. O leito da via em estudo encontrava-se sobre uma camada de saibro espalhada sem qualquer controle executivo. Nesta pesquisa, foram utilizadas 12 amostras de solos, visto que a pretensão do trabalho foi verificar os agrupamentos propostos por Nogami e Villibor (1995), utilizando-se alguns tipos de solos do Município de Viçosa, MG.

2.2. Métodos

Inicialmente, as amostras de solos foram secas ao ar, destorroadas, passadas na peneira #4 (4,8 mm) e acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas, para serem empregadas em vários ensaios geotécnicos.

2.2.1. Ensaios de caracterização geotécnica

Os ensaios geotécnicos para a caracterização tradicional das amostras foram os que seguem: granulometria conjunta (ABNT, 1984a), limites de Atterberg (ABNT, 1984bc) e massa específica dos grãos do solo (ABNT, 1984d).

2.2.2 Classificação MCT

As amostras de solo referenciadas anteriormente também foram identificadas, segundo a Metodologia MCT. Para isso, realizaram-se os ensaios de Mini-MCV

e perda de massa por imersão, conforme os procedimentos prescritos em DNER (1996), com necessárias consultas complementares a DNER (1994a-d).

2.2.2.1 Ensaio de compactação Mini-MCV e moldagem dos corpos-de-prova

As amostras utilizadas neste ensaio foram passadas na peneira #10 (2,0 mm). O ensaio Mini-MCV consiste, basicamente, da compactação de corpos-de-prova em dimensões reduzidas (diâmetro de 50 mm), em energias variáveis, até alcançar a exsudação ou o número de 256 golpes. É executado com energia de compactação variável e massa úmida de solo constante, obedecendo-se às seguintes etapas: (i) pesagem de, no mínimo, cinco porções de solo, cada uma com 1 kg, e armazenamento dessas em sacos plásticos, com posterior adição de água, de modo a se obterem teores de umidade crescentes, mantendo-se as porções fechadas em embalagens plásticas até o início do processo de compactação; (ii) pesagem de 200 g de solo para cada teor de umidade, iniciando-se o processo de compactação pelo ponto mais úmido; (iii) aplicação de números sucessivos de golpes, medindo-se as alturas dos corpos-de-prova a cada 4n golpes; (iv) encerramento do processo de compactação quando a diferença de altura ($A_n - A_{4n}$) for menor que 0,1 mm, quando ocorrer exsudação ou quando o número de golpes totalizar 256; e (v) repete-se a sequência de (i) a (iv) para outros teores de umidade.

Para cada amostra analisada foram confeccionados cinco corpos-de-prova compactados dinamicamente, para diversos números de golpes, com variação de umidade em torno de 2% em cada corpo-de-prova, sendo esses compactados na ordem do mais úmido para o mais seco.

2.2.2.2. Ensaio de perda de massa por imersão

Finalizada a compactação Mini-MCV dos corpos-de-prova, estes foram preparados para a obtenção da perda de massa por imersão em água. O procedimento utilizado consistiu em promover a extrusão de cerca de 10 mm do corpo-de-prova do molde metálico, colocando-se em seguida o conjunto na posição horizontal dentro de um recipiente com água, com uma cápsula para a coleta do material desprendido da porção exposta do corpo-de-prova. Cada amostra foi deixada em imersão por um tempo em torno de 20 h, com uma lâmina de água de, aproximadamente, 1 cm acima da superfície externa do molde.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Considerações iniciais

As amostras de solo 1, 2, 4, 5, 10, 11 e 12 foram pedologicamente classificadas como Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), apresentando horizonte B textural pela translocação de argila do horizonte A para o horizonte B. De acordo com Carvalho Filho (1989), mineralogicamente essas amostras podem apresentar quartzo, caulinita e gibbsita nas frações silte e argila. Na fração areia, é possível constatar a presença de pseudomorfo de mica. Em relação aos óxidos de ferro, a hematita é a forma mais dominante, ocasionando tonalidades mais avermelhadas e havendo, também, goethita.

Os solos 3, 8 e 9 foram pedologicamente classificados como Cambissolos Latossólicos (CL), apresentando horizonte A com alguns centímetros de espessura e horizonte B incipiente maior do que 50 cm. Os CL são formados a partir do rejuvenescimento dos latossolos devido à erosão geológica. São solos rasos e expostos frequentemente à erosão, com manto de intemperismo do horizonte C bem profundo que, às vezes, se mostra na superfície.

Os solos 6 e 7 foram pedologicamente classificados como Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA), sendo considerados bastante intemperizados e lixiviados, com perfis profundos ou muito profundos de sequência de horizontes A-B-C, com horizonte B latossólico. Mineralogicamente, apresentam predominância de caulinita, goethita, hematita e traços de gibbsita. A maior presença de hematita confere a esses materiais tonalidade mais avermelhada (TRINDADE, 2006).

Na Tabela 1, encontram-se informações sobre a distribuição granulométrica (ABNT, 1995), os limites de Atterberg e o peso específico dos grãos das amostras de solos estudadas.

3.2. Resultados das classificações USC e TRB

A tabela 2 contém os resultados das classificações USC e TRB das amostras de solos investigadas nesta pesquisa.

A Tabela 3, retirado do Manual de Pavimentação do DNIT (2006), contém a correlação entre as classificações de solo USC e TRB. Verifica-se, através desse quadro, que os resultados encontrados das amostras estudadas foram condizentes com a referida literatura.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios geotécnicos: granulometria, limites de Atterberg e peso específico dos grãos dos solos.
Table 1 – *Geotechnical testing data: grain-size distribution, Atterberg limits, specific weight of the grains of soil.*

Propriedades Analisadas	Amostras de Solos											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Granulometria ABNT (%)												
Argila ($\phi \leq 0,002$ mm)	40	50	18	55	44	15	49	26	66	55	74	67
Silte ($0,002 < \phi \leq 0,06$ mm)	22	15	23	17	31	28	17	21	4	15	4	2
Areia fina ($0,06 < \phi \leq 0,2$ mm)	18	18	19	15	9	22	14	21	14	7	4	13
Areia média ($0,2 < \phi \leq 0,6$ mm)	18	16	36	12	15	34	18	31	15	20	16	17
Areia grossa ($0,6 < \phi \leq 2$ mm)	2	1	4	1	1	1	2	1	1	3	2	1
Pedregulho ($\phi > 2$ mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LL (%)	50	51	35	72	61	65	54	46	65	57	59	65
LP (%)	26	33	35	44	24	44	34	27	42	45	41	32
IP (%)	24	18	0	28	37	21	20	19	22	12	18	33
γ_s (kN/m ³)	26	28	22	28	28	24	29	29	27	28	23	31

Tabela 2 – Classificação dos solos segundo os sistemas USC e TRB.
Table 2 – *Soils classification according to the USC and the TRB Systems.*

Classificações	Designação das Amostras											
	Solo 01	Solo 02	Solo 03	Solo 04	Solo 05	Solo 06	Solo 07	Solo 08	Solo 09	Solo 10	Solo 11	Solo 12
Geotécnicas Tradicionais												
USC	CL	MH	SM	MH	CH	SM	MH	SC	MH	MH	MH	CH
TRB	A-7-6	A-7-5	A-4	A-7-5	A-7-6	A-7-5	A-7-5	A-7-6	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5

Tabela 3 – Inter-relações entre a classificação de solo USCS e TRB.*Table 3* – Interrelations among the USC and TRB soil classification systems.

Classificação TRB	Classificação Unificada		
	Mais provável	Possível	Possível, mas improvável
A-1-a	GW – GP	SW – SP	GM – SM
A-1-b	SW – SP – GM – SM	GP	—
A-3	SP	—	—
A-2-4	GM – SM	GC – SC	GW – GP – SW – SP
A-2-5	GM – SM	—	GW – GP – SW – SP
A-2-6	GC – SC	GM – SM	GW – GP – SW – SP
A-2-7	GM – GC – SM – SC	—	GW – GP – SW – SP
A-4	ML – OL	CL – SM – SC	GM – GC
A-5	OH – MH – ML – OL	CL – SM – SC	GM – GC
A-6	CL	ML – OL – SC	GC – SM – SC
A-7-5	OH – MH	ML – OL – CH	GM – SM – GC – SC
A-7-6	CH – CL	ML – OL – SC	OH – MH – GC – GM – SM

Fonte: DNIT, 2006.

Source: DNIT, 2006.

3.3. Resultados da classificação empregando-se a metodologia MCT

Na Tabela 4, encontram-se informações sobre a classificação das amostras segundo a Metodologia MCT.

Observa-se na Tabela 4 que alguns valores do coeficiente c' , que se correlacionam com a granulometria do solo, tiveram valores numéricos mais altos que o valor-limite de 2,5, determinado pelo ábaco de classificação MCT. O procedimento utilizado nesta pesquisa como forma de minimizar essa restrição, após a repetição dos ensaios Mini-MCV das referidas amostras, foi a utilização do valor máximo referente a esse

coeficiente no ábaco apresentado na Figura 1. O valor da deformação entre uma leitura e a seguinte, de 0,05 mm/golpes, de acordo com Nogami e Villibor (2000), para finalizar o ensaio Mini-MCV é muito baixo, alcançando-se na maioria das vezes a série de 256 golpes, quando o material não exsuda antes pelo topo e, ou, base do cilindro, o que causa curvas de deformabilidade quase sempre com descontinuidade acentuada, embutindo determinado grau de complexidade na determinação do parâmetro c' .

Na Figura 1, plotam-se as amostras de solo analisadas, segundo as suas classificações MCT (NOGAMI e VILLIBOR, 1995) e numerações preestabelecidas.

Tabela 4 – Índices classificatórios e classificação das amostras segundo a Metodologia MCT.*Table 4* – Qualifying indexes and samples classification following the MCT Methodology.

Amostras	Índices classificatórios				Classificação MCT
	c'	d'	Pi (%)	e'	
Solo 01	2,44	28,8	123,00	1,24	NG'
Solo 02	2,89	64,2	98,00	1,09	LG'
Solo 03	2,00	9,40	284,00	1,71	NG'
Solo 04	3,67	66,2	22,00	0,81	LG'
Solo 05	2,44	21,3	0,00	0,98	LG'
Solo 06	2,56	19,2	104,50	1,28	NG'
Solo 07	2,33	21,7	10,00	1,00	LG'
Solo 08	2,00	35,7	107,00	1,18	NG'
Solo 09	2,78	42,5	0,00	0,78	LG'
Solo 10	1,78	13,6	10,00	1,10	NG'
Solo 11	2,44	38,0	27,00	0,93	LG'
Solo 12	3,11	51,5	0,00	0,73	LG'

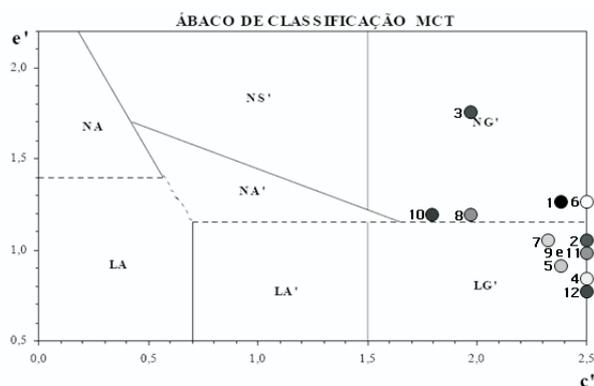


Figura 1 – Ábaco para classificação segundo a Metodologia MCT, com a localização das 12 amostras de solo analisadas.

Figure 1 – Abacus for MCT soil classification showing location of each of the tested soil samples.

3.4. Comparação entre os resultados das classificações USC e TRB e da Metodologia MCT

A Tabela 5 contém os resultados das classificações pedológicas USC, TRB e MCT e da característica do greide da estrada nos pontos de coleta das amostras de solo analisadas.

Considerando os resultados apresentados na Tabela 5, segundo a Metodologia MCT, pode-se afirmar que os materiais estudados variaram de argilas lateríticas a não lateríticas, de acordo com o TRB, entre os grupos A-7-5 e A-7-6, com apenas uma amostra pertencente ao grupo A-4. Pelo Sistema USC, o grupo predominante foi o MH, assim como pela classificação pedológica se verificou a presença marcante de Argissolo Vermelho-Amarelo.

Com as constatações apresentadas na tabela 5, procedeu-se à elaboração das Tabelas 6 e 7, em que se agruparam os resultados das duas classificações geotécnicas tradicionais com aqueles da Metodologia MCT e as recomendações de Nogami e Vilibor (1995), respectivamente.

Tabela 5 – Resultados das classificações pedológicas USC, TRB e MCT e da característica do greide da estrada nos pontos de coleta das amostras de solo.

Table 5 – Results of pedological, USC, TRB and MCT classifications and the road grade characteristics at the soil samples collection localizations.

Designação das amostras	Característica do Greide da estrada	Classificações geotécnicas tradicionais		Classificação MCT	Classificação Pedológica
		USCS	TRB		
Solo 01	Plano	CL	A-7-6	NG'	Argissolo Vermelho-Amarelo
Solo 02	Plano	MH	A-7-5	LG'	Argissolo Vermelho-Amarelo
Solo 03	Plano	SM	A-4	NG'	Câmbissolo latossólico
Solo 04	Plano	MH	A-7-5	LG'	Argissolo Vermelho-Amarelo
Solo 05	Plano	CH	A-7-6	LG'	Argissolo Vermelho-Amarelo
Solo 06	Plano	SM	A-7-5	NG'	Latossolo Vermelho-Amarelo
Solo 07	Plano	MH	A-7-5	LG'	Latossolo Vermelho-Amarelo
Solo 08	Plano	SC	A-7-6	NG'	Câmbissolo latossólico
Solo 09	Declive suave	MH	A-7-5	LG'	Câmbissolo latossólico
Solo 10	Plano	MH	A-7-5	NG'	Argissolo Vermelho-Amarelo
Solo 11	Aclive suave	MH	A-7-5	LG'	Argissolo Vermelho-Amarelo
Solo 12	Aclive suave	CH	A-7-5	LG'	Argissolo Vermelho-Amarelo

Tabela 6 – Resultados dos agrupamentos observados nos sistemas USC e TRB e a Metodologia MCT dos solos analisados.
Table 6 – Results of observed groupings of the analysed soil samples regarding USC and TRB Systems and the MCT Methodology.

Classificações geotécnicas tradicionais	Classe e grupos da classificação MCT	
	Não laterítico	Laterítico
	NG'	LG'
Classificação USCS	CL SM SC MH	MH CH
Classificação TRB	A-4 A-7-5 A-7-6	A-7-5 A-7-6

Tabela 7 – Agrupamento de solos entre a Metodologia MCT e os Sistemas USC e TRB, segundo Nogami e Villibor (1995).
Table 7 – Soils grouping between the MCT Methodology and the TRB and USC Systems according to Nogami and Villibor (1995).

Classificações geotécnicas tradicionais	Classes e grupos da classificação MCT						
	Não laterítico				Laterítico		
	NA	NA'	NS'	NG'	LA	LA'	LG'
Classificação USCS	SP SM	MS SC	SM, CL ML, MH ML	MH CH	SP SC	SC	MH ML CH
Classificação TRB	A-2	A-2 A-4 A-7	A-4 A-5 A-7-5	A-6 A-7-5 A-7-6	A-2	A-2 A-4	A-6 A-7-5

Comparando os resultados da Tabela 6 com as proposições apresentadas na Tabela 7, no grupo LG' verificou-se que os agrupamentos obtidos são semelhantes aos apresentados por Nogami e Villibor (1995). Entretanto, considerando o processo geológico e, ou, pedológico típico da região de Viçosa, MG, no grupo NG' houve a contribuição dos grupos SC, SM e CL do Sistema USC e do grupo A-4 do Sistema TRB. As propriedades dos grupos de solos apresentados podem ser assim sumarizadas (DNIT, 2006): (i) SC – areias argilosas e misturas de areia e argila; (ii) SM – areias siltsosas, misturas de areia e silte; (iii) CL – argilas inorgânicas de baixa e média plasticidades, argilas pedregulhosas, arenosas e siltsosas; (iv) A-4 – silte não plástico ou moderadamente plástico, incluindo, também, misturas de solo fino siltsoso com até 64% de areia e pedregulho retidos na #200; (v) NG' – argilas, argilas arenosas e argilas siltsosas; e (vii) LG' – argilas e argilas arenosas.

4. CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa representam uma contribuição aos agrupamentos propostos por Nogami e Villibor (1995), visto que no grupo NG' da classificação

MCT foram acrescentados os grupos SC, SM e CL do Sistema USC e o grupo A-4 do Sistema TRB. Entretanto, os procedimentos metodológicos para identificação dos solos pelos sistemas TRB, USC e MCT são muito distintos. Analisando as propriedades granulométricas desses grupos de solo, concluiu-se que é possível correlacioná-los.

Entretanto, destaca-se que prever o comportamento mecânico de solos tropicais através dos Sistemas USC e TRB é uma prática que tem suscitado críticas nos meios geotécnicos e rodoviários brasileiros, haja vista que eles se baseiam apenas nas propriedades físicas (granulometria e limites de Atterberg), enquanto na classificação MCT foram investigadas as propriedades mecânicas e hidráulicas dos solos.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de pesquisa ao primeiro autor; e à Universidade Federal de Viçosa (UFV), através do Departamento de Engenharia Civil, pelo suporte na coleta das amostras deformadas de solos e nos ensaios geotécnicos de laboratório.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Análise granulométrica, solos, método de ensaio**, NBR 7181/84.. Rio de Janeiro: 1984a. 15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Solo, determinação do limite de liquidez**, NBR 6459/84. Rio de Janeiro: 1984b. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Solo, determinação do limite de plasticidade**, NBR 7180/84. Rio de Janeiro: 1984c. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Solo, determinação da massa específica aparente**, NBR 6508/84. Rio de Janeiro: 1984d. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Rochas e solos: terminologia**, NBR 6502/95. Rio de Janeiro: 1995.18p.

CARVALHO FILHO, A. **Caracterização mineralógica, química e física de solos de duas unidades de paisagem do Planalto de Viçosa-MG**. Viçosa, MG: 1989. 114p.

COZZOLINO, V. M. N.; NOGAMI, J. S. **Classificação geotécnica MCT para solos tropicais. Solos e Rochas**, v.16, n.2, p.77-91, 1993.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **Coleta de amostras deformadas de solos**, DNER – PRO 003/94. Rio de Janeiro: 1994a. 4p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **Compactação em equipamento miniatura, solos, método de ensaio**, DNER – ME 228/94. Rio de Janeiro: 1994b. 14p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **Solos compactados com equipamento miniatura – determinação da perda de massa por imersão, solos, método de ensaio**, DNER – ME 256/94. Rio de Janeiro: 1994c. 6p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **Solos compactados em equipamento miniatura – mini-mcv, solos, métodos de ensaio**, DNER. – ME 258/94. Rio de Janeiro: 1994d. 14p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **Classificação de solos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos-de-prova compactados em equipamento miniatura**, DNER – CLA 259/96. Rio de Janeiro: 1996. 6p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - DNM. **Normais climatológicas (1961 a 1990)**. Brasília: 1992. 84p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de pavimentação**. Publicação IPR-719. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2006. 274p.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado - Projeto de Desenvolvimento de Pesquisa Florestal, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).

MACHADO, C. C.; PIRES, J. M. M.; PEREIRA, R. S. **Comportamento físico e ambiental de resíduos sólidos em pavimentos de estradas florestais. Revista Árvore**, v.31, NUMERO, p.679-684, 2007.

MARSON, M. **Análise crítica da classificação MCT para solos tropicais**. 2004. 216f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2004.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. **Caracterização e classificação gerais de solos para pavimentação: Limitações do método tradicional, apresentação de uma nova sistemática**. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 15., 1980, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 1980.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. **Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos**. São Paulo: Villibor, 1995. 240p.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. Nova conceituação do coeficiente c' da classificação geotécnica MCT. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 32., 2000, Brasília. **Anais...**[S.l.: s.n], 2000. v.1. p.34-41.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos**. LOCAL: Oficina de Textos, 2000. 247p.

TRINDADE, T. P. et al. Estudo da durabilidade de misturas solo-rbi grade 81 com vistas à aplicação em estradas florestais e camadas de pavimentos convencionais. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.592-600, 2005.

TRINDADE, T. P. **Caracterização tecnológica de solos residuais estabilizados quimicamente com vistas a aplicações em estradas e em obras geotécnicas de caráter ambiental**. 2006. 254p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.