

Emprego da Classificação Geotécnica MCT – Miniatura, Compactado, Tropical na Previsão do Comportamento Geomecânico de Horizontes Pertencentes às Áreas com Potencial para Expansão Urbana no Município de São Bernardo do Campo-SP.

Aloá Dandara de Oliveira de Souza

Universidade Federal do ABC, Santo André, Brasil, aloadandara@aluno.ufabc.edu.br

Cláudia Francisca Escobar de Paiva

Universidade Federal do ABC, Santo André, Brasil, claudia.paiva@ufabc.edu.br

RESUMO: Os levantamentos de campo, as análises laboratoriais e as investigações sobre o comportamento geomecânico das unidades mapeadas nas áreas com potencial para expansão urbana no município de São Bernardo do Campo – SP, visam enfatizar a relação entre as propriedades dos materiais e o comportamento dos terrenos quanto à suscetibilidade aos processos geodinâmicos mais frequentes no território nacional. Desta forma, as informações sobre o comportamento geomecânico dos solos tropicais quando adequadamente analisadas, podem subsidiar tomadas de decisão no âmbito da Geologia de Engenharia Ambiental, destacando-se, entre outros, o adequado uso do solo para ocupação urbana e rural, assim como, a avaliação da sua maior ou menor suscetibilidade aos processos geodinâmicos superficiais (erosões, escorregamentos, colapsos, etc.). Os ensaios para classificar os solos tropicais, previstos neste trabalho, foram realizados dentro dos conceitos estabelecidos pela metodologia de Classificação MCT- Miniatura, Compactado, Tropical (NOGAMI e VILLIBOR, 1980 e 1981). Sabe-se que a metodologia MCT leva em conta parâmetros relativos à gênese dos solos como o grau de erosão associado aos mesmos, possibilitando uma visão global e realística de como os solos tropicais comportam-se sob o ponto de vista geomecânico. Além da classificação MCT, os horizontes analisados foram também submetidos às classificações SUCS (Sistema Unificado de Classificação de Solos) e HRB (*Highway Research Board*).

PALAVRAS-CHAVE: Classificação geotécnica MCT, solos tropicais e áreas de expansão urbana.

1 INTRODUÇÃO

A classificação dos solos tropicais presentes em áreas de risco destaca-se como uma necessidade do meio técnico-científico, uma vez que as instabilidades de taludes/encostas estão entre os principais impactos ambientais da atualidade. O objetivo de caracterizar e classificar os solos é a possibilidade de realizar previsões do seu comportamento geomecânico em obras de engenharia e meio ambiente, entre outras aplicações.

A classificação de um horizonte tropical, isto é, a determinação da categoria de comportamento geomecânico à qual um solo pertence, é precedido pela determinação das características dos solos e, por conseguinte, a distinção entre horizontes com comportamento, gênese e características geológico-geotécnicas diversas. Desta forma, pode-se dizer que, a base da caracterização é a descrição das características e/ou aspectos considerados importantes para um determinado sistema classificatório. Pelo exposto, pode-se concluir

que uma sequência lógica e, portanto, coerente para a classificação final dos horizontes retrata-se pelas seguintes ações sequenciais: descrição, caracterização e classificação dos solos.

Historicamente, desde o fim da década de 30, tem-se notado em território nacional algumas incoerências com o uso da mecânica dos solos tradicional na previsão do comportamento geomecânico dos solos tropicais. Segundo Nogami & Villibor (1995), tais incoerências devem-se às peculiaridades dos solos e do ambiente tropical, destacando-se: a constituição mineralógica, a fábrica (esqueleto ou arcabouço) e as propriedades índices desses solos. Por outro lado, destaca-se, no território nacional, como um dos mais importantes problemas ambientais, a presença de inúmeras áreas de risco aos movimentos de massa, com nítidas tendências de agravamento dos processos geodinâmicos. Desta forma, pode-se dizer que os processos geodinâmicos no Brasil tem se tornado cada vez mais frequentes, em especial, nos grandes centros urbanos, onde há o agravante da ocupação de regiões mais frágeis e suscetíveis aos riscos geológico-geotécnicos. No ano de 2010, foram relatadas situações de risco relacionadas à erosão, escorregamentos e solapamentos de margens de córregos em aproximadamente 1400 municípios brasileiros (27,3%) (IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2010). Dados levantados por Carvalho & Galvão em 2006, já apontavam que os municípios mais atingidos por desastres naturais localizam-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná, Bahia, Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Paraíba e Ceará.

Por conseguinte, descrever, caracterizar e classificar horizontes pedológicos tropicais pertencentes às áreas mais suscetíveis aos processos geodinâmicos mostra-se extremamente importante nos estudos que envolvem e discutem acidentes geológico-geotécnicos, em especial, nos trabalhos para a realização de mapeamentos geotécnicos. E ainda, o uso de sistemas classificatórios, baseados em uma abordagem predominantemente experimental, mais adequada à realidade tropical e, portanto, às

peculiaridades dos solos tropicais, podem contribuir de forma acentuada para o melhor entendimento do comportamento geomecânico dos solos pertencentes a áreas de risco.

2 ÁREA DE ESTUDO

No município de São Bernardo do Campo – SP podem ser observados três grandes compartimentos geomorfológicos (IPT, 1990): as Colinas de São Paulo, a Morraria do Embu, onde a maioria dos assentamentos, sujeitos aos processos geodinâmicos, ocupam os trechos menos favoráveis deste compartimento e a Serra do Mar, onde não se registra ocupação significativa.

Geologicamente, identificam-se substratos rochosos constituídos por xistos e micaxistos, em geral estáveis, e observam-se também grande quantidade de depósitos artificiais de cobertura, constituídos por aterros lançados durante os processos de ocupação e de implantação das moradias e por lixo que, segundo Cerri *et al* (2010), é gerador de grande parte dos processos geodinâmicos registrados no município.

Com o intuito de verificar quais são as variáveis de maior influência no comportamento geomecânico *in situ* dos solos pertencentes às áreas de estudo, amostras representativas das unidades geológico-geomorfológicas foram coletadas em diferentes pontos ao longo das áreas de interesse para o projeto (áreas previamente delimitadas pela equipe do projeto em conjunto com técnicos da prefeitura do município de São Bernardo do Campo). Portanto, sendo o trabalho de caráter experimental, diversas campanhas de campo foram realizadas, visando não só a descrição dos horizontes, como também coletas de amostras georreferenciadas (Figuras 1 a 4).

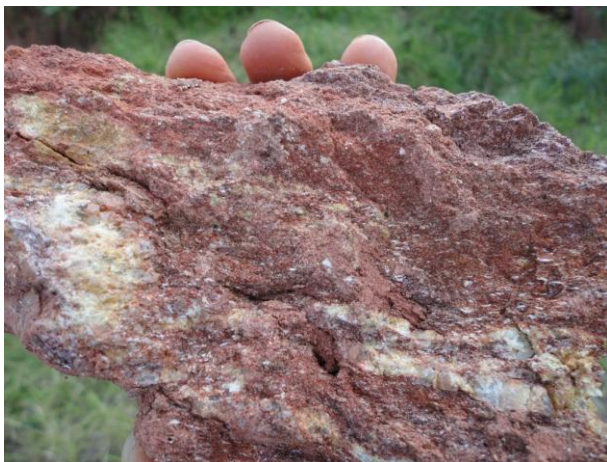


Figura 1. Amostra 01- Solo residual silte-arenoso, heterogêneo, decomposição de Micaxisto (Parque Ideal - SBC-SP).



Figura 4. Amostra 04-Solo Aluvial - Silte Argiloso (Nova Canaã - SBC-SP).



Figura 2. Amostra 02 - Areia siltosa com pedregulho (Jd. Nova Canaã - SBC-SP) -Terraço.



Figura 3. Amostra 03 - Horizonte de alteração de Granito: solo saprolítico residual areno-siltoso (Parque São Jorge – SBC-SP).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados a Classificação Geotécnica MCT-Miniatura, Compactado Tropical (Nogami e Villibor, 1980, 1981), além do ábaco classificatório MCT-Modificado proposto por Vertamatti (1988), que inclui a gênese dos solos transicionais.

As amostras coletadas foram também submetidas as classificações SUCS - Sistema Unificado de Classificação de Solos e HRB - *Highway Research Board* (AASHTO).

Observou-se nos levantamentos de campo que as áreas com potencial para expansão urbana do município de São Bernardo do Campo - SP apresentam, entre os processos geodinâmicos possíveis para as áreas delimitadas, feições erosivas em horizontes expostos. Desta forma, buscando avaliar a representatividade e as variações da erodibilidade dos horizontes investigados com os demais parâmetros geotécnicos e os comportamentos observados *in situ*, confrontam-se, neste trabalho, as classificações utilizadas e seus respectivos índices classificatórios.

No caso da suscetibilidade à erosão, as propriedades geotécnicas básicas consideradas importantes são: análise granulométrica, índice de vazios, estrutura do solo, parâmetros de plasticidade (Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade), além de outras propriedades que podem ser avaliadas pelo emprego de ensaios específicos, como por exemplo, Inderbitzen,

Infiltrabilidade, Perda de Massa por Imersão, Grau de desagregação, etc. Na realidade, vale destacar que, não existe um único índice que mede a erodibilidade do solo de maneira simples, padronizada e universal.

4 RESULTADOS

As amostras coletadas foram submetidas aos ensaios de caracterização preconizados pelas Normas Brasileiras da ABNT.

Nas Tabelas 1 e 2, estão apresentados os resultados dos ensaios de caracterização das amostras coletadas.

Tabela1. Análise Granulométrica das amostras coletadas representativas de compartimentos geológico-geotécnicos investigados na área com potencial para expansão urbana no município de São Bernardo do Campo – SP.

Amostra	Fração	Areia (%)				P (%)
	Fina (%)					
	A+S	F	M	G		
01	51,95	41,46	5,87	0,72	0,00	
02	26,07	19,14	20,49	1,77	32,52	
03	54,18	30,92	13,58	1,20	0,13	
04	61,48	27,35	10,99	0,18	0,00	

Onde:

A: Argila;

S: Silte;

Areia F: Areia Fina;

Areia M: Areia Média;

Areia G: Areia Grossa;

P: Pedregulho.

Tabela 2. Valores para os Limites de Consistência e Teor de Umidade Natural das amostras coletadas representativas dos compartimentos geológico-geotécnicos investigados de São Bernardo do Campo – SP.

Amostra	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wnat (%)
01	32	30	2	12,83
02	26	23	3	14,83
03	32	25	7	15,00
04	53	51	2	44,53

Onde:

LL: Limite de Liquidez;

LP: Limite de Plasticidade;

IP: Índice de Plasticidade;

Wnat: Teor de Umidade Natural.

Observa-se que, as amostras analisadas possuem baixos valores para IP (Índice de

Plasticidade) e elevados teores de fração areia fina (Tabelas 1 e 2) o que parece justificar os sinais de erosão observados *in situ* nos horizontes investigados.

Destaca-se que, estudos realizados por diferentes autores relacionam as partículas constituintes dos solos aos valores de erodibilidade. Poesen & Govers (apud GUERRA, 1998) observaram que as areias apresentam os maiores índices de erodibilidade. Também foi demonstrado que a maior suscetibilidade dos solos à erosão está relacionada aos elevados teores de silte (WISCHMEIER & MANNERING, 1969; EVANS, 1980 e GUERRA, 1998).

Segundo Boyoucos (1935), a erodibilidade tende a aumentar quando os teores de areia muito fina e silte são elevados, e a diminuir, com a elevação dos teores de argila e matéria orgânica. E, segundo Wischmeier & Smith (1978), as argilas comportam-se como elemento agregante do solo devido à alta atividade eletroquímica. As frações mais grossas da areia são transportadas com dificuldade devido ao seu peso. Por outro lado, o silte e as areias finas são as frações mais suscetíveis aos agentes erosivos, pois não possuem nem a característica agregante da argila e nem o peso da areia.

Sabe-se que, o Sistema de Classificação Unificado (SUCS) sugere a seguinte hierarquia para a medida da erodibilidade, obtida através da análise granulométrica e em medidas de plasticidade (GRAY & SOTIR, 1996):

Mais Erodível → Menos Erodível
(ML>SM>SC>MH>OL>>CL>CH>GM>SW>GP>GW)

Já de acordo com a classificação MCT, a erodibilidade em solos lateríticos é estimada como sendo de baixa a média e aumenta consideravelmente para os horizontes saprolíticos. Segundo Nogami e Villibor (1995), solos não lateríticos de grupo NS' (não lateríticos siltosos) apresentam baixa coesão, sendo instáveis nos cortes com grande inclinação e, ainda, apresentam erosão com ravinamento intenso quando seus horizontes ficam expostos.

No sistema de classificação SUCS, as amostras 01 e 03 encontram-se na faixa de

finos, subgrupo ML, caracterizado por siltes de baixa plasticidade, a amostra 02 enquadra-se no subgrupo SM, isto é, areia siltosa e a amostra 04 pertence ao subgrupo MH que refere-se aos siltes de alta plasticidade (Tabela 3). Já de acordo com a classificação HRB as amostras 01 e 03 pertencem ao grupo A-4 caracterizado por solos siltosos. As amostras 02 e 04 pertencem respectivamente aos grupos A-2-4 das areias siltosas e argilosas e A-5 que caracterizam os solos siltosos elásticos (Tabela 3).

Tabela 3. Classificação Geotécnica das amostras coletadas 01, 02, 03 e 04 de São Bernardo do Campo – SP.

Amostra	Classificação Geotécnica			
	SUCS	HRB	MCT	MCT-M
01	ML	A-4	NS'	NS'
02	SM	A-2-4	NS'	NS'G'
03	ML	A-4	NG'	NS'G'
04	MH	A-5	NS'	NS'

Onde:

ML: Silte de baixa plasticidade;

MH: Silte de alta plasticidade;

SM: Areia siltosa;

A-2-4: Pedregulhos e Areias siltosas e argilosas;

A-4: Solos Siltosos;

A-5: Solos Siltosos;

NS': Solos de Comportamento Não Laterítico Siltoso;

NG': Solos de Comportamento Não Laterítico Argiloso;

NS'G': Solos de Comportamento Não Laterítico Silte Argiloso.

Para as amostras analisadas, a hierarquia segundo a classificação SUCS (sentido mais erodível para o menos erodível) fica: Amostras 01 e 03 (ML) > Amostra 02 (SM) > Amostra 04 (MH).

Na classificação MCT as amostras 01, 02 e 04 pertencem ao grupo NS' que compreende siltes caolínicos e micáceos, siltes arenosos e siltes argilosos não-lateríticos. Já a amostra 03 pertence ao grupo NG' englobando solos não lateríticos argilosos (Tabela 3).

Pela classificação MCT-M proposta de modificação do ábaco classificatório MCT por Vertamatti (1988), que engloba os solos transicionais, as amostras 01 e 04 continuam a pertencer ao grupo NS' que compreende os siltes caolínicos e micáceos, siltes arenosos e siltes argilosos não-lateríticos. Entretanto, nesta classificação a amostra 02 agora pertence ao mesmo grupo da amostra 03, ou seja, grupo

NS'G' englobando solos não lateríticos silte-argilosos, o que parece estar mais coerente com a identificação visual e tátil realizada in situ e repetida em laboratório para as amostras coletadas.

As Tabelas 4 e 5 a seguir resumem o comportamento geotécnico esperado para as amostras coletadas segundo as classificações geotécnicas convencionais SUCS E HRB, respectivamente.

Tabela 4. Comportamento Geotécnico esperado para as amostras coletadas 01, 02, 03 e 04 de São Bernardo do Campo – SP segundo a classificação SUCS.

Amostra	Resistência compactada saturada	Compressibilidade compactada e saturada	Valor como fundação
01*	Regular	Média	Muito Má
02*	Boa	Pequena	Má a Boa
03*	Regular	Média	Muito Má
04* **	Baixa a Regular	Alta (estrutura de campo: média)	Má

*Erodibilidade (*in situ*): Erodível;

*Permeabilidade quando compactado: Semipermeável a Permeável;

*Drenagem: Regular a Má;

*Trabalhabilidade como material de construção: Regular;

**Trabalhabilidade como material de construção: Má.

Tabela 5. Comportamento Geotécnico esperado para as amostras coletadas 01, 02, 03 e 04 de São Bernardo do Campo – SP segundo a classificação HRB.

Amostra	IG	Material predominante	Comportamento como subleito
01	<8	Solos Siltosos Areia e Areia	Regular a Mau
02	0	siltosa ou Argilosa	Excelente a Bom
03	<8	Solos Siltosos	Regular a Mau
04	<1 2	Solos Siltosos	Regular a Mau

Nota: IG - Índice de Grupo.

Já Tabela 6 apresenta algumas propriedades esperadas para os grupos aos quais as amostras analisadas pertencem segundo a classificação MCT (Nogami e Villibor, 1995).

Pode-se dizer que, nos horizontes saprolíticos, sua estrutura colabora para que os mesmos sejam mais suscetíveis à erosão

hídrica. Sendo, em geral, muito heterogêneos e quando de origem residual, como é o caso das amostras 01 e 03, mantêm características estruturais da rocha mãe (estrutura reliquiar) e verdadeiros planos de fraqueza estrutural.

Tabela 6. Comportamento Geotécnico esperado para as amostras coletadas 01, 02, 03 e 04 de São Bernardo do Campo – SP segundo a classificação MCT.

Amostra	01,02 e 04 (NS')	03 (NG')
Expansão	E	M,E
Contração	M	M,E
Coefficiente de Permeabilidade	B,M	B,M
Coefficiente de absorção	E	M,E
Base de pavimento	*	*
Reforço de subleito compactado	*	*
Subleito compactado	7º	6º
Aterro (corpo) compactado	6º	7º
Proteção à erosão	*	*
Revestimento primário	*	*

E= elevado

M= Médio

B= Baixo

* Não recomendado.

Tabela 7. Parâmetros classificatórios da metodologia MCT obtidos para as amostras analisadas.

Amostra	Parâmetros Classificatórios MCT			
	c'	e'	Pi (%)	d'
01	0,7	1,8	515	30,81
02	1,3	1,7	280	11,07
03	1,6	1,7	60	4,53
04	1,2	1,9	585	32,46

onde:

c': coeficiente de deformabilidade;

$$e' = 3 \sqrt{\frac{P_i}{100} + \frac{20}{d'}}$$

Pi: Perda de massa por imersão;

d': coeficiente angular da curva de compactação referente à energia de 12 golpes no ensaio de Mini-MCV.

Destaca-se na Tabela 7 e observa-se pela Figura 5, os elevados valores de Perda de Massa por Imersão (Pi) obtidos, em especial, para as amostras 01 e 04 classificadas como NS' no ábaco MCT-M, sugerindo um elevado grau de erodibilidade para estas amostras após serem remoldadas (compactadas). Os solos do grupo NS' (não lateríticos siltosos), em geral,

apresentam média a baixa permeabilidade e possuem elevada perda de massa por imersão. Já a amostra 03, embora de origem residual e classificada como um solos não laterítico, possui na sua constituição fração argilosa o que explica os valores mais baixos de perda de massa por imersão.

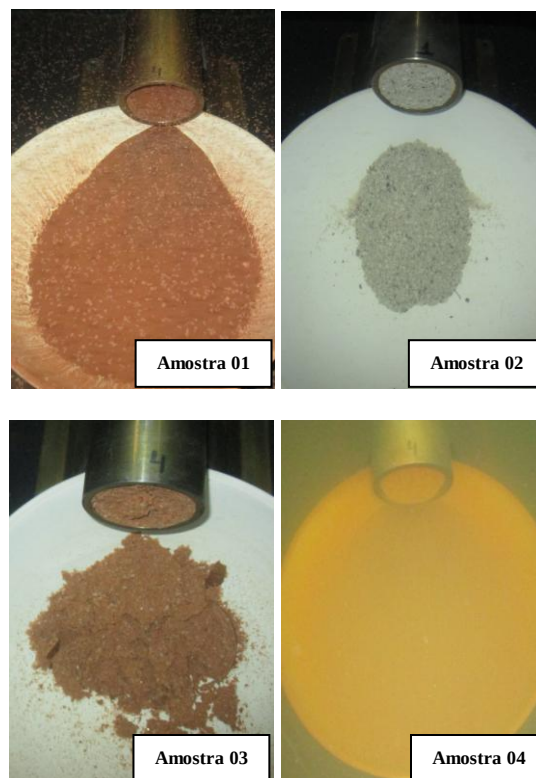


Figura 5. Perda de massa após 20 horas de imersão para corpos de prova compactados - amostras 01, 02, 03 e 04.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas corroboram com observações feitas no meio técnico-científico sobre a maior suscetibilidade dos horizontes saprolíticos aos processos erosivos hídricos, assim como, com as observações realizadas durante os trabalhos de campo na área de estudo.

Tendo em vista o exposto e considerando as diferentes frações granulométricas presentes nas amostras analisadas, além dos valores de perdas de massa por imersão, presume-se, portanto que, a textura do solo represente talvez a mais importante característica, não somente por fornecer sua identidade taxonômica, mas também por condicionar as demais

propriedades mecânicas e hidráulicas do mesmo.

Destaca-se que os sistemas de classificação são importantes ferramentas para previsão do comportamento geomecânico dos horizontes das áreas de risco e/ou áreas de expansão urbana, mesmo considerando as limitações apresentadas pelos sistemas aqui utilizados. Acredita-se que a caracterização e classificação das amostras coletadas pode orientar, de forma relativamente rápida e a baixo custo, as futuras intervenções (cortes/aterros), assim como, o emprego ou descarte do solo disponível nessas áreas.

Entretanto, ressalta-se que, a previsão do comportamento geomecânico dos solos tropicais através das classificações geotécnicas tradicionais é motivo de questionamentos e críticas no meio técnico, já que essas classificações baseiam-se apenas nas propriedades físicas dos solos. Por outro lado, a classificação MCT avalia as propriedades mecânicas e hidráulicas dos solos típicos dos climas tropicais úmidos.

Pelo exposto, acredita-se que investigações mais aprofundadas a cerca do comportamento geomecânico dos solos tropicais, além de contribuir para a melhor compreensão do comportamento desses materiais em áreas de risco e/ou áreas com potencial para expansão urbana, podem orientar a seleção de áreas para a ocupação e instalação de futuros conjuntos habitacionais ou loteamentos populares de caráter social que, atualmente, são as maiores fontes potenciais de processos geodinâmicos, por estarem geralmente em terrenos situados em áreas mais problemáticas sob o ponto de vista geotécnico.

Ressalta-se ainda que, os dados obtidos são apenas indicativos do comportamento geotécnico das unidades delimitadas, em virtude da significativa heterogeneidade litológica, da estruturação existente nos horizontes jovens (solos residuais saprolíticos) e da marcante variabilidade do estado de alteração desses horizontes.

Por fim, sugere-se, para pesquisas futuras, considerar o emprego do Método das Pastilhas (Godoy e Bernucci, 2000) para avaliação das propriedades geotécnicas dos solos, uma vez

que, segundo os autores o Método das Pastilhas possui diversas vantagens: “pode ser executado no próprio campo, pouco tempo para obtenção dos resultados, reduzido volume de amostra utilizada em cada ensaio, simplicidade dos equipamentos e praticidade na execução, além de ser rápido, simples e eficaz”.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério das Cidades pelas bolsas de pesquisa, Universidade Federal do ABC pelo apoio logístico e à Prefeitura de São Bernardo do Campo - SP pelo apoio prestado durante a realização dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

- Bouyoucos, G. W. (1935) *The clay ratio as a criterion as susceptibility of soils to erosion*. J. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc., 1935. p. 738-741.
- Carvalho, C. S. e Galvão, T. (Org). (2006) *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais*. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance.
- Cerri, L. E.S.; Nogueira, F. R.; Souza, L.A. (2010) *PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS- Etapa II: Elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos*. São Bernardo do Campo. Maio de 2010.
- Evans, R. *Mechanics of Water Erosion and their Spatial and Temporal Controls: na empirical viewpoint*. (1980) In: *Soil Erosion*. Editores: M.J. Kirkby e R.P.C. Morgan, 1980. p.109-128.
- Godoy, H. e Bernucci, L. L. B. Caracterização de Propriedades Geotécnicas de Solos Realizada no Próprio Campo e de Maneira Expedita. In.: *Anais da 32ª Reunião Anual de Pavimentação*, Brasília/DF, 2000.
- Gray, D. H. e Sotir, R. B. *Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control*. John Wiley & Sons, 1996. Inc. 369p.
- Guerra, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In.: *Geomorfologia-Uma atualização de bases e conceitos* Orgs. S. B., 1998.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT (1990). Disponível em: < <http://www.ipt.br/>>. Acesso em: 13 nov. 2013.
- Nogami, J. S. e Villibor, D. F. (1980) Caracterização e Classificação Gerais de Solos para Pavimentação: Limitação do Método Tradicional, Apresentação de uma Nova Sistemática. In: *REUNIÃO ANUAL DE*

- PAVIMENTAÇÃO*, 15., 1980, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro:1981. p. 30-41.
- Nogami, J. S. e Villibor, D. F. (1981) Uma Nova Classificação de Solos para Finalidades Rodoviárias. In: *Simpósio Brasileiro sobre Solos Tropicais em Engenharia*, 15., 1981, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro:1981.
- Nogami, J. S. e Villibor, D. F. (1995) *Pavimentação de Baixo Custo com Solos Lateríticos*. São Paulo/SP: Ed. Villibor, 1995. 240 p.
- Vertamatti, E. (1988) *Contribuição ao conhecimento geotécnico de solos da Amazônia com base na investigação de aeroportos e metodologias MCT e Resiliente*. Tese (Doutorado em Ciência) – Divisão de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1988.
- Wischmeier, W. H. e Mannering, J. V. (1969) Relation of Soil Properties to its Erodibility. *Soil Science Society American Proceedings*, 1969. v.33, p. 131-137.
- Wischmeier, W. H. e Smith, D. D. (1978) *Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning*. U. S. Department of Agriculture Handbook. n. 537, December, 1978.