

## CADASTRO GEOTÉCNICO DOS SOLOS DO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

Davison Dias, Regina<sup>(1)</sup>; Arnold, Gilnei Pestano<sup>(2)</sup>; Duarte, Sandra Buzini<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> UFSC, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil,

<sup>(2)</sup> UFRGS, Dep. de Eng. Civil, Av. Osvaldo Aranha, 99, 3º. andar, Porto Alegre, RS

### ABSTRACT

This paper presents a systematic geotechnical study of north Rio Grande do Sul's soils above the 30° parallel. The research determinated 64 geotechnical units scaled 1:1.000.000. Geomechanics tests of characterization, compressibility and shear strength of natural structured soils of tropical and subtropical B horizon have been carried out. More than a 100 profiles have been analyzed. Since the units classified as latosols according to pedologie, are the ones with major occurrence, a greater number of laboratory tests have been carried out with these units.

The classification used for this study uses pedologie to estimate the characteristics of the top horizons with a higher degree of weathering. It also uses the geologie of the substract in the prevision of the characteristics of the soils with a lower degree of weathering. The main purpose of this work is to provide subsidies for the use and occupation in regional urban and rural planning and to associate the pedologic knowledge to geotechnical properties.

**Keywords:** Geotechnical properties, Geotechnical units

### RESUMO

O artigo apresenta o trabalho de mapeamento geotécnico e comportamento geomecânico desenvolvido para o norte do Rio Grande do Sul. O mapeamento foi feito na escala 1:1.000.000, considerando os levantamentos geológicos e pedológicos existentes. Foi determinado a ocorrência de 64 unidades geotécnicas. Em locais típicos de cada unidade, inicialmente nos já estudados pela pedologia foram realizados ensaios de caracterização, compressibilidade e resistência ao cisalhamento dos solos do horizonte B laterizados com a estrutura natural de campo de mais de cem localidades. Posteriormente foram realizados ensaios em outros solos escolhidos de uma forma aleatória. Foi dado um maior enfoque nas unidades classificadas como Latossolos pela pedologia, que são as de maior ocorrência. O objetivo deste trabalho é determinar o comportamento geotécnico de grandes áreas com o objetivo de fornecer subsídios ao planejamento regional de uso e ocupação do solo, ampliar o conhecimento geotécnico do meio físico e associar os conhecimentos de pedologia as propriedades geotécnicas.

**Palavras chave:** Geotecnica, Mapeamento,

## 1. INTRODUÇÃO

Várias obras de engenharias realizadas em zonas urbanizadas necessitam, para o seu projeto, o conhecimento mecânico e hidráulico dos solos no seu estado natural, pode-se citar, entre estas fundações, taludes naturais, escavações, obras de saneamento, obras de estradas, entre outras. Aplicações onde o solo entra como material de construção, são as seguintes: pavimentação de ruas e estradas vicinais, habitações de baixo custo, envolvendo solo estabilizado com cimento ou outros materiais, jazidas para aterro, entre outras aplicações. Em zonas rurais o solo participa como material de construção de pequenas barragens e açudes de lavouras, como freqüentemente é usado em lavouras de arroz no Rio Grande do Sul.

Os objetivos deste trabalho foram direcionados visando os seguintes resultados: investigação de grandes áreas, conhecimento do meio físico para implantação de obras civis e uso e ocupação do solo. A técnica de investigação de grandes áreas considera uma metodologia específica utilizando conhecimento pedológicos, juntamente com os geológicos e topográficos para estimar os tipos de solos existentes. Os conhecimentos pedológico iniciais nas zonas urbanas é restrito pois, geralmente não existem levantamentos pedológicos, havendo somente levantamentos feitos em escalas muito pequenas para o estado ou uma grande região. Entretanto a pedologia, que é a ciência que estuda o solo, é fundamental no conhecimento do comportamento geomecânico dos solos. Desta maneira, nesta metodologia é necessário um estudo pedogenético por parte dos geotécnicos dos horizontes mais profundos que os normalmente estudados pelos pedólogos.

O conhecimento do meio físico possibilita determinar os principais tipos de solos presentes, com seus respectivos horizontes. Através de um estudo preliminar de escritório, de expedições científicas para o campo, coletas de amostras dos principais horizontes e análise laboratorial tem-se o conhecimento das características e propriedades dos solos, possibilitando estimar o seu comportamento nas várias aplicações em engenharia.

Fundamentando-se nos princípios básicos da pedologia e no conhecimento das características do material de origem como litologia, mineralogia primária, condições estruturais (xistosidade, estratificação, fraturas, diaclases, entre outras), grau de intemperização, no metamorfismo do relevo através da ação do homem, entre outros, é possível caracterizar de uma maneira generalizada os vários tipos de solos presentes numa região urbana ou rural, os quais serão solicitadas nas obras de engenharia.

O estudo dos solos no Brasil é complexo, pois existe solos tropicais e subtropicais com características e peculiaridades diferentes dos solos normalmente tratados em livros tradicionais de comportamento de solos. Ocorrem nestas regiões espessos perfis de solos evoluídos (camadas lateríticas), perfis com profundos horizontes menos evoluídos que guardam a estrutura da rocha de origem (solos saprolíticos - residuais) e perfis com horizontes em processos de intemperismo recentes. Os perfis tropicais ocorrem geralmente em relevo mais movimentado.

Pode-se dizer que o Rio Grande do Sul foi uma região importante para iniciar o estudo do comportamento dos solos tropicais e subtropicais e no qual adquiriu-se a experiência para desenvolver esta metodologia. Vários trabalhos e dissertações foram desenvolvidos sobre o assunto, por Davison Dias e outros desde 1981 no Curso de Pós-Graduação en Engenharia Civil-UFRGS. O Rio Grande do Sul, em termos de geologia, tem representatividade de várias formações que ocorrem em outros estados brasileiros. Encontram-se solos oriundos de granito, riolita ou gnaisse, de rochas básicas, como o basalto, solos oriundos de arenito eólico, de arenito fluvial, argilito, e solos de zona de depressão ou de planície, como sedimentos quaternários e areias quartzozas clássicas, além de outras formações geológicas. Em termos de pedologia, como o clima é subtropical, tem-se desde perfis menos evoluídos, onde nestes é possível verificar a evolução pedogenética dos solos até perfis mais evoluídos como os Latossolos. O presente

trabalho usa esta estimativa de unidades geotécnicas para abordagem de grandes áreas, para o norte do Rio Grande do Sul, acima do paralelo de 30 graus de latitude sul.

## 2. MAPA DE OCORRÊNCIA DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS

Pa a definição da ocorrência das unidades geotécnicas ocorrência usou-se inicialmente o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1973). Em 1986, o IBGE publicou o Levantamento de Recursos Naturais, folha de Porto Alegre e parte das folhas de Uruguaiana e Lagoa Mirim, (BRASIL, 1986). O trabalho passou a ser adaptado a esse levantamento, no qual as unidades pedológicas receberam um tratamento um pouco diferente, sendo utilizados recursos mais sofisticados para sua delineação. Entretanto, estas folhas publicadas abrangem somente a parte abaixo do paralelo 28 graus de latitude sul. A parte acima do paralelo 28 graus, pertencente a folha de Santa Catarina, ainda não havia sido publicada e, portanto, para essa parte foi utilizada ainda a delimitação anterior (BRASIL, 1973). Em 1989, teve-se acesso a parte acima do paralelo 28 graus, na ocasião ainda não publicada, conseguindo-se assim a uniformidade no detalhamento para todo o norte do estado do Rio Grande do Sul, acima do paralelo 30° de latitude sul. A simbologia usada foi segundo o trabalho Davison Dias e Milititsky (1994), onde a unidade é caracterizada pelas letras "XYZxyz", em que as letras maiúsculas referem-se à classificação pedológica do perfil de solos e as letras minúsculas ao substrato rochoso. A Figura 1 mostra um esboço do mapa, com um detalhe de uma das regiões estudadas.

## 3. TRABALHO DE CAMPO

Os primeiros trabalhos de campo com o objetivo de coletar amostras para a determinação de propriedades geotécnicas foram feitos nos locais típicos das unidades de mapeamento pedológicos classificados como Latossolos por Lemos (1973). Nesses locais haviam resultados de ensaios químicos, granulométricos e outros feitos por estes levantamentos que poderiam ser associados às características geotécnicas. Foram então coletados blocos indeformados em solos do horizonte B, nas profundidades que variaram de 1.5m a 2.5m e amostras deformadas. Posteriormente foram coletadas amostras em outros locais de cada unidade de mapeamento. Foram feitas várias expedições científicas para a região, principalmente dos Latossolos.

## 4. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Foram realizados ensaios de caracterização, compressão confinada, colapsividade e resistência ao cisalhamento. Os ensaios de cracterização de algumas localidades amostradas são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Consta na tabela a sigla da classificação geotécnica usada, a profundidade de coleta e as frações granulométricas determinadas em ensaios com defloculante e sem defloculante. Consta também, a classificação dos solos feita pelo Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS), e pelo Sistema desenvolvido pelo HRB ou AASHO. Foram ainda realizados ensaios MCT em vários locais. Praticamente todos os locais classificados como Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho- Escuro na Pedologia, foram classificados como LG'. Nas amostras indeformadas foram determinados os índices físicos, cujo valores médios dos índices físicos estão na Tabela 3. Nesta constam os pesos específicos aparentes: natural, saturado, seco, o peso específico real dos grãos, o índice de vazios, a porosidade e o grau de saturação. Nos perfis típicos foi feito um estudo de determinação de valor médio, desvio padrão, coeficiente de variação e de valores máximos e mínimos dos índices físicos. Verifica-se que o maior valor de

coeficiente de variação encontrado foi inferior a 14%, valor este perfeitamente aceitável em estatística (Nanni, 1987).

As figuras 1, 2, 3 e 4 mostram para alguns locais como foi feito o trabalho. Estas apresentam resultados de ensaios mecânicos feitos em amostras com a estrutura natural de campo. Os ensaios de compressibilidade foram feitos na prensa edométrica, com confinamento lateral. Foram feitos também ensaios de colapsividade para vários tipos de solos com tendência ao colapso. Os ensaios de resistência ao cisalhamento foram feitos para os solos com boa drenagem, na prensa de cisalhamento direto. Estes e os ensaios de compressão confinada foram feitos com a umidade natural e inundados. Neste último não ocorre mais sucção, o que foi comprovado pela determinação de curvas características. A Figura 1 mostra as curvas pressão vertical x índice de vazios e na Figura 2 constam os resultados dos mesmos ensaios plotados em gráfico pressão vertical x deformação vertical, ambos em escala semi-logarítmica. O objetivo do gráfico de deformação foi apagar a influência dos diferentes índices de vazios das amostras, como mostra o exemplo. Na Figura 3 é apresentado um exemplo das envoltórias de ruptura e, na Figura 4, o resultado de ensaio SPT (Standart Penetration Test).

A Tabela 4 contém os valores dos índices de recompressão -  $C_r$ , de compressão -  $C_c$ , e do descarregamento -  $C_d$ , obtidos nos ensaios de compressibilidade feitos em várias amostras do horizonte B de diferentes locais. Estas propriedades são usadas para estimativa de recalque de estruturas. Os ensaios foram feitos na umidade natural e inundados. Os valores da pressão de pré-adensamento ( $p'_c$ ) foram determinados usando-se o método de Casagrande. A determinação do coeficiente de colapso estrutural, que mede a colapsividade (VARGAS, 1977), é mostrada na Tabela 5. Esses ensaios foram realizados para amostras típicas das unidades de mapeamento. Na Tabela 6 também constam os parâmetros do intercepto de coesão e ângulo de atrito interno.

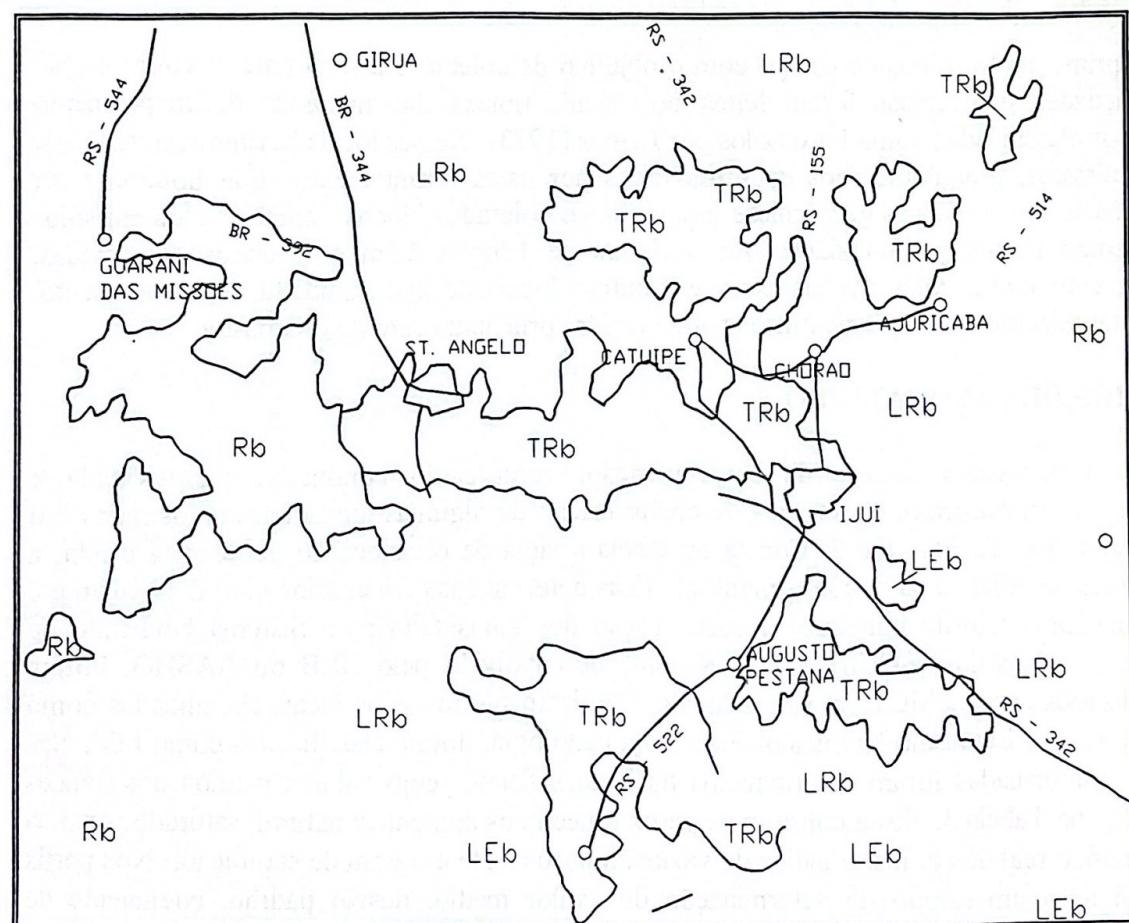


Figura 1 - Unidades geotécnicas na região de Santo Ângelo.

Tabela 1

NUM.	LOCALIDADE	CLASS. PEDOL.	CLASS. GEOT.	PROF. ( m )	GRANULOM. C/ DEFLOCULANTE			
					A.MED.	A.FINA	SILTE	ARGILA
6	CRUZ ALTA	LE	LEa	2,5	5	42	17	36
43	IJUI	LR	LRb	1,5	3	19	24	54
64	LAG.VERM.	LBR	LBRb	1,5	1	9	30	60
22	P. FUNDO	LE	LEb	0,5	0	28	13	59
1	S.FRANCISCO	LE	LEa	1,5	5	77	11	7
45	SAN.ÂNGELO	LR	LRb	2,5	1	10	36	53

\* Pedregulho e Areia Grossa %retida = 0

Tabela 2

NUM.	LOCALIDADE	GRANUL. SEM DEFLOCULANTE				CLAS.GRANULOMÉT.	
		AR.MED.	AR.FINA	SILTE	ARGILA	SUCS	AASHO
6	CRUZ ALTA	7	74	19	0	SM	A-3
43	IJUI	5	51	43	1	CL	A-7
64	LAG.VERM.	5	65	25	5	ML	A-7
22	P. FUNDO	3	49	47	1	CL	A-6
1	S.FRANCISCO	7	77	16	0	SM	A-3
45	SAN. ÂNGELO	6	71	23	0	ML	A-5

\* Pedregulho e Areia Grossa %retida = 0

Tabela 3

NUM.	LOCALIDADE	PESO ESPECÍF. (KN/m <sup>3</sup> )			P.E.KN/m <sup>2</sup> REAL DOS GRÃOS	ÍND. DE VAZIOS	POROS (%)	GRAU SATUR. %
		APAR. NAT.	APAR. SAT.	APAR. SECO				
6	CRUZ ALTA	15,71	18,04	12,66	27,4	1,18	53,81	57,05
44	IJUI	18,18	19,17	14,05	28,8	1,05	51,2	80,66
65	LAG.VERMEL.	16,69	17,72	11,64	29,7	1,55	60,82	83,06
21	P.FUNDO 1	15,85	17,44	11,71	27,4	1,34	57,25	72,26
1	S.FRANCISCO	16,27	19,69	15,29	27,3	0,79	43,98	22,29
46	SAN. ÂNGELO	17,12	18,28	12,46	29,8	1,39	58,17	80,05

Tabela 4

NUM.	LOCALIDADE	COMPRESSIBILIDADE						P'c NAT. KN/m <sup>2</sup>	P'c INUND. KN/m <sup>2</sup>		
		NATURAL			INUNDADO						
		Cr	Cc	Cd	Cr	Cc	Cd				
6	CRUZ ALTA	0,06	0,5	0,01	0,08	0,45	0,01	90	70		
44	IJUI	0,01	0,2	0,01	0,03	0,16	0,02	220	175		
65	LAG.VERM.	0,01	0,37	0,02	0,04	0,37	0,02	210	205		
1	S. FRANCISCO	0,024	0,24	0,01	0,04	0,2	0,01	130	60		
46	SAN. ÂNGELO	0,02	0,36	0,034	0,03	0,32	0,01	175	120		
47	SAN. ÂNGELO	0,02	0,32	0,031	0,01	0,21	0,03	205	160		

Tabela 5

NUM.	LOCALIDADE	PRESSÃO VERTICAL (KN/m <sup>2</sup> )					
		15	30	50	100	150	200
		COLAPSIVIDADE (%)					
6	CRUZ ALTA	0,98	1,62	5,43	6,29	10,65	2,81
44	IJUI	0,34	0,5	0,44	0,47	0,86	3,55
65	LAG. VERMELHA	0,1	0,12	0,3	1,67	0,8	0,98
1	S. FRANCISCO	6,74	11,46	12,14	8,85	14,89	12,98
46	SANTO ÂNGELO	0,3	0,25	0,95	1,75	2,8	3,93
47	SANTO ÂNGELO	0,39	0,51	0,37	1,49	3,27	3,71

Tabela 6

NUM.	LOCALIDADE	NATURAL		INUNDADO	
		COESÃO KN/m <sup>2</sup>	ÂNG.DE ATRITO	COESÃO KN/m <sup>2</sup>	ÂNG.DE ATRITO
1	S. FRANCISCO	14,13	32,07	2,54	28,43
6	CRUZ ALTA	28,8	26,6	8,9	26,7
65	LAG. VERMELHA	31,66	34,04	25,24	28,39
47	SANTO ÂNGELO	41,09	30,61	27,2	29,03
46	SANTO ÂNGELO	43,67	29,49	27,22	31,16
44	IJUI	52,7	25,1	31,8	31,2

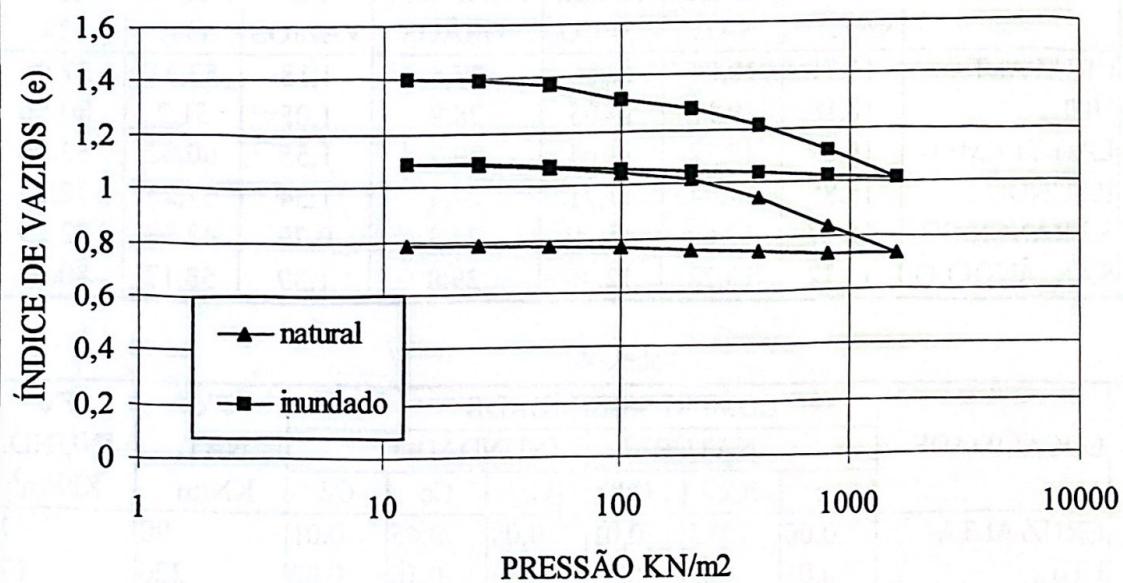


Figura 1. Adensamento e Compr. Confinada - Santo Ângelo - Prof. 2,5m

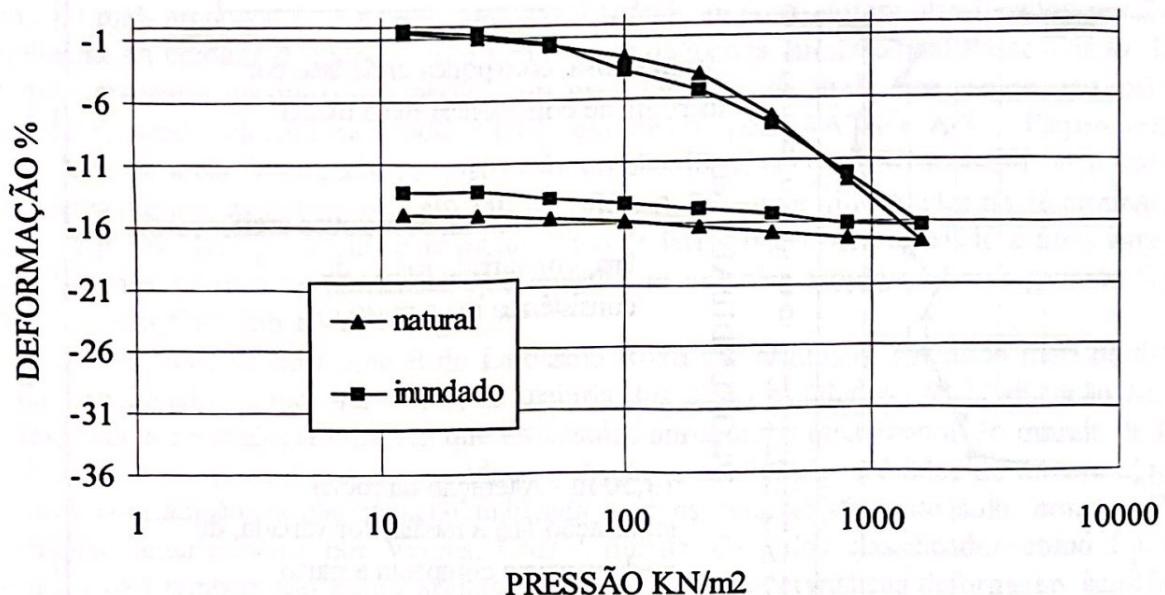


Figura 2. Adensamento e Compr. Confinada - Santo Ângelo - Prof 2,5m

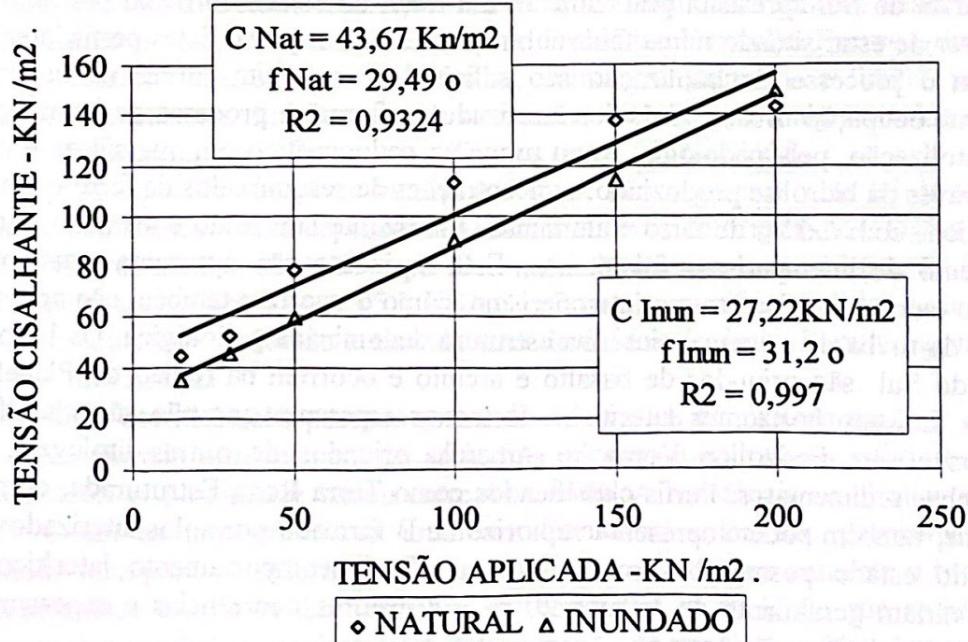
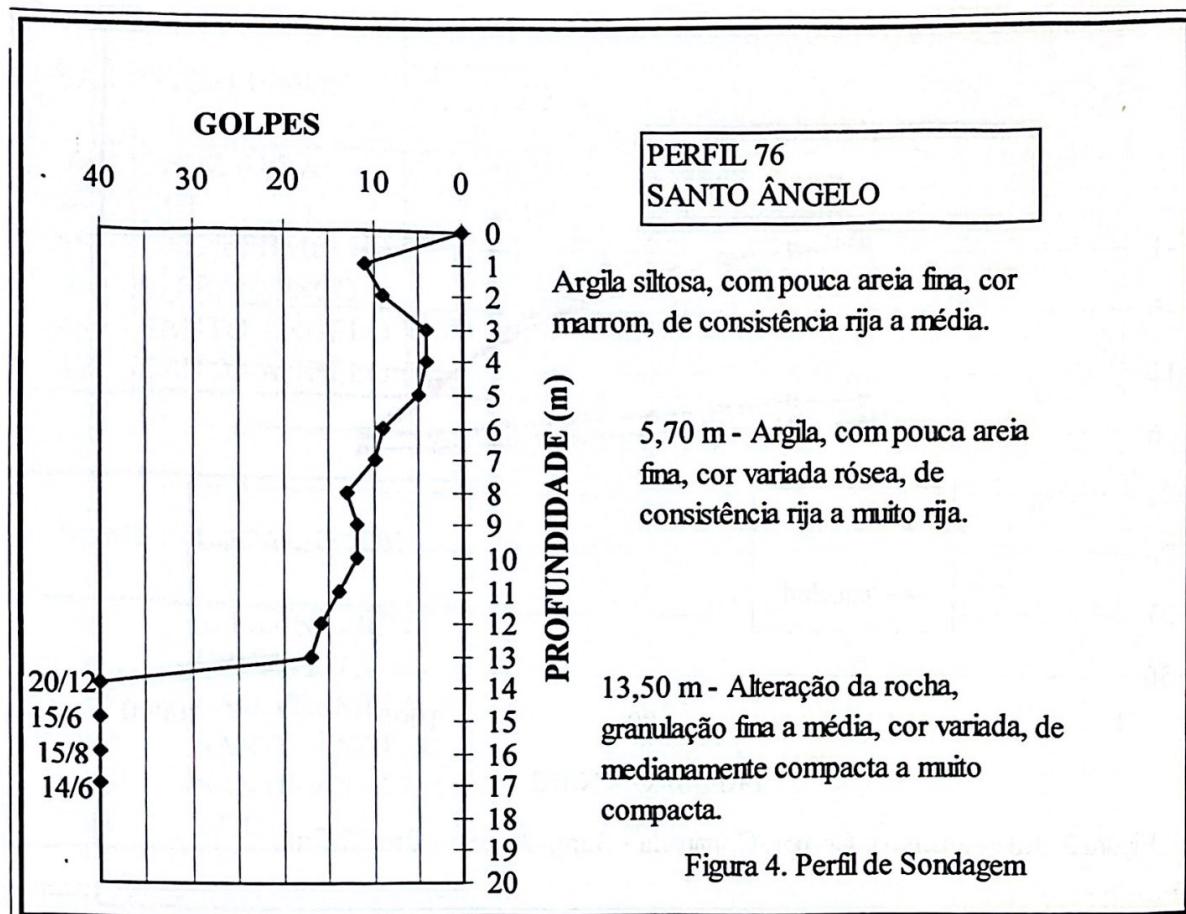


Figura 3. Cisalhamento Direto -Santo Ângelo - Prof 2,5m.



## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Rio Grande do Sul apresenta praticamente um terço do estado formado por solos com laterizados, apesar de estar situado numa faixa subtropical e não tropical. Estes perfis laterizados ou que sofreram o processo de latolização são solicitados em muitas obras de engenharia, principalmente na ocupação urbana. Os solos laterizados sofreram o processo de laterização ou latolização. A latolização, pela pedologia, é um processo pedogenético em que silicas e cátions são lixiviados através da hidrólise produzindo: concentrações de sesquióxidos de ferro e alumínio, ou solos caoliníticos com óxidos de ferro e alumínio. O horizonte laterizado é formado por solos em que o processo de intemperismo foi intenso. Este horizonte não apresenta mais minerais primários, exceto os muito resistentes ao intemperismo, como o quartzo; também não apresentam mais a estrutura da rocha de origem e sim uma estrutura denominada pedológica. Os Latossolos no Rio Grande do Sul são oriundos de basalto e arenito e ocorrem na região do Planalto, ao norte do estado. Existem horizontes lateríticos de menor espessura que não são classificados como Latossolos e sim, Podzólico Vermelho Amarelo oriundos de outras litologias, como granítóides e rochas sedimentares. Perfis classificados como Terra Roxa Estruturada, com solos de baixa atividade, também podem apresentar o horizonte B formado por solos laterizados. Mais de um quarto do estado possui solos com horizonte B de comportamento laterítico, com espessuras que variam geralmente de 1.0m a 20 m. As maiores ocorrências e espessuras são encontradas na região do Planalto.

O horizonte B dos solos laterizados apresentam valores de SPT- Standart Penetration Test, geralmente inferiores a 8, de acordo com resultados de sondagens analisadas. Alguns locais tiveram SPT baixo, da ordem de 2 a 3 golpes. Eventualmente foram observados valores de SPT superiores. O horizonte C dos perfis de solos laterizados apresenta locais com grau de intemperismo diferenciado, proporcionando maior dispersão dos valores de número de golpes

neste horizonte. Na maioria dos casos analisados o número de golpes para este horizonte resultou superior a 10. Eventualmente foram encontrados valores inferiores. Em alguns locais formados por solos menos evoluidos como a Terra Bruna ou Latossólico Bruno Câmbico foi encontrado impenetrável à percussão em profundidades inferiores a 4.0 m.

Os solos classificados como Latossolo Vermelho Escuro podem ser subdivididos em dois tipos: os mais arenosos e os menos arenosos. Os mais arenosos foram classificados por Lemos, geralmente na unidade de mapeamento Cruz Alta e os menos arenosos em Passo Fundo. Dentre os mais arenosos encontrou-se perfis com mais de 70% de areia fina, solos não plásticos, profundos, sendo classificados pelo SUCS em SM e pela AASHO A-3. Dependendo da quantidade de areia fina algumas amostras foram classificadas como SC e A-2-4 ou A-2-6, e os demais resultaram, na sua maioria em ML ou MH e A-7. Houve dificuldades na determinação do limite de plasticidade para solos com muito óxido de ferro. Isto ocorreu devido a forte agregação dos pequenos grumos de partículas, que constituem os solos tropicais. Estes grumos formam "pseudo partículas", difíceis de desagregar.

Os solos do horizonte B do Latossolo Roxo são argilosos, somando mais de 50% de argila, classificados como MH e A-7, na maioria dos casos estudados. A classificação MH não corresponde a mineralogia uma vez que estes solos apresentam uma proporção grande de fração argilosa e esta fração é formada por minerais argílicos caoliníticos e óxidos de ferro e alumínio. Há uma contradição na classificação unificada com as características do solo, constatações já observadas anteriormente por Vargas, Cruz e outros. Os solos classificados como Latossolo Bruno Roxo também são muito argilosos apresentando características deformadas semelhantes ao Latossolo Roxo.

Solos também muito argilosos oriundos de basalto classificados como Latossolo Bruno Câmbico apresentam resultados semelhantes aos Latossolos Roxos quanto às características deformadas. O mesmo pode-se verificar para solos do horizonte B classificados como Terra Roxa Estruturada, Terra Bruno Câmbico e Terra Bruna Estruturada intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo. Todos estes perfis apresentam geralmente o horizonte B de menor espessura que os Latossolos Roxos, tendo muitas vezes a estrutura com maior grau de desenvolvimento.

O horizonte B dos perfis classificados como Podzólico Vermelho Escuro oriundo de basalto também apresentam características deformadas, como granulometria e limites proporcionando classificações semelhantes dos demais solos oriundos de basalto. Já alguns solos do horizonte B oriundos de sedimentos terciários são classificados como CL no SUCS.

O peso específico aparente natural e o seco não seguiram uma lei de variação com a classificação pedológica. Estes dependem da macroestrutura de origem pedológica e do índice de vazios. Os valores médios do peso específico natural variaram entre 13.6 e 18.5 KN/m<sup>3</sup> e os valores do peso seco entre 9.44 e 15.3 KN/m<sup>3</sup>. O peso específico real dos grãos resultou alto para os Latossolos Roxos devido a elevada taxa de óxidos de ferro. Foram encontrados valores entre 26.5 e 30.6 KN/m<sup>3</sup>.

Os solos lateríticos são porosos com índice de vazios geralmente superior a 1.0. Somente os solos com elevada porcentagem de areia fina apresentaram valores inferiores a 1.0 para o índice de vazios. A porosidade variou entre 43 e 69%. A resistência ao cisalhamento dos solos lateríticos é um assunto complexo uma vez que estes solos são parcialmente saturados, apresentando uma poro pressão negativa que diminui a medida que aumenta o teor de umidade. Esta complexidade é oriunda das variações das condições de umidade que sofrem estes solos, provenientes das condições ambientais. A determinação da condição crítica de um solo laterítico no seu estado natural é difícil. Os solos lateríticos arenosos ou argilosos são permeáveis. Devido a esta característica estes solos, quando saturados, apresentam uma rápida dissipação da poro pressão. A resistência ao cisalhamento não é o principal problema dos solos de comportamento laterítico, principalmente quando direcionados para fundações. No caso de taludes, o horizonte B, mesmo dos mais arenosos, guardam uma certa cimentação favorecendo a estabilidade. Entretanto

solos laterizados muito arenosos como dos perfis classificados como LEa apresentaram problemas de escorregamento e erosão. No horizonte C, onde o processo de argilização não foi intenso a resistência ao cisalhamento já diminui bastante para os casos em que não há confinamento lateral. Nos horizontes C arenosos, ocorrem processos intensos de erosão e problemas de instabilidade de taludes.

Uma análise das envoltórias de resistência ao cisalhamento, obtidas a partir do ensaio de cisalhamento direto, mostra a influência da perda quase que total da parcela de sucção, ocorrendo o decréscimo do intercepto de coesão com a inundação. A sucção é uma pressão neutra negativa que ocorre nos solos parcialmente saturados. Esta varia com o grau de saturação. À medida que aumenta a saturação do solo, decresce a parcela de sucção.

Na análise da compressibilidade verifica-se que a pressão de pré-adensamento ou melhor, pressão crítica, apresentou resultados entre 65 e 250 KN/m<sup>2</sup> nos ensaios feitos com a umidade natural e inundado. Os valores de índice de compressão Cc variaram entre 0.1 e 0.8, na umidade natural e variação semelhante quando inundados. Alguns solos apresentaram deformações razoáveis desde o início do ensaio, com índice de recompressão da ordem de 0.2. Os valores geralmente variaram entre 0.01 e 0.1 tanto na umidade natural quanto inundado. O índice de descarregamento ficou geralmente entre 0.1 e 0.3.

No caso da colapsividade verifica-se que os mais colapsíveis também são os solos classificados como Latossolo Vermelho Escuro arenoso, seguidos pelos demais Latossolos Vermelho-Escuro, menos arenosos. Os solos de basalto do Rio Grande do Sul resultaram geralmente menos colapsíveis. Valores mais altos do coeficiente de colapso estrutural foram obtidos para pressões de 200 KN/m<sup>2</sup>.

## 6. CONCLUSÕES

A partir do estudo desenvolvido pode-se verificar a grande importância da pedogênese atuando no material de origem e formando os diversos perfis de solos com unidades e horizontes específicos. Foram mapeadas 64 unidades e determinado o comportamento geomecânico de horizontes laterizados de mais de cem localidades, nas condições naturais de campo e deformados. Desta maneira foi possível associar o comportamento mecânico com a pedologia.

Este trabalho desenvolvido para os solos lateríticos do Rio Grande do Sul, mas que contém também alguns resultados de solos do Paraná, pode facilmente ser estendido e adaptado para o resto do Brasil. Trabalhos de campo realizados em outros estados confirmaram esta afirmação. Foram encontrados solos semelhantes ao do Rio Grande do Sul no Ceará, Bahia, Pernambuco, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, entre outros.

## 7. AGRADECIMENTOS

CNPq, PADCT, CAPES, FAPERGS, PROPESP, bolsistas de iniciação científica e bolsistas de aperfeiçoamento.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- BALDWIN, M.; KELLOG, C.E.; THORP, J. Soil Classification. In: Soils and Men. USDA Department of Agriculture, Yearbook of Agriculture, Washington, DC, 1938.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica, DNPEA. Levantamento de Recursos Naturais dos Solos do estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico nº 30).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL/IBGE. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, IBGE, 1986. 796p. ( Levantamento de Recursos Naturais, 33).

CAMARGO, M.N.; KLAMPT, E.; KAUFFMAN, H.J. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. Separata do Boletim Informativo da SBCS, Campinas, 12(1): p. 11-33, 1987.

DAVISON DIAS, R.; MILITITSKY, J. Metodologia de classificação de Unidades e perfis geotécnicos desenvolvida na UFRGS. Solos e Rochas . São Paulo, 17, (2): p. 81-92, 1994.

DAVISON DIAS, R.; MILITITSKY, J. Proposta de um sistema de classificação de unidades geotécnicas e definição de perfis compostos de solos tropicais e subtropicais. Publicação Interna. CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 1989.

I.A.G.E. Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part I: Rock and soil materials. Bulletin of International Association of Engineering Geology, nº 19, p. 364-371, Krefeld, 1979.

LEMOS, R.C. de; SANTOS, R.D. dos Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2. ed. Campinas. SBCS/SNLCS, 1984. 45 p.

MUNSELL COLOR COMPANY. Munsell Color Soil Charts. Kollmorgen Corporation, Baltimore, USA, 1988.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil; guia auxiliar para seu reconhecimento. FUNEP, 1992, 201p.