

Geoprocessamento e Mapeamento Geotécnico dos Latossolos do Rio Grande do Sul

Klayton P. Martins ¹
 Prof. Dra. Regina Davison Dias ²
 Prof. Dra. Glaci Trevisan Santos ³

LAMGEO -Depto Eng. Civil - UFSC
 Caixa Postal 476
 CEP 88010-970 Florianópolis-SC

¹ ✉ klpmartins@ig.com.br

² ✉ ecv1rdd@ecv.ufsc.br

³ ✉ ecv1gts@ecv.ufsc.br

Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> 1 Introdução 2 Metodologia <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Estudo de escritório 2.2 Investigação de campo 2.3 Ensaios de laboratório 2.4 Montagem de um banco de dados 2.5 Estruturação em um SIG <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1 Preparação do Mapa para inserir em um SIG 2.5.2 Metodologia no ArcView-GIS 3 Resultados <ul style="list-style-type: none"> 3.2 Descrição das Unidades Geotécnicas <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1 Latossolo Vermelho Escuro substrato Basalto - LEb 3.2.2 Latossolo Roxo substrato basalto - LRb 3.2.3 Latossolo Bruno intermediário para Latossolo Roxo substrato basalto - LBRb 3.2.4 Latossolo Bruno Câmbico substrato Basalto - LBCb 4 Análise dos Resultados 5 Conclusões 6 Bibliografia
-----------------	---

Resumo: Os Latossolos são solos que apresentam grande ocorrência no Brasil e ocupam cerca de 30% da área do Rio Grande do Sul. Como são solos com horizonte B espesso, o conhecimento geotécnico deste material é importante para diferentes obras de engenharia (estradas, fundações, escavações, linhas de transmissão, problemas ambientais, etc.). O presente trabalho consiste na utilização de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) para o gerenciamento, manipulação, análise e apresentação de dados, projetados e referenciados espacialmente. O objetivo do trabalho é integrar a informações gráficas com um banco de dados para melhor conhecer a mecânica do solos das unidades pedológicas classificadas como Latossolos que ocorrem no Rio Grande do Sul. O mapa geotécnico foi gerado através do cruzamento dos mapas pedológico e geológico. Após obtidas as unidades geotécnicas, o mapa foi digitalizado, editado e preparado em AutoCad para posterior utilização em um SIG. O banco de dados foi gerado em planilhas eletrônicas, a partir de informações obtida de ensaios em laboratório de amostras coletadas em mais de cem localidades. A ferramenta utilizada para o tratamento da informações foi o ArcView. Este possibilitou a visualização dos pontos onde foram coletadas as amostras e das unidades geotécnicas com suas características físicas e mecânicas.

Palavras chave: Sig, Geotecnica e Latossolos.

1 Introdução

Os solos laterizados cobrem mais de 60% do território brasileiro. São, em geral, denominados pelos geotécnicos como solos residuais maduros ou solos porosos. Vários destes solos laterizados estão presentes no horizonte B dos perfis classificados, pela pedologia, como Latossolos.

Os Latossolos são formados por perfis de solos que sofreram o processo de latolização, anteriormente denominado de laterização. A latolização é um processo pedogenético típico de regiões quentes e úmidas, localizadas nos trópicos e subtropicais, onde a sílica e os cátions são lixiviados ocasionando concentrações de óxidos de ferro e alumínio. O principal agente de formação destes solos é o clima. A constante ocorrência de chuvas possibilita o processo de hidrólise dos minerais silicatados, formando os argilo-minerais e os sesquióxidos de ferro e alumínio. As altas temperaturas aceleram tais processos possibilitando a ocorrência de profundas camadas de solos com horizonte B evoluído (Latossolos).

A investigação de grandes áreas adota uma metodologia particular: utiliza os levantamentos pedológicos juntamente com os geológicos e topográficos para estimar os tipos de solos existentes nas regiões em estudo. O conhecimento do meio físico para implantação de obras civis auxilia na estimativa da capacidade de carga de fundações, através dos parâmetros geotécnicos necessários em tais formulações. A maneira de conhecer o meio físico para o uso e ocupação do solo é através do desenvolvimento da cartografia geotécnica, a qual está sendo gerada através desta pesquisa, utilizando-se os procedimentos de investigação de grandes áreas com ensaios de laboratório e de campo.

A montagem de um banco de dados está sendo feita utilizando-se planilha eletrônica, no programa Excel, para armazenar os resultados, gerar gráficos e facilitar a comparação entre as várias propriedades geotécnicas encontradas, além de permitir o desenvolvimento de correlações. O trabalho que iniciou neste ano utiliza técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) usando o programa Arcview para gerenciar os mapas e os resultados.

Os trabalhos de campo e de laboratório mostraram que os solos com características lateríticas existentes no Rio Grande do Sul ocorrem em solos classificados segundo a pedologia, como horizontes B de Latossolo, Podzólico Vermelho Amarelo e Terra Roxa Estruturada.

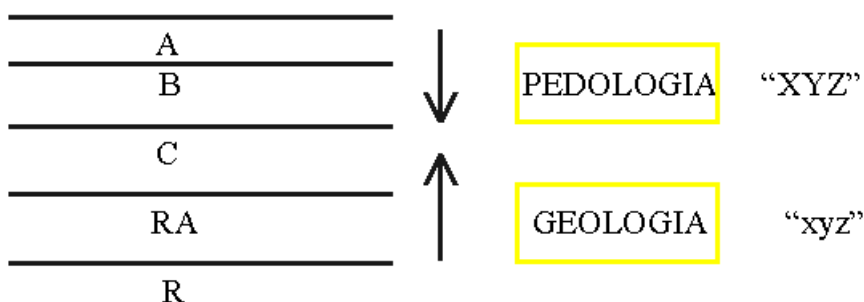
Os Latossolos cobrem, aproximadamente 20% do estado, sendo classificados como: Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Bruno-Roxo e Latossolo Bruno-Câmbico.

A metodologia usada foi inicialmente identificar as unidades de mapeamento pedológicas da região a ser estudada. Os solos lateríticos são solos pedologicamente evoluídos que não guardam mais a estrutura da rocha de origem. Geralmente estes solos sofreram um certo transporte e sua estrutura pedológica é mais importante do que a geológica. Por isso não devem ser enquadrados no mesmo universo dos solos residuais.

Estes solos, denominados lateríticos pelos geotécnicos, apresentam uma série de características importantes sob o ponto de vista da engenharia: são solos drenados, colapsíveis dependendo do índice de vazios e principalmente da macroestrutura de origem pedológica, apresentam óxidos de ferro e alumínio e minerais do grupo da caulinita e possuem minerais primários muito resistentes ao intemperismo. A pedologia associada à geologia indicam as unidades geotécnicas.

2 Metodologia

O estudo dos latossolos do Sul do Brasil foi dividido nas seguintes etapas: estudos de escritório, investigação de campo com coleta de amostras, ensaios de laboratório, montagem do banco de dados (inicialmente em planilhas eletrônicas), enquadramento dos locais nas unidades geotécnicas, mapeamento das unidades e análise comparativa dos resultados. Está sendo usada a seguinte simbologia para caracterizar as unidades geotécnicas: as unidades são caracterizadas pelo agrupamento de letras "XYZxyz", onde as letras maiúsculas representam a classificação pedológica usada no Brasil e as letras minúsculas o substrato (Davison Dias, 1994). Assim pela pedologia tem-se o conhecimento do perfil do topo para a profundidade e pela geologia do substrato para o topo.



Unidade "XYZxyz" - exemplo LRb - Latossolo Roxo substrato basalto.
Esquema para definição da unidade geotécnica - Caracterização do Perfil.

2.1 Estudo de escritório

Esta fase compreende a investigação dos solos lateríticos que ocorrem em grandes áreas no Sul do Brasil que utiliza os levantamentos pedológicos como forma de identificar as unidades geotécnicas existentes. Os levantamentos geológicos servem para identificar o substrato, os solos do horizonte C e a mineralogia das frações granulométricas. Os mapas topográficos auxiliam na definição dos limites entre as unidades geotécnicas e as prováveis inclusões de solos hidromórficos, situados entre as elevações, que podem ocorrer.

Inicialmente procurou-se determinar a ocorrência e as estimativas de características dos solos lateríticos baseadas no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul, feito por Lemos e outros (1973). Posteriormente foi difundido outro Levantamento Exploratório do estado do Rio Grande do Sul, do Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986), no qual as unidades pedológicas são tratadas de forma diferente, com unidades diferindo um pouco das anteriores, sendo que o projeto está sendo adaptado a este novo levantamento.

No Levantamento de Solos do RS, como em geral em todo o Brasil, a classificação pedológica adotada baseia-se na desenvolvida por Baldwin, Kellog e Thorp (1938) e posteriormente modificada por Thorp e Smith (1949).

2.2 Investigação de campo

Definidas as unidades de mapeamento pedológicas, foram realizadas expedições científicas para locais típicos destas unidades. Nestas localidades foi feita retirada de amostras indeformadas. O trabalho de campo é importante no estudo geotécnico, pois deste depende o enquadramento certo da amostra retirada, de acordo com a unidade geotécnica e com o horizonte a que pertence. A

investigação de campo foi feita, em alguns locais, com trado e em outros pela análise de taludes de cortes recentes. Estudos de perfis também foram obtidos a partir de sondagens 'a percussão. Foram retiradas amostras indeformadas diretamente com anéis para a realização de ensaios de compressão confinada e determinação de índices físicos, que posteriormente serão incluídos no trabalho.

2.3 Ensaios de laboratório

Os solos lateríticos são solos permeáveis e parcialmente saturados, com teores de umidade variando de acordo com as condições climáticas. Por este motivo exigem técnicas especiais para serem estudados e os ensaios necessitam reproduzir as condições de campo para estimar os parâmetros a serem utilizados em projetos.

Os ensaios de caracterização, como granulometria, limites de liquidez, plasticidade e densidade real dos grãos, foram realizados segundo as normas brasileiras. No estudo utilizou-se os métodos tradicionais da engenharia de solos. Entretanto, os solos lateríticos apresentam um comportamento peculiar, principalmente os Latossolos Roxos, pela quantidade de óxidos de ferro. Estes formam agregados muito pequenos que não são muitas vezes destruídos com o Hexametáfosfato de Sódio, o defloculante geralmente utilizado. Segundo estudos feitos pelos pedólogos, conforme Klampf (1988), o Hidróxido de Alumínio seria mais indicado para este caso.

2.4 Montagem de um banco de dados

Devido ao grande número de informações, dados geotécnicos e suas inúmeras associações e vinculações, tornou-se necessário o uso de um sistema computacional que executasse automaticamente, e de maneira ágil, o cálculo, classificação, ordenamento, graficação e apresentação de resultados. Diante do grande número de aplicativos existentes, e a possibilidade de criação de programas próprios, foi indispensável o estudo preliminar dos aplicativos já existentes, sua avaliação e escolha dos mais adequados. Foram criadas planilhas eletrônicas para cálculo dos resultados de ensaios e graficação dos mesmos.

2.5 Estruturação em um SIG

Após a obtenção do mapa geotécnico, digitalizado e georreferenciado, o arquivo necessita passar por alguns ajustes para o posterior tratamento em um SIG.

2.5.1 Preparação do Mapa para inserir em um SIG

O programa para SIG associa uma determinada feição a atributos (dados) estipulados no banco de dados e, com base nesses atributos, faz a classificação das feições. A classificação pode ser feita por preenchimento com cores, hachuras, símbolos e outros. Optou-se pela utilização de:

- polígonos para a associação com as unidades geotécnicas, lagos e rios com largura expressiva;
- linhas para estradas e rios;
- pontos para representação do local onde realizou-se sondagem e serão atribuídos os dados obtidos nos ensaios.

Esta etapa refere-se à utilização de um programa de SIG para armazenar, processar dados geográficos, gerar novas informações e possibilitar a visualização dos resultados.

Para a integração das informações espaciais com as não espaciais foi utilizado o programa *ArcView-GIS*. A estruturação das informações gráficas e do banco de dados segue a forma mostrada na Figura 2.5.1:

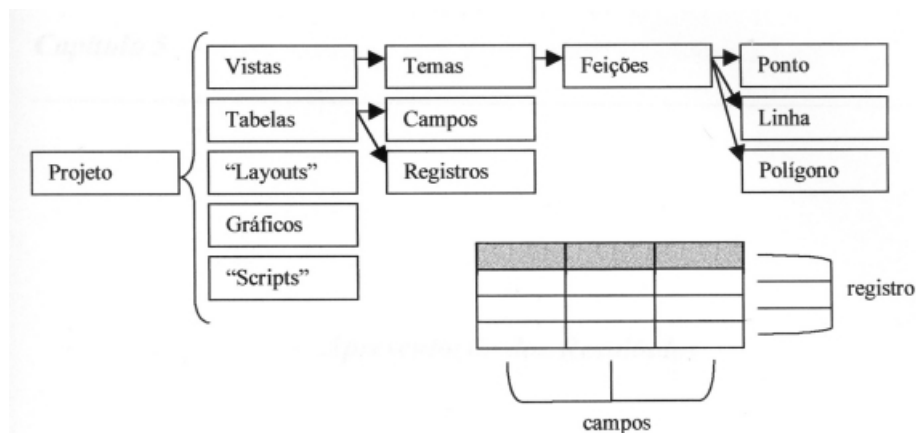


Fig. 2.5.1

Para uma breve descrição de cada parte que compõe a estrutura acima apresentada temos:

Vistas (View) : espaços para a disposição e visualização das informações espaciais que são separadas em temas de acordo com a feição (ponto, linha ou polígono), sendo que cada tema pode representar apenas um tipo de feição;

Tabelas (Tables) : são compostas de campos e registros. O campo com o registro do tipo das feições (ponto, linha ou polígono) é criado automaticamente, juntamente com outro campo identificador chamado "ID", onde pode ser inserido um número identificador de cada feição. O "ID" também serve para fazer a junção de um banco de dados pronto à essa tabela. Outros campos podem ser criados para inserir atributos às feições;

Gráficos (Charts) : apresentam ferramentas para elaboração de gráficos que utilizem como fonte as informações das tabelas;

"Layouts": apresentam espaços para a organização de dados para a impressão;

"Scripts" : espaço para editar, compilar e testar novos scripts (rotinas de programação na linguagem do programa).

2.5.2 Metodologia no ArcView-GIS

O Sistema de Informações Geográficas Arc View GIS apresenta ferramentas para que sejam integradas informações geográficas de várias origens sendo que, neste trabalho, os dados integrados foram informações cartográficas com dados tabulares e imagens.

Primeiramente cria-se um novo projeto (denominado, nesse trabalho, "NorteRS.apr"), adiciona-se uma *View* e configura-se o nome (Mapa Geotécnico do Norte do Rio Grande do Sul), unidade de trabalho e o tipo de projeção do mapa a ser trabalhado. Nessa *View* adiciona-se um tema inicial que é buscado de um arquivo de CAD, com as extensões dwg, dxf ou dgn, nesse caso NorteRS.dwg. No entanto esse tema quando adicionado é dividido em quatro temas de acordo com o tipo de feição (pontos, linhas, polígonos e anotações), sendo que nenhum deles pode ser editado. Para isso é necessário convertê-los a um tipo de extensão para temas do ArcView, denominado de *Shapefile*(.shp). Juntamente com essa conversão faz-se a separação dos temas conforme itens de trabalho. Nesse trabalho os temas estão separados da seguinte forma:

- Pontos.shp – pontos onde foram retiradas amostras;
- Cidades.shp – centros urbanos das cidades do Norte do Rio Grande do Sul;
- Agua.shp – rios e lagos existentes na região;
- Rod_impl.shp – rodovias implantadas;
- Rod_em_pav.shp – rodovias em pavimentação;
- Rod_pav.shp – rodovias pavimentadas;
- Unidades.shp – unidades geotécnicas.

Após a conversão e devida separação de temas, inicia-se a etapa de associação com um banco de dados. Essa etapa necessita ajustes preliminares, como a adição de um campo identificador "*ID*" na tabela no ArcView e na tabela de dados para fazer a associação. Esse ajuste se faz necessário em todos os temas nos quais se quer inserir dados de um banco de dados externo. Outro ajuste necessário é a preparação da tabela de dados para a interação em um SIG pois o ArcView não consegue atribuir sub-divisões aos títulos de atributo. Os temas provenientes de um banco de dados externo foram Pontos.shp e Unidades.shp. Ao tema Pontos.shp foram associados dados obtidos nos ensaios de amostras retiradas nesses pontos, tais como: Perfil (nesse caso serviu como identificador), Localidade, Relevo Regional, Material de Origem, Classificação Pedológica, Classificação Geotécnica, Profundidade e outros dados conforme mostrado na tabela 2.5.2 abaixo. Ao tema Unidades.shp, foram associados dados relativo a características de cada unidade, tais como: Material de Origem, Classificação Pedológica, Classificação Geotécnica, Sigla, e outros. Nos outros temas os dados foram editados diretamente na tabela do ArcView.

Os dados da tabela estão associados às feições na *View* e esses dados podem servir para fazer qualquer tipo de busca, classificação ou ordenação. No tema Unidades.shp, utilizou-se a Classificação Geotécnica, conforme mostra a figura 2.5.2.

Tabela 2.5.2

PERFIL	X	Y	LOCALIDADE	RELEVO REGIONAL	MAT. ORIGEM	EMBRAPA (1973)
001	680889.2773	6731459.3311	São Francisco de Assis	Suave Ondulado	Arenito	Cruz Alta
002	648947.3451	6759636.7857	São Canuto I	Suave Ondulado	Arenito	Cruz Alta
002a	648947.3451	6759636.7857	São Canuto II	Suave Ondulado	Arenito	Cruz Alta
003	648680.5774	6839320.0129	Manuel Viana	Suave Ondulado	Arenito	Cruz Alta
004	323440.2814	6871932.6938	Carazinho I	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
005	277931.2374	6856385.6652	Santa Bárbara I	Suave Ondulado	Arenito/Basalto	Passo Fundo
006	277931.2374	6856385.6652	Santa Bárbara II	Suave Ondulado	Arenito/Basalto	Erechim
007	244355.278	6822435.6765	Cruz Alta I	Suave Ondulado	Arenito	Cruz Alta
007a	244355.278	6822435.6765	Cruz Alta II	Suave Ondulado	Arenito	Cruz Alta
008	367544.3085	6876200.7533	Passo Fundo I	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
009	269011.5907	6895019.9442	Palmeira das Missões	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
010	267050.5541	6911612.468	Esquina Guabiro	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
011	257927.1297	6957629.5301	Bernardinho	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
012	265301.6969	6917122.0108	Esquina São Bento I	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
012a	265301.6969	6917122.0108	Esquina São Bento II	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
013	309451.5696	6928983.2222	Esquina Bonita I	Suave Ondulado	Basalto	Erechim
013a	309451.5696	6928983.2222	Esquina Bonita II	Suave Ondulado	Basalto	Erechim
013b	309451.5696	6928983.2222	Esquina Bonita III	Suave Ondulado	Basalto	Erechim
014	279942.855	6924788.2807	Boa Vista	Suave Ondulado	Basalto	Erechim
015	371743.9000	6942728.7688	Erechim	Suave Ondulado	Basalto	Erechim
016	310123.4365	6886505.9798	Almirante Tamandaré	Ondulado	Arenito/Basalto	Passo Fundo
017	333043.5930	6886848.7659	Coqueiros	Suave Ondulado	Arenito/Basalto	Passo Fundo
018	349390.8707	6888913.2911	Capão Bonito	Suave Ondulado	Basalto	Passo Fundo
019	360765.6294	6896438.7553	Col. Araújo	Suave Ondulado	Basalto	Estação
020	377128.7595	6898464.5743	Eng. Englert	Suave Ondulado	Basalto	Estação

PERFIL	RADAM (1986)	CLASS. PEDOLÓGICA	CLASS. GEOTÉCNICA	PROFUNDIDADE
001	Latossolo Vermelho Escuro álico	LE	LEa	1,5
002	Latossolo Vermelho Escuro álico	LE	LEa	0,5
002a	Latossolo Vermelho Escuro álico	LE	LEa	1,5
003	Latossolo Vermelho Escuro álico	LE	LEa	1,5
004	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	1,5
005	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEa	1,5
006	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEa	1,5
007	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEa	1,5
007a	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEa	2,5
008	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	1,5
009	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	1,5
010	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	1,5
011	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	1,5
012	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	0,5
012a	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	1,5
013	Latossolo Roxo	LR	LRb	1,5
013a	Latossolo Roxo	LR	LRb	5
013b	Latossolo Roxo	LR	LRb	7
014	Latossolo Roxo	LR	LRb	1,5
015	Latossolo Bruno Intermediário para Latossolo Roxo álico	LBR	LBRb	1,5
016	Latossolo Bruno Intermediário para Latossolo Roxo álico	LE	LEb	0,5
017	Terra Rocha Estruturada eutrófica	TR	TRe4	1
018	Latossolo Vermelho Escuro Húmico álico	LE	LEb	1
019	Latossolo Bruno Intermediário para Latossolo Roxo álico	LBR	LBRb	1,5
020	Terra Rocha Estruturada eutrófica	TR	TRe7	1

Continuação Tabela 2.5.2

PERFIL	COR	UMIDADE IN SITU	PEDREG. C/DEF. (%)	AREIA GR. C/DEF. (%)	AREIA MÉD. C/DEF. (%)	AREIA FINA C/DEF. (%)	SILTE C/DEF. (%)	ARGILA C/DEF. (%)
001	Vermelho Escuro	6,4	0	0	5	77	11	7
002	Vermelho Escuro	17,05	0	0	3	44	23	30
002a	Vermelho Escuro	20,48	0	0	1	62	12	25
003	Vermelho Escuro	15,08	0	0	4	53	7	36
004	Vermelho Escuro	21,01	0	0	0	53	8	39
005	Vermelho Escuro	23,93	0	0	9	46	11	34
006	Vermelho Escuro	9,52	0	0	13	71	9	7
007	Vermelho Escuro	22,92	0	0	5	43	20	32
007a	Vermelho Escuro	24,17	0	0	5	42	17	36
008	Vermelho Escuro	35,32	0	0	1	12	20	67
009	Vermelho Escuro	33,8	0	0	4	24	21	51
010	Vermelho Escuro	16,04	0	0	10	53	10	27
011	Vermelho Escuro	27,67	0	0	4	22	38	36
012	Vermelho Escuro	30,76	0	0	1	23	19	57
012a	Vermelho Escuro	33,13	0	0	2	15	25	58

013	Vermelho Escuro	34,72	0	0	1	14	23	62
013a	Vermelho Escuro	31,16	0	0	1	24	22	53
013b	Vermelho Escuro	38,97	0	0	1	7	28	64
014	Vermelho Escuro	36,5	0	0	1	16	36	47
015	Vermelho Escuro	36,23	0	0	1	2	22	75
016	Vermelho Escuro	36	0	0	0	26	15	59
017	Vermelho Escuro	36	0	0	0	26	16	58
018	Vermelho Escuro	33	0	0	0	30	8	62
019	Vermelho Escuro	37	0	0	0	28	4	68
020	Vermelho Escuro	30	0	0	0	23	13	64

Continuação Tabela 2.5.2

PERFIL	PEDREG. S/DEF. (%)	AREIA GR. S/DEF. (%)	AREIA MÉD. S/DEF. (%)	AREIA FINA S/DEF. (%)	SILTE S/DEF. (%)	ARGILA S/DEF. (%)	SUCS	AASHTO	TRIANGULAR
001	0	0	7	77	16	0	SM	A-3	Areia Franca
002	0	0	3	40	57	0	ML	A-4	Franco Argilo-Arenoso
002a	0	0	2	49	35	14	ML	A-4	Franco Argilo-Arenoso
003	0	0	5	52	40	3	SC-SM	A-4	Argila Arenosa
004	---	---	---	---	---	---	SC	A-6	Argila Arenosa
005	0	0	8	41	48	3	SC	A-2-6	Franco Argilo-Arenoso
006	0	0	7	74	19	0	SM	A-3	Areia Franca
007	0	0	6	71	23	0	ML	A-5	Franco Argilo-Arenoso
007a	0	0	5	65	25	5	ML	A-7	Argila Arenosa
008	0	0	1	49	50	0	CL	A-7	Muito Argiloso
009	0	0	4	46	44	6	MH	A-7	Argila
010	0	0	10	45	45	0	SC	A-2-6	Franco Argilo-Arenoso
011	0	0	6	33	61	0	ML	A-7	Franco Argilo-Arenoso
012	0	0	3	5	82	10	MH	A-5	Argila
012a	0	0	2	9	89	0	MH	A-5	Argila
013	0	0	1	24	57	18	MH	A-7	Muito Argiloso
013a	0	0	1	6	58	35	MH	A-7	Argila
013b	0	0	1	5	36	58	MH	A-7	Muito Argiloso
014	0	0	1	33	66	0	MH	A-7	Argila
015	0	0	1	57	42	0	MH	A-7	Muito Argiloso
016	---	---	---	---	---	---	ML	A-7	Argila
017	---	---	---	---	---	---	MH	A-7	Argila
018	---	---	---	---	---	---	MH	A-7	Muito Argiloso
019	---	---	---	---	---	---	MH	A-7	Muito Argiloso
020	---	---	---	---	---	---	MH	A-7	Muito Argiloso

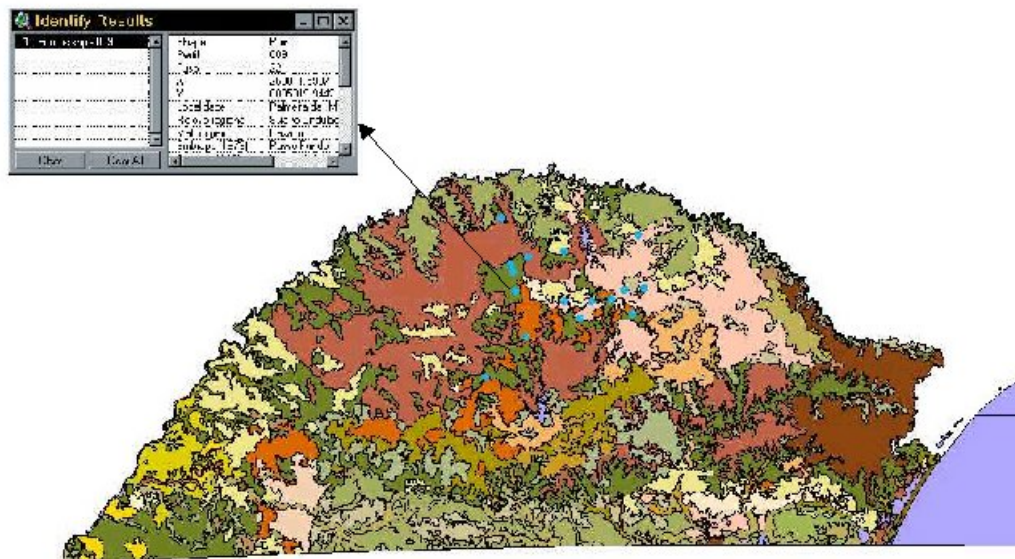


Fig. 2.5.2 : Mapa das Unidades Geotécnicas do Norte do Rio Grande do Sul.

3 Resultados

3.2 Descrição das Unidades Geotécnicas

3.2.1 Latossolo Vermelho Escuro substrato Basalto - LEB

O Latossolo Vermelho-Escuro é formado por solos não hidromórficos, minerais com teores de óxido de ferro entre 8 e 18% para os solos de textura argilosa e relação molecular entre óxido de alumínio e óxido de ferro geralmente inferior a 3.14 para textura mais arenosa.

Nesta classe, encontra-se solos porosos a muito porosos e friáveis quando úmidos. São solos que, quando derivados do basalto da Formação Serra Geral, sofrem a influência do arenito da formação Tupanciretã (Terciário), evidenciado pela presença de grãos de quartzo ao longo dos perfis. A textura varia de argilosa a média, ocorrendo, nas áreas de contato com o Latossolo Roxo, perfis muito argilosos.

Os solos derivados do arenito da Formação Tupanciretã ocorrem nas proximidades de Cruz Alta e Tupanciretã, leste de Santiago e sul de Santo Ângelo e São Luís Gonzaga. Desenvolvem-se, igualmente, do arenito da Formação Botucatu (Jurássico), ocorrendo em uma grande área ao sul e norte da localidade de Manuel Viana.

Os Latossolos Vermelho-Escuro no Rio Grande do Sul ocorrem como solo dominante numa área aproximada de 14.228 Km².

3.2.2 Latossolo Roxo substrato basalto - LRb

O Latossolo Roxo é formado por solos não hidromórficos, minerais com horizonte B latossólico e teores de óxido de ferro superiores a 18%. São solos cujas características se aproximam aos Latossolos Roxos Modais. Entretanto, apresentam muitas vezes uma estrutura mais desenvolvida no horizonte B, com estrutura forte muito pequena, granular com aspecto de "pó de café" e valores da relação molecular Ki mais elevado (relação sílica/alumínio). Tais características permitiram que os Latossolos Roxos Modais fossem considerados como uma variação subtropical dentro da classe Latossolo Roxo.

São solos derivados do basalto da Formação Serra Geral, referida ao Juracretáceo e ocorrem em grandes extensões no Planalto das Missões. A textura é muito argilosa, mas em áreas de contato com os arenitos da Formação Tupanciretã, há um aumento na fração arenosa e os teores de óxidos de ferro são inferiores. Estes solos ocorrem numa área aproximada de 14.330Km².

3.2.3 Latossolo Bruno intermediário para Latossolo Roxo substrato basalto - LBRb

Estes diferenciam-se dos Latossolos Roxos por apresentarem maior grau de desenvolvimento da estrutura, perfis menos profundos com variações de espessura de local para local e cores mais brunadas. São encontrados na região fisiográfica de Campos de Cima da Serra, em relevo suave ondulado e ondulado e desenvolvem-se a partir do basalto da formação Serra Geral. Podem ser confundidos com os Latossolos Roxos porém apresentam cores mais brunadas. O contraste de coloração através de observações de torrões é mais acentuado quando se compara os de um corte de Vacaria (solos brunos) com os de um corte em direção a Santo Ângelo (solos roxos). O perfil descrito no levantamento situa-se na estrada Vacaria-Lagoa Vermelha. Ocupam uma área aproximada de 7.098 Km², podendo ser encontrados como unidade simples ou como dominante ou subdominante em associações com outros tipos de solos.

3.2.4 Latossolo Bruno Câmbico substrato Basalto - LBCb

Estes solos apresentam o horizonte B com características intermediárias entre um horizonte B latossólico e B câmbico. São os solos menos evoluídos dentro da classe dos Latossolos. Na fração argila a constituição mineralógica dominante é a caulinita. Entretanto podem ocorrer menores proporções de argilo-minerais 2:1 cloritizados e óxidos de ferro, essencialmente goetita (Kampf e Klampf, 1978). São solos de coloração brunada no horizonte B.

Segundo Potter e Kampf (1981), a presença e a distribuição de óxidos de ferro nesses solos sugere que a maior concentração de compostos orgânicos favoreceu a formação da goetita em relação à hematita. A coloração mais avermelhada na parte mais profunda do horizonte B ou no C pode estar relacionada à ocorrência de mudanças climáticas para um clima atual mais frio, favorecendo o acúmulo de compostos orgânicos e produzindo a goetização da hematita com maior intensidade nos horizontes superficiais.

Ocorrem numa área aproximada de 1.422 Km² em altitudes que variam de 900 a 1.100 m nas proximidades de Vacaria e são oriundos de basalto da Formação Serra Geral.

No novo levantamento de solos desenvolvido pelo projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986) os solos foram enquadrados em unidades pedológicas sem uso de nomes regionais. Esta prática facilita o trabalho de campo. Vários levantamentos de solos feitos pela Embrapa, os mais novos, já utilizam este procedimento. A classificação do solo foi feita como descreve Camargo e outros (1986).

As siglas usadas nas classificações pedológicas são: LE - Latossolo Vermelho Escuro, LR - Latossolo Roxo, LB - Latossolo Bruno, LH - Latossolo Húmico e PVA - Podzólico Vermelho Amarelo, LBC - Latossolo Bruno Câmbico, LBR - Latossolo Bruno intermediário para Roxo.

A tabela 2.5.2 mostra frações granulométricas determinadas em ensaios com defloculante e na tabela estão as frações granulométricas determinadas sem defloculante. Consta na tabela as classificações dos solos feita pelo Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS), Sistema desenvolvido pelo HRB ou AASHO e o Sistema triangular (este último muito usado na agronomia).

4 Análise dos Resultados

Os horizontes laterizados não apresentam minerais primários, somente os muito resistentes. Os demais foram transformados em argilas e óxidos. Exceções podem ocorrer no Latossolo Bruno Câmbico, que é o menos evoluído da classe dos Latossolos.

Os horizontes superficiais A e B laterizados não apresentam lençol freático e são parcialmente saturados. Este pode ocorrer no horizonte C. O grau de saturação dos solos estudados variaram de 22 a 92%. O menor valor foi obtido num solo muito arenoso e foi determinado numa época de seca intensa no Rio Grande do Sul. Os valores altos foram obtidos em épocas chuvosas. O teor de umidade natural, geralmente, resultou inferior ao limite de plasticidade.

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, 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: são 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.

Houveram dificuldades na determinação do limite de plasticidade para solos com muito óxido de ferro. Isto ocorreu devido a forte agregação dos pequenos grumos, formando "pseudo partículas".

Os solos do horizonte B do Latossolo Roxo são argilosos, sendo argila a fração dominante, superior a 50%, 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 na fração argila e esta fração ser formada por minerais argílicos caolíniticos 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.

5 Conclusões

A partir dos estudos desenvolvidos pode-se verificar a importância do conhecimento científico de um perfil de solo, conhecimento este obtido através da análise pedológica e geológica, para entender o comportamento mecânico dos solos e analisar os parâmetros, propriedades geotécnicas, resultados de ensaios de laboratório e provas de carga. Após definidos os universos de solos torna-se mais simples a extrapolação dos resultados para outros locais com características semelhantes.

As unidades de solos lateríticos foram identificadas através de levantamentos pedológicos, geológicos e topográficos. Foram estudadas mais de 100 amostras pertencentes a horizontes B de comportamento laterítico. Em vários locais típicos de cada unidade foram coletadas amostras indeformadas para a realização de ensaios mecânicos. Procurou-se coletar blocos indeformados nos locais já definidos nos levantamentos pedológicos. Foram realizados ensaios para medir o comportamento geomecânico destes solos: ensaios de resistência ao cisalhamento, compressibilidade e colapsividade. Foi estudado o problema de resistência ao cisalhamento de solos parcialmente saturados com ensaios de sucção.

Desenvolveu-se um mapa geotécnico semelhante ao mapa pedológico, o qual terá um anexo contendo características de cada unidade geotécnica, bem como perfis típicos das unidades com características geomecânicas e resultados de sondagens à percussão de locais bem caracterizados.

A partir deste estudo está sendo formado um banco de dados com resultados de ensaios de solos lateríticos do Brasil. A importância do banco de dados reside no fato de que os solos estão sendo enquadrados em unidades geotécnicas semelhantes.

Visando problemas em fundações, os solos do horizonte B classificados como o Latossolos Vermelho-Escuros arenosos do Rio Grande do Sul são os mais sensíveis, principalmente quanto a compressibilidade e colapsividade. O Latossolo Roxo apresenta uma estruturação mais bem desenvolvida e conseqüentemente é mais rígido e menos colapsível. O Latossolo Vermelho Escuro menos arenoso tem comportamento intermediário. O Latossolo Bruno Câmbico é o menos problemático, uma vez que apresenta material mais rígido a pequena profundidade. Deve-se, entretanto, salientar que os solos do horizonte B dos Latossolos podem ter problemas de compressibilidade e colapsividade. Ensaios devem ser feitos para determinar a compressibilidade ao solicitarmos tais horizontes.

No caso de problemas de estabilidade de taludes, o Latossolo Vermelho Escuro arenoso é também o mais problemático. Este problema é agravado quando o horizonte C encontra-se mais próximo da superfície. O mesmo se aplica à erosão que é bastante acentuada no horizonte C. Nos demais solos quando a escavação solicitar o horizonte C e neste, o processo de argilização não for intenso, podem haver problemas nas escavações, uma vez que a coesão pode anular-se durante fortes chuvas.

Quanto a material de jazida para solo compactado, o horizonte B do Latossolo Vermelho Escuro mais arenoso ou mesmo o menos arenoso pode apresentar bom comportamento para rodovias de baixo custo. Os solos do horizonte B dos demais Latossolos apresentam elevada proporção de material argiloso, sendo difícil a compactação. Estudos adicionais devem ser feitos para estes últimos usando solo estabilizado ou misturas de horizontes, ou mesmo, a tentativa de uso do material sem modificação da estrutura natural.

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, pois trabalhos de campo realizados em outros estados confirmaram esse comportamento. Foram encontrados solos semelhantes aos do Rio Grande do Sul no Ceará, Bahia, Pernambuco, São Paulo, entre outros.

A metodologia desenvolvida no presente trabalho de estudo geomecânico dos solos que ocorrem em grandes áreas, considerando as unidades de mapeamento pedológicas como indicadoras de unidades geotécnicas, tem mostrado resultados satisfatórios. Isto se deve ao fato de que os universos de solos já foram pré-classificados, utilizando procedimentos científicos reconhecidos mundialmente.

6 Bibliografia

BALDIWUNG, M.; KELLOG, C.E.; THORP, J. – Soil Classification U.S. Department of Agriculture Soil and Men, Yearbook of Agriculture, 1938.

CAMARGO, M.N.; KLANT, E.; KAUFFMAN, J.H.; Classificação do solos usada em levantamento pedológico no Brasil. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas 1987.

DAVISON DIAS, R.; BASTOS C.^aB. & PINHEIRO, R.J.B. – "Perfis de Solos Residuais da Região Metropolitana de Porto Alegre". Revista Solos e Rochas. Publicação Especial Comemorativa do Aniversário da COPPE/UFRJ. 1994.

RADAMBRASIL; Levantamento de Recursos Naturais. IBGE. Rio de Janeiro, 1986.

THORP, J.; SMITH, G.D.; Higher categories of soil classification: order, suborder and great soil group. Soil Science. 1949.