

## Estruturação de um Banco de Dados Geotécnico - Exemplo de um Caso Típico

Prof. M.Sc. Rafael Reis Higashi <sup>1</sup>

Prof. Dr<sup>a</sup>. Regina Davison Dias <sup>2</sup>

Klayton P. Martins <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor de Engenharia Civil - UNISUL  
Rua Coronel Maurício Spalding de Souza 646  
Bairro Córrego Grande - CEP 88035-110  
Florianópolis – SC – Fone (0xx48) 91136796 / 3317761  
✉ rafaelhigashi@hotmail.com

<sup>2</sup> Profa. UNISUL, Pesquisadora CNPq –UFSC  
Rua Vera Linhares de Andrade nº 1968, casa 2  
Bairro Córrego Grande – CEP 88037-395  
Florianópolis – SC – Fone: (0xx48) 2347262  
✉ ecv1rdd@ecv.ufsc.br

<sup>3</sup> Bolsista de Iniciação Científica CNPq  
Rua Deputado Antônio Edu Vieira, nº 365A apto 02  
Bairro Pantanal - CEP 88040-001  
Florianópolis – SC – Fone: (0xx48) 3335161  
✉ klpmartins@ig.com.br

<b>Conteúdo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introdução</li> <li>2. Caracterização da Área de Estudo</li> <li>3. Metodologia de Estruturação do Banco de Dados Geotécnico             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Tabelas</li> <li>3.2. Gráficos</li> </ol> </li> <li>4. Metodologia de Utilização de Cores para as Estimativas de Unidades Geotécnicas</li> <li>5. Conclusões</li> <li>6. Bibliografia</li> </ol>
-----------------	---

**Resumo:** O cadastro e a estruturação de um banco de dados em estudos geotécnicos é de grande importância para armazenar informações e facilitar a comparação entre várias propriedades geotécnicas observadas em uma determinada localidade. Um banco de dados, além de permitir o desenvolvimento de correlações, pode resultar em uma maior compreensão do comportamento de um determinado solo quando empregado em conjunto a um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

O banco de dados foi estruturado para que seus dados pudessem ser acessados de forma mais simples pelo usuário. Este trabalho descreve o desenvolvimento estrutural de um banco de dados geotécnicos que utiliza informações dos solos do norte do estado do Rio Grande do Sul. A partir deste estudo, é sugerida a utilização de uma metodologia que usa a variação da tonalidade das cores para diferenciar as unidades geotécnicas encontradas na região, dando ênfase aos solos mais desenvolvidos.

**Palavras chave:** SIG – mapeamento geotécnico – banco de dados

**Abstract:** The structuring of a data base in geotechnical studies is of great importance for storing information as well as to facilitate the comparison among various geotechnical properties observed in a certain region. A data base, in addition to allowing the development of correlations, can also provide a better understanding of a certain soil behavior when it is used in connection with a Geographic Information System (GIS).

The Data Base was structured in a way that its data could be easily accessed by the user.

This work describes the structural development of a geotechnical data base which utilizes information of the northern part of Rio Grande do Sul state soils. The developed data base, employed with a GIS tool, aims to facilitate the access to the data of the studied area. Through the analysis of that map, a methodology is suggested that utilizes a variation of color tones to differentiate the geotechnical unities found in the investigated area, emphasizing the most developed soils.

**Keywords:** GIS – geotechnical mapping – data base

### 1. Introdução

Caracterizar geotecnicamente uma determinada área através de mapas, tem sido uma tarefa árdua para muitos pesquisadores. Por esta razão, surgiu a necessidade de transformar mapas e cartas em papel para o meio digital com o objetivo de facilitar o acesso a informações referentes aos dados quando estes são empregados em um Sistema de Informações Geográficas.

A integração de informações gráficas através de Sistemas de Informações Geográficas, SIG, permite bons resultados, sendo cada vez menores as dificuldades na utilização e os custos de aquisição dos programas computacionais.

Para a utilização do Sistema de Informações Geográficas foi necessário indexar um mapa geotécnico a um banco de dados para que fosse possível a melhor caracterização de uma determinada área em estudo através do SIG.

A estruturação de um banco de dados é de grande importância para armazenar informações e facilitar a comparação entre várias propriedades geotécnicas observadas em uma determinada localidade. Um banco de dados, além de permitir o desenvolvimento de correlações, pode resultar em uma maior compreensão do comportamento de um determinado solo quando empregado em conjunto a um SIG. Os resultados dos ensaios geotécnicos de laboratório estão georreferenciados em relação a sua amostragem, condição necessária para serem inseridos em um *Sistema de Informações Geográficas*.

Este trabalho demonstra a integração da metodologia de mapeamento geotécnico com o emprego de um *SIG* anexado a um banco de dados geotécnicos, visando desta forma facilitar o acesso e a análise das informações geotécnicas coletadas, e propõe a utilização de uma metodologia que se utiliza de cores para uma melhor caracterização geotécnica dos solos.

## 2. Caracterização da Área de Estudo

O estado do Rio Grande do Sul está situado no extremo sul do Brasil entre as latitudes sul 27°, 03' 42" e 33°, 45' 10" e as longitudes 49° 42' 31" e 57° 40' 57" a oeste de Greenwich.

As descrições geotécnicas abordam unidades situadas no Rio Grande do Sul acima da latitude de 30°, ou seja, a área de estudo encontra-se no norte do estado, situando-se principalmente no planalto como mostra a figura 1.



Figura 1 : Localização do norte do estado do Rio Grande do Sul.

De acordo com seu relevo e clima, o norte do estado do Rio Grande do Sul apresenta-se propício à formação de solos com espesso horizonte B como mostra a figura 2. Este tipo de solo é classificado pela pedologia de Latossolos.



Figura 2 : Localização da região do planalto do Norte do Rio Grande do Sul.

Vários tipos de Latossolo, segundo a pedologia, foram encontrados na região em estudo, são eles: Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolos Bruno, Latossolo Bruno Câmbico, Latossolo Bruno Intermediário para Latossolo Roxo e Latossolo Roxo.

Os Latossolos que ocorrem, principalmente, no planalto do estado e na zona das Missões são classificados, segundo a pedologia, como Latossolo Roxo e Vermelho Escuro. Estes tipos de solos são os mais encontrados na região em estudo e podem apresentar perfis de horizonte B profundo, podendo alcançar de 15 a 20 metros de profundidade.

Este fenômeno ocorre em razão do processo de intemperismo destruir os minerais da estrutura da rocha de origem, e atuar de forma muito intensa no horizonte B latossólico. Isto torna quase impossível concluir se este horizonte possui origem residual ou transportada, apresentando apenas, os minerais resistentes ao intemperismo como por exemplo o quartzo.

### 3. Metodologia de Estruturação do Banco de Dados Geotécnico

A partir dos dados reunidos, houve a necessidade da estruturação no banco de dados geotécnico para que fossem inicialmente inseridos ao Sistema de Informações Geográficas. Posteriormente, a preocupação foi a acessibilidade e a qualidade das informações que os dados gerariam no programa. Desta forma, os dados foram divididos em tabela, gráficos e figuras.

Através da utilização do *software ArcView* foi montada uma estrutura de organização das informações, para que, a medida em que novas informações fossem geradas, fossem implementados mais campos e estruturas adaptáveis ao *software*.

Para esta estruturação, foram utilizadas tabelas correspondentes a cada feição. Caso existam outras informações referentes a outros tipos de ensaios geotécnicos, haverá a necessidade de organização das mesmas em bancos de dados mais estruturados. Para adicionar dados referentes aos tipos de ensaios descritos e pesquisados, não é necessária a criação de novas tabelas, podendo-se apenas inserir informações em forma de linhas em tabelas preexistentes.

#### 3.1. Tabelas

As tabelas foram geradas inicialmente em um programa computacional antigo, o LOTUS. Suas extensões tiveram que ser transformadas em texto (.txt). Isto se deve ao fato de que o Sistema de Informações Geográficas utilizado permite apenas este tipo de inclusão.

A figura 3 mostra uma das tabelas utilizadas para a inserção dos dados no *software*.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	SYMBOL	LÓCAL	SIGLA	HORIZ.	UNIDADE	MAT. ORIGEM	MAT. ORIG	PROF. m	PEDREG.	GRANULOMETRIA COM D	
3										AR.GROS	AR.MEDIA
4	-----										
5	SP1	S.FRANC.	LVE	B	CA	AREN.	A	1,50	0,00	0,00	5,00
6	CA1	CRUZ ALTA	LVE	B	CA	AREN.	A	1,50	0,00	0,00	5,00
7	CA2	CRUZ ALTA	LVE	B	CA	AREN.	A	2,50	0,00	0,00	5,00
8	PF1	PAS. FUNDO	LVE	B	PF	AR./BAS	A/B	1,50	0,00	0,00	1,00
9	FM1	PALM.MIS.	LVE	B	PF	AR./BAS	A/B	1,50	0,00	0,00	4,00
10	EC1	ERECHIM	LR	B	EC	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	1,00
11	SJ1	SAO JORGE	LR	B	EC	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	1,00
12	IJ1	IJUI	LR	B	SA	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	3,00
13	SA1	SAN.ANGEL	LR	B	SA	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	1,00
14	SA2	SAN.ANGEL	LR	B	SA	BASAL.	B	2,50	0,00	0,00	1,00
15	SA3	SAN.ANGEL	LR	B	SA	BASAL.	B	3,50	0,00	0,00	1,00
16	LV1	LAG.VERM	LH	B	D	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	1,00
17	VA1	VACARIA	LB	B	V	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	1,00
18	SB2	S.BARBARA	LVE	B	CA	AREN.	A	2,00	0,00	0,00	13,00
19	SR1	S.ROSA	LR	B	SA	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	1,00
20	CAR1	CARAZINHO	LVE	B	CA	AREN.	A	1,50	0,00	0,00	6,00
21	PF21	PAS.FUNDO	LVE	B	PF	AR./BAS	A/B	1,50	0,00	0,00	2,00
22	TA2	CAR-PANAM	LVE	B	PF	AR./BAS	A/B	2,50	0,00	0,00	2,00
23	TB2	CAR-PANAM	LVE	B	PF	AR./BAS	A/B	2,00	0,00	0,00	3,00
24	NP1	NOVA PRA.	LH	B	D	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	2,00
25	PA2	PANAMBI	LR	B	SA	BASAL.	B	2,00	0,00	0,00	2,00
26	SO1	SOLEDADE						1,50			
27	TAP1	TAPERA	LR	B	EC	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	4,00
28	MAR1	MARAU	LR	B	EC	BASAL.	B	1,50	0,00	0,00	3,00
29	PA11	PAMOSTARD	PVA	B	CA	GRANIT	G	1,50	0,00	6,00	14,00
30	MAR1	MARINGA	LVE	B		AREN.	A	1,50	0,00	0,00	0,00

Figura 3 : Tabela utilizada para a inserção de dados ao banco de dados geotécnico.

Depois de inseridas ao Sistema de Informações Geográficas, as tabelas podem ser acessadas de forma muito simples, como mostra a figura 4. O *software* permite este acesso otimizado, principal razão de ser escolhido para a estruturação deste banco de dados.

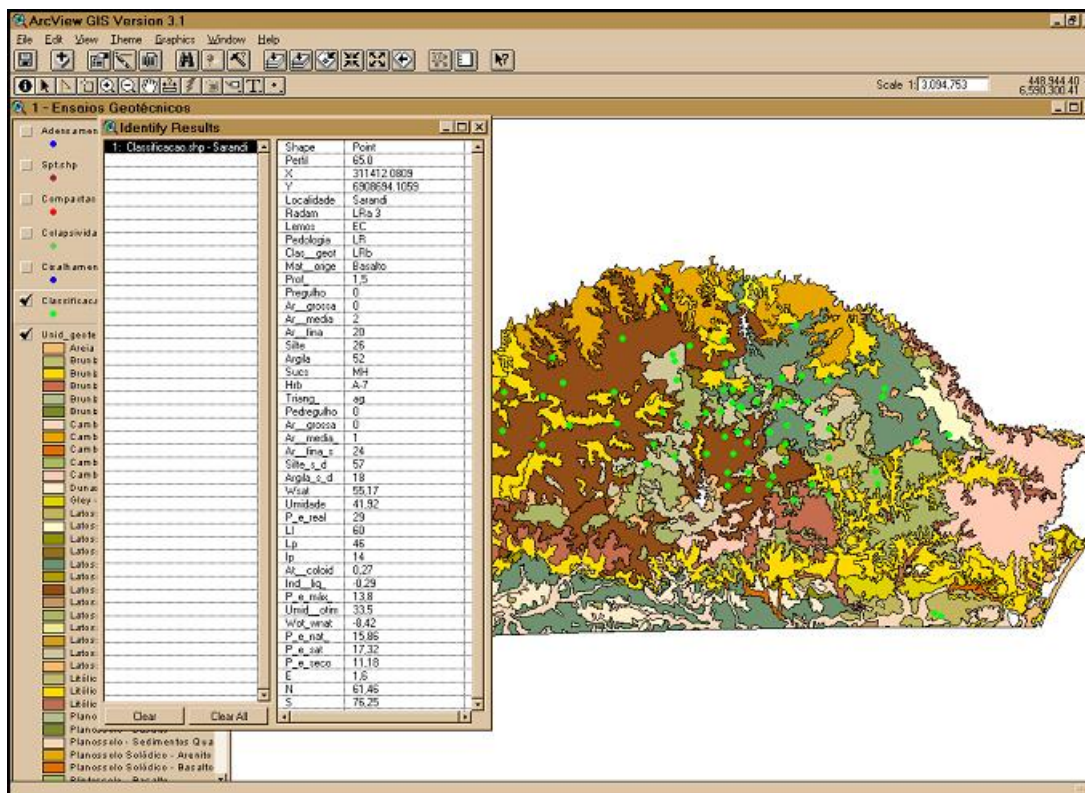
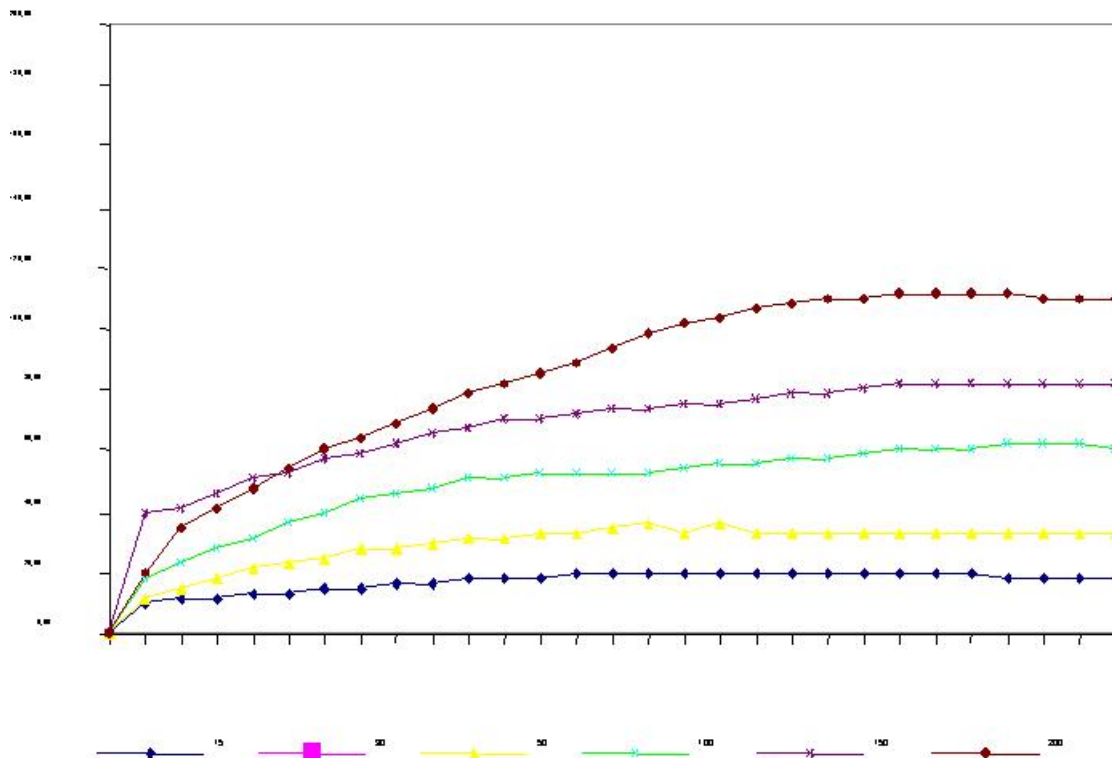


Figura 4 : Tabela associada a poligonos e pontos.

### 3.2. Gráficos

Muitos dos gráficos foram introduzidos no Sistema de Informações Geográficas em planilhas eletrônicas de forma peculiar. Em razão de muitos destes gráficos estarem apenas em papel, foi necessária a utilização de *softwares* de CAD para transforma-los em planilhas eletrônicas.

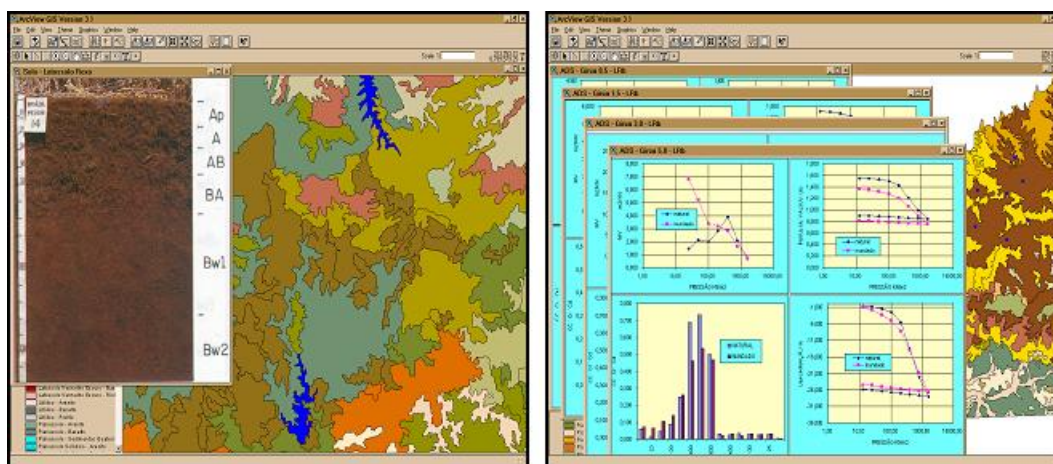
Após a construção dos gráficos, foi necessária a transformação de extensões de gráfico, como a *.xls*, em extensões de figura, como as *.bmp*, *.gif*, *.tif*, *.jpeg*, etc. Esta saída teve de ser adotada, para que fosse melhorada a resolução dos gráficos em seus acessos. Existe a possibilidade, também, da inserção de dados em formato físico no *software* de SIG. Este tipo de exemplo caracteriza-se por ser um tanto quanto trabalhoso. Porém, para o norte do estado do Rio Grande do Sul, foi necessário que este tipo de tarefa fosse realizada para os gráficos de cisalhamento direto. Em razão destes se encontrarem apenas em papel e seus dados para a construção dos gráficos perdidos, foram inicialmente escaneados e posteriormente georreferenciados, para que os dados não perdessem a qualidade de suas informações. A figura 5 mostra o exemplo de uma curva de cisalhamento direto (tensão x deformação) que foi georreferenciada para serem extraídos os dados para a construção do gráfico.



**Figura 5 :** Gráfico de cisalhamento direto escaneado e georreferenciado.

O processo de inserção das figuras e fotos, de uma forma geral, foi semelhante ao dos gráficos. Foram escaneadas e transformadas em arquivos de figura para que, posteriormente, fizessem parte do banco de dados de perfis de solos.

A figura 6 exemplifica a interface de gráficos de adensamento e fotos de perfis típicos de solos da região em estudo.



**Figura 6 :** Gráficos associados a pontos georreferenciados de amostragem e fotos associados a polígonos.

Para banco de dados, que compõe o Sistema de Informações Geográficas, foram coletadas e analisadas mais de 100 localidades no norte do estado do Rio Grande do Sul, resultando em pontos de amostragem.

#### 4. Metodologia de Utilização de Cores para as Estimativas de Unidades Geotécnicas

A metodologia de trabalho proposta na presente dissertação, consiste na criação de um banco de dados geotécnicos associados a um mapa geotécnico com cores pré-definidas.

A determinação da cor do solo é de grande importância para a identificação do horizonte, refletindo tanto a sua composição mineralógica como o ambiente de formação e grau de evolução pedológico. A pedologia utiliza-se da escala de Munsell, que demonstra ser a mais conhecida e um dos sistemas mais precisos de identificação de cores.

Desta forma, tentou-se reproduzir as cores referentes ao horizonte B destas unidades geotécnicas, principalmente para os solos mais desenvolvidos.

A introdução das cores nas estimativas das unidades geotécnicas foi realizada selecionando cada unidade a ser alterada. A partir da escolha, são variadas as tonalidades das cores como demonstrado na figura 7.

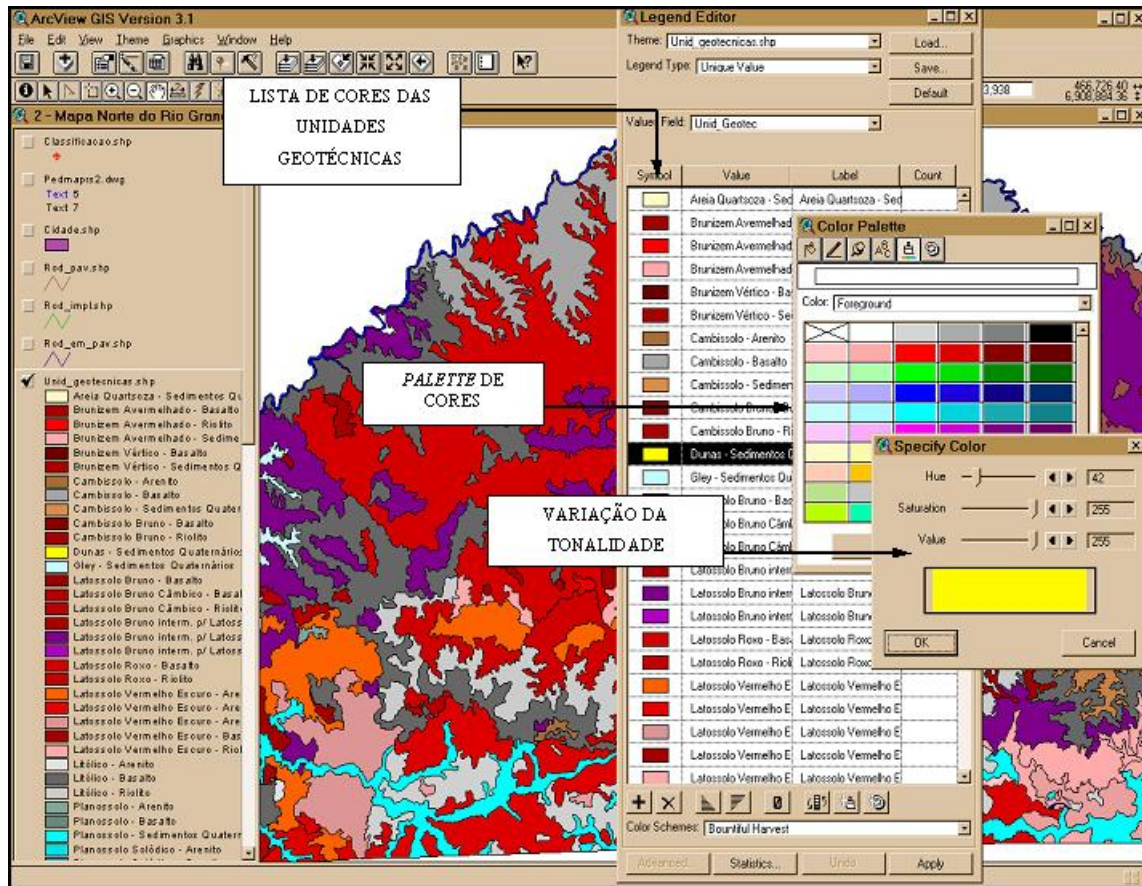


Figura 7 : Utilização do SIG na variação das tonalidades das cores.

As cores foram estipuladas de acordo com o grau de evolução do solo e o tipo de substrato litológico. Desta forma teremos a seguinte lista de cores das unidades geotécnicas como mostra a figura 8.

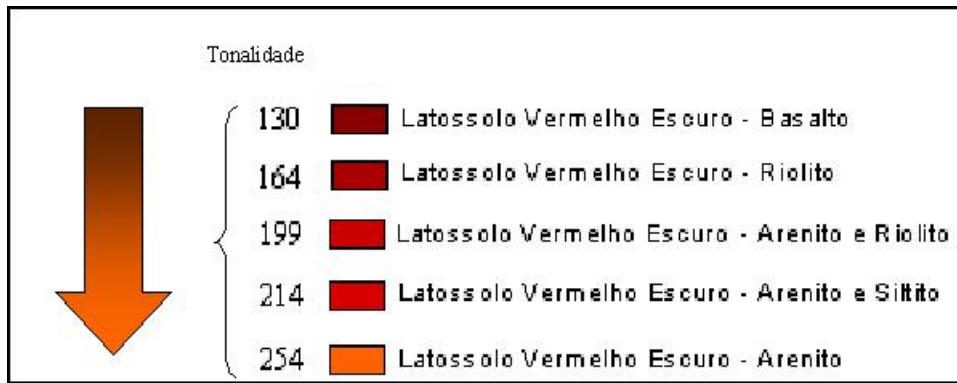
Areia Quartzosa - Sedimentos Quaternários	Litólito - Basalto
Brunizem Avermelhado - Basalto	Litólito - Riolito
Brunizem Avermelhado - Riolito	Planossolo - Arenito
Brunizem Avermelhado - Sedimentos Quaternários	Planossolo - Basalto
Brunizem Vértico - Basalto	Planossolo - Sedimentos Quaternários
Brunizem Vértico - Sedimentos Quaternários	Planossolo Solódico - Arenito
Cambissolo - Arenito	Planossolo Solódico - Basalto
Cambissolo - Basalto	Plintossolo - Basalto
Cambissolo - Sedimentos Quaternários	Podzólico Bruno Acinzentado - Riolito
Cambissolo Bruno - Basalto	Podzólico Bruno Acinzentado Planossólico - Arenito e Siltito
Cambissolo Bruno - Riolito	Podzólico Vermelho Amarelo - Arenito
Dunas - Sedimentos Quaternários	Podzólico Vermelho Amarelo - Arenito e Siltito
Gley - Sedimentos Quaternários	Podzólico Vermelho Amarelo - Basalto
Latossolo Bruno - Basalto	Podzólico Vermelho Amarelo - Sedimentos Quaternários
Latossolo Bruno Câmbico - Basalto	Podzólico Vermelho Escuro - Arenito
Latossolo Bruno Câmbico - Riolito	Podzólico Vermelho Escuro - Arenito e Siltito
Latossolo Bruno interm. p/ Latossolo Roxo - Arenito	Podzólico Vermelho Escuro - Basalto
Latossolo Bruno interm. p/ Latossolo Roxo - Basalto	Podzólico Vermelho Escuro - Riolito
Latossolo Bruno interm. p/ Latossolo Roxo - Riolito	Podzólico Vermelho Escuro Latossólico - Sedimentos Quaternários
Latossolo Roxo - Basalto	Terra Bruna Estruturada Interm. p/ Podzólico Bruno Acinzentado - Riolito
Latossolo Roxo - Riolito	Terra Bruna Estruturada Interm. p/ Podzólico Vermelho Escuro - Arenito
Latossolo Vermelho Escuro - Arenito	Terra Bruna Estruturada Interm. p/ Podzólico Vermelho Escuro - Basalto
Latossolo Vermelho Escuro - Arenito e Riolito	Terra Bruna Estruturada Interm. p/ Podzólico Vermelho Escuro - Riolito
Latossolo Vermelho Escuro - Arenito e Siltito	Terra Bruna Estruturada Interm. p/ Terra Roxa Estruturada - Basalto
Latossolo Vermelho Escuro - Basalto	Terra Bruna Estruturada Interm. p/ Terra Roxa Estruturada - Riolito
Latossolo Vermelho Escuro - Riolito	Terra Roxa Estruturada - Basalto
Litólito - Arenito	Vertissolo - Basalto

Figura 8 : Lista de cores das unidades geotécnicas.

A litologia, na unidade geotécnica, é utilizada como substrato do perfil de solo. Da mesma forma, a litologia foi utilizada como base das cores, cumprindo a função de apenas variar a tonalidade de uma determinada cor de solo. São mudadas apenas as tonalidades de uma cor base, permanecendo os demais recursos do sistema sem alteração.

As cores dos Latossolos foram definidas tendo por base a cor predominante do solo em seu horizonte B. A variação da tonalidade

entre estas unidades geotécnicas originadas dos Latossolos de mesma pedologia, foi realizada também de acordo com seu substrato. A figura 9 mostra o exemplo de uma unidade geotécnica denominada Latossolo Vermelho Escuro, substratos arenito, basalto, riolito, arenito riolito e arenito siltito.



**Figura 9** : Exemplo de cores das unidades geotécnicas dos Latossolos.

Os solos hidromórficos foram representados através de cores que indiquem a oscilação e presença de lençol freático em seu perfil de solo. Para o caso da figura 10, a cor azul foi adotada como base para este tipo de perfil, e sua tonalidade variada da mesma forma como descrito para os Latossolos, sempre seguindo a litologia como orientação.



**Figura 10** : Exemplo de cores das unidades geotécnicas de alguns solos Hidromórficos.

## 5. Conclusões

Um banco de dados geotécnico georreferenciado possibilita o estudo mais detalhado das unidades geotécnicas de uma determinada área. A estruturação deste banco de dados geotécnico viabiliza este estudo, possibilitando a comparação imediata entre o comportamento de unidades e permitindo a utilização de correlações.

Em se tratando de um mapeamento inicial, a escala de 1:1.000.000 utilizada, não influenciou muito nas comparações dos resultados. O comportamento demonstrado através dos resultados dos ensaios foi coerente. Porém, sugere-se que sejam realizados trabalhos com mapeamento geotécnico em escalas maiores, para que o detalhamento das unidades geotécnicas geradas possa ser de maior confiança.

A variação das tonalidades das cores de um mapa geotécnico, para a caracterização de uma unidade geotécnica, possibilita uma orientação inicial mais rápida das estimativas de comportamento geomecânico do solo, uma vez que se baseia no desenvolvimento do horizonte B.

## 6. Bibliografia

HIGASHI, R. R. *Utilização de um SIG no Desenvolvimento de um Banco de Dados Geotécnicos do Norte do Estado do Rio Grande do Sul*. Florianópolis, 2002. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado.