

CLEBSON MENDONÇA GUARESÍ

**MODELO DE BANCO DE DADOS GEOTÉCNICOS VINCULADOS A UM
SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOREFERENCIADAS DA GRANDE
FLORIANÓPOLIS**

FLORIANÓPOLIS

2004

CLEBSON MENDONÇA GUARESÍ

**MODELO DE BANCO DE DADOS GEOTÉCNICOS VINCULADOS A UM SISTEMA
DE INFORMAÇÕES GEOREFERENCIADAS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS**

Dissertação de Mestrado submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina na Área de concentração de Infra-Estrutura e Gerência Viária, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Davison Dias

Florianópolis

2004

GUARESI, Clebson Mendonça.

Modelo de Banco de Dados Geotécnicos Vinculados a um Sistema de Informações Geo-Referenciadas da Grande Florianópolis / Clebson Mendonça Guaresi.

96pgs.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2004.

Área de concentração: Infra-Estrutura e Gerência Viária.

Orientadora: Regina Davison Dias, Dr^a.

Defesa: 02/2004.

1.Mapeamento Geotécnico 2.Sistemas de Informações Geográficas.

À minha **FAMÍLIA**

Dedico esta obra.

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar expressar meus mais sinceros votos de agradecimentos àqueles cuja colaboração foi essencial para a realização desta obra, em particular:

A Professora Regina, pelo tempo dedicado, confiança e amizade;

Aos demais professores do Departamento de Engenharia Civil que conheci e aprendi a admirar;

Aos colegas e Amigos que fiz ao longo do meu trabalho no LAMGEO.

RESUMO

GUARESI, Clebson Mendonça. **Modelo de Banco de Dados Geotécnicos Vinculados a um Sistema de Informações Georeferenciadas da Grande Florianópolis**. Florianópolis, 2004. 96 p. – UFSC, Santa Catarina.

A região da Grande Florianópolis, principalmente nas áreas menos urbanizadas, está se expandindo sem um subsídio técnico adequado, o que leva a uma ocupação desordenada das encostas dos morros, a exposição dos horizontes erodíveis à ação das intempéries, a exploração de jazidas indiscriminadamente, o problema com solos moles, entre outros. O trabalho tem por objetivo desenvolver uma base de um banco de dados geotécnicos, com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas – SIG através do software ArcView das Folhas Florianópolis / Lagoa. O mapa Pedológico utilizado foi elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Científico e Tecnológico – SDT / SC e Diretoria de Estatística e Geoprocessamento – DEGE (1994) na escala de 1:100.000 e o mapa geológico foi elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (1997) na escala de 1:100.000. Procurou-se também através do estudo da mineralogia, relevo, petrografia, granulometria, pedologia descritas nos levantamentos, estabelecer uma melhor compreensão dos diferentes granitos e granitóides encontrados na área. Pode-se afirmar que a área de estudo é bem complexa e heterogênea devido à presença de solos residuais dos granitos, granitóides, complexo granito-gnaisses, filito, além de outras rochas metamórficas, e solos sedimentares com presença de argila mole. Usou-se como base para o desenvolvimento deste trabalho, a técnica de mapeamento geotécnico desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, conjuntamente com a organização de informações trabalhadas cientificamente para a construção de um banco de dados em forma de um SIG. A metodologia utilizada foi a triangulação de dados, envolvendo todo um processo de edição de mapas, trabalhos de campo, coleta de resultados, organização dos dados em meio digital, inserção dos dados no SIG. Como produto final obteve-se um mapa de estimativas de unidades geotécnicas na escala de 1:100.000 em conjunto com um banco de dados. Este banco de dados é composto de fotografias, resultados de ensaios geotécnicos, características físicas, entre outras. Seu acesso utiliza a tecnologia de SIG, o que permite que o usuário faça a consulta aos dados diretamente no sistema.

Palavras chaves: Mapeamento Geotécnico; Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT

GUARESI, Clebson Mendonça. **Model of Geotechnical Database entail in a Georeferenced Information System from Florianópolis.** Florianópolis, 2004. 96 p. – UFSC, Santa Catarina.

The region of Florianópolis, mainly in the areas less urbanized, is expanding without an adequate technic subsidy, what tappet to a disorderly occupation of hillsides of the hills, for the exposition of the horizons erosive, for the action of weathering, for the exploration of mines wholesale, for the trouble with floppy soils, among other. The objective of this work is developing a base of a geotechnical database, with assistance of a Geographic Information Systems –GIS through ArcView software of the Florianópolis / Lagoa's sheet. The pedologic map used was elaborate by the Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Científico e Tecnológico – SDT / SC and Diretoria de Estatística e Geoprocessamento – DEGE (1994) in the scale 1:100000 and the geologic map was elaborate by the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (1997) in the scale 1:100000. Through of the mineralogy study, relief, petrography, granulometry, pedology explained on the surveys, establish the best comprehension of different granites and granites metamorphic found in the area. The study's area is very complex and heterogeneous due to the presence of soils residuals of granites, granites metamorphic, complex granite-gneisses, filite, beyond others metamorphic stones and sedimentary soils with presence of soft clay. The base to the development of this work is the geotechnical mapping's technic developed on Federal University of Rio Grande do Sul – UFRGS, jointly with organization of information worked scientifically to the building of a database in form of a GIS. The used methodology was the triangulation of data involving all an edition process of maps, fieldworks, collect results, organization of data in digital means, insertion of data on GIS. The final product got estimation's map of geotechnical unity in the scale 1:100000 in union with a database. This database is composed by photographs, results of geotechnical tests, physical characteristics, among other. The database access uses the GIS's technology, witch permits that user does the consultation for data directly on system.

KEY WORDS: Geotechnical mapping, Geographic Information Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Localização da área de estudo	20
Figura 02	Classificação climática no Brasil segundo Köppen	21
Figura 03	Temperatura média anual brasileira	22
Figura 04	Distribuição das unidades geológicas fundamentais	23
Figura 05	Descrição da metodologia empregada	43
Figura 06	Metodologia da geração de unidades geotécnicas	44
Figura 07	Cruzamento geotécnico	44
Figura 08	Método de Georeferenciamento	46
Figura 09	Exemplo de Generalização Cartográfica e Categórica	47
Figura 10	Estrutura SIG no ambiente Windows	48
Figura 11	Seleção da <i>view</i>	48
Figura 12	Ensaio realizados ao longo da BR 101	49
Figura 13	Acessibilidade do banco de dados no universo do <i>software ArcView</i>	49
Figura 14	Acessibilidade do banco de dados no universo do <i>software ArcView</i>	50
Figura 15	Mapa de unidades geotécnicas da Região em estudo	52
Figura 16	Distribuição das unidades geotécnicas na área em estudo	55
Figura 17	Mapa de unidades pedológicas da região em estudo	61
Figura 18	Distribuição das unidades pedológicas da área em estudo	64
Figura 19	Mapa de unidades geológicas da Região em estudo	65
Figura 20	Distribuição das unidades geológicas da área em estudo	67
Figura 21	Área de ocorrência do granito Serra do Tabuleiro	68
Figura 22	Área de ocorrência do Complexo Águas Mornas	69
Figura 23	Jazida de saibro as margens da BR 282	69
Figura 24	Escorregamento no KM 33,1 da BR 282	70

Figura 25	Erosão as margens BR 101	70
Figura 26	Intrusão Granito as margens BR 101	71
Figura 27	Área de ocorrência do granito Ilha	71
Figura 28	Granito Ilha - granito de maior ocorrência em Florianópolis. Santos (1997)	72
Figura 29	Área de ocorrência do Tonalito Forquilhas	72
Figura 30	Ocupação desordenada bairro metropolitano	73
Figura 31	Ocupação desordenada bairro metropolitano (outra vista)	73
Figura 32	Ocupação desordenada bairro metropolitano (vista geral)	74
Figura 33	Área de ocorrência do granito São Pedro de Alcântara	74
Figura 34	Área de ocorrência do Granitóide Santo-Antônio	75
Figura 35	Área de ocorrência do Riolito Cambirela	76
Figura 36	Ocorrência do Riolito Cambirela: Morro do Cacupé . Santos (1997)	76
Figura 37	Área de ocorrência do Granodiorito Alto da Varginha	77
Figura 38	Perfil do Granodiorito Alto da Varginha	77
Figura 39	Perfil do solo de alteração Granodiorito Alto da Varginha	78
Figura 40	Área de ocorrência do Granito Capivari	78
Figura 41	Área de ocorrência do Granito Rio das Antas	79
Figura 42	Área de ocorrência do Granito Angelina	79
Figura 43	Área de escorregamento no Granito Angelina	80
Figura 44	Textura do material encontrado na área de escorregamento	80
Figura 45	Jazida localizada no centro de Angelina	81
Figura 46	Área de ocorrência do Granito São Bonifácio	81
Figura 47	Área de ocorrência do Granito Paulo Lopes	82
Figura 48	Granito Ilha no contato com o Granitóide Paulo Lopes, praia dos Ingleses. Santos (1997)	82

Figura 49	Granitóide Paulo Lopes: rochas granito-gnáissicas, Costão do Santinho. Santos (1997).	83
Figura 50	Área de ocorrência do Granito Itacorubi	83
Figura 51	Granito Itacorubi do Morro do Cacupé. Santos (1997)	84
Figura 52	Desenvolvimento do solo em relação ao intemperismo químico	87
Figura 53	Modelo Digital do Terreno e do Subsolo	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Relação entre atributos de textura, interpretação pedológica e características do solo (PRADO, 1991).	07
Tabela 02	CTC (Santos, 1975)	08
Tabela 03	Critérios de classificação geral dos diversos tipos de horizonte B. (Camargo et al., 1987)	09
Tabela 04	Seqüência de horizontes e classificação do solo. (Prado, 1995)	09
Tabela 05	Pacotes SIGs mais comuns do mercado	17
Tabela 06	Resumo geológico da área explorada	25
Tabela 07	Classes Pedológicas da área em estudo	32
Tabela 08	Unidades Pedológicas do tipo Podzólico encontrado na área em estudo	34
Tabela 09	Unidades Pedológicas do tipo Cambissolo encontrado na área em estudo	37
Tabela 10	Unidades Pedológicas do tipo Areias Quartzosas encontrado na área em estudo	39
Tabela 11	Simbologia utilizada pela Pedologia	45
Tabela 12	Subíndices representativos dos substratos Geológicos	45
Tabela 13	Distribuição das unidades geotécnicas na área em estudo	53
Tabela 14	Distribuição das unidades pedológicas da área em estudo	62
Tabela 15	Distribuição das unidades geológicas da área em estudo	66
Tabela 16	Classificação do Granito São Pedro de Alcântara de Acordo com Diferentes Metodologias	75

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	01
1.1 - Importância do Trabalho	03
1.2 – Estrutura do Trabalho	03
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	05
2.1 - Pedologia	05
2.1.1 – Clima	06
2.1.2 - Rocha-mãe	06
2.2 - Mapeamento Geotécnico	10
2.2.1 - Mapa Digital	10
2.2.2 - Mapa Geotécnico	11
2.2.3 - Mapeamento Geotécnico	12
2.2.4 - Tipos de Mapas	13
2.3 - Sistema de Informações Geográficas – SIG	15
2.3.1 - Estrutura SIG	16
2.3.2 - Software SIG	17
2.3.3 - Conceitos Referentes ao Sistema de Informações Geográficas – SIG	18
3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
3.1 - Aspectos Fisiográficos	21
3.2 - Geologia de Santa Catarina	22
3.2.1 - Embasamento Cristalino	23
3.2.2 - Coberturas Vulcano-Sedimentares Eo-Paleozóicas	23
3.2.3 - Cobertura Sedimentar Gonduânica	24
3.2.4 - Rochas Efusivas (Formação Serra Geral)	24
3.2.5 - Cobertura Sedimentar Quaternária	25
3.3 – Caracterização Geológica da Área em Estudo	25
3.3.1 -Caracterização das Principais Unidades geológicas da Área em Estudo	27
3.3.1.1 - Granitóides Alcalinos - Suíte Plutono-Vulcanica Cambirela	27
a - Granito Itacorubi – γ_{ci}	28
b - Riolito Cambirela – γ_{cv}	28

3.3.1.2 - Granitóides Alcalinos - Suíte Intrusiva Pedras Grandes	28
a – Granito Angelina – γ_{pa}	28
b – Granito São Bonifácio – γ_{pb}	29
c – Granito Capivari – γ_{pc}	29
d – Granito Serra do Tabuleiro – γ_{pt}	29
e – Granito Ilha – γ_{ph}	30
3.3.1.3 - Granitóides Calcialcalinos - Suíte Intrusiva Maruim	30
a – Granito São Pedro de Alcântara - γ_{ms}	30
b – Granito Rio das Antas – γ_{ma}	30
c – Granodiorito Alto da Varginha - γ_{mv}	30
d – Tonalito Forquilha - γ_{mf}	31
3.3.1.4 - Granitóides Foliados	31
a – Granitóide Paulo Lopes - γ_l	31
b – Granitóide Santo Antonio - γ_s	31
3.4 - Pedologia	32
3.5 - Caracterização das Unidades Pedológicas	32
3.5.1 – Podzólico	32
a - Podzólico Vermelho-Amarelo álico	33
b - Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico	34
3.5.2 – Podzol	35
a - Podzol Hidromórfico álico	35
3.5.3 – Cambissolo	35
a - Cambissolo álico	35
b - Cambissolo eutrófico	36
3.5.4 – Gleissolo	37
a - Gleissolo álico	37
b - Gleissolo eutrófico	38
3.5.5 - Areias Quartzosas	38
a- Areias Quartzosas Hidromórficas álicas	38
b- Areias Quartzosas Hidromórficas eutróficas	38
c- Areias Quartzosas Hidromórficas Húmicas álicas	38
d- Areias Quartzosas álicas	39
e- Areias Quartzosas Marinhas álicas	39
3.5.6 - Solos Orgânicos	40

a - Solos Orgânicos álicos	40
b - Solos Orgânicos eutróficos	40
3.5.7 - Solos Aluviais	40
a - Solos Aluviais distróficos	40
3.5.8 - Solos Litólicos	40
a - Solos Litólicos álicos	41
3.5.9 - Tipos de Terrenos	41
4 – METODOLOGIA	42
4.1 - Estruturação do Banco de Dados	47
4.2 - Acessibilidade ao Banco de Dados	49
5 - MAPA DE UNIDADES GEOTÉCNICAS	52
5.1 - Caracterização das Principais Unidades Geotécnicas Geradas	56
5.1.1 – Cambissolo, Substrato Granito, Gnaisse – Cg,gn	56
5.1.2 - Cambissolo, Substrato Granito – Cg	56
5.1.3 - Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Granitóide – PVgt	57
5.1.4 – Cambissolo, Substrato Sedimentos Quaternários – Csq	57
5.1.5 - Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Granito – PVg	57
5.1.6 – Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Tonalito – PVt	57
5.1.7 – Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Granito, Gnaisse – PVg,gt	58
5.1.8 – Cambissolo, Substrato Tonalito – Ct	58
5.1.9 – Litossolos, Substrato Granito e substrato Granitóide – Rg + Rgt	58
5.1.10 - Podzol, Substrato Sedimentos Quaternários – HPsq	58
5.1.11 - Glei, Substrato Sedimentos Quaternários – Gsq	59
5.1.12 - Areias Quartzosas, Substrato Sedimentos Quaternários – Aqsq	59
5.1.13 - Solos Orgânicos, Substrato Sedimentos Quaternários – HOsq	59
5.1.14 - Terrenos de Mangue, Substrato Sedimentos Quaternários	60
5.1.15 - Dunas, Substrato Sedimentos Quaternários	60
5.2 - Mapa Pedológico	60
5.3- Mapa Geológico	64
5.3.1 – Caracterização das Principais Ocorrências Geológicas	67
5.3.1.1 - Granito Serra do Tabuleiro	67

5.3.1.2 - Complexo Águas Mornas	68
5.3.1.3 - Granito Ilha	71
5.3.1.4 - Tonalito Forquilha	72
5.3.1.5 - Granito São Pedro de Alcântara	74
5.3.1.6 - Granitóide Santo-Antônio	75
5.3.1.7 - Riolito Cambirela	76
5.3.1.8 - Granodiorito Alto da Varginha	77
5.3.1.9 - Granito Capivari	78
5.3.1.10 - Granito Rio das Antas	79
5.3.1.11 - Granito Angelina	79
5.3.1.12 - Granito São Bonifácio	81
5.3.1.13 - Granitóide Paulo Lopes	82
5.3.1.14 - Granito Itacorubi	83
6 – ANÁLISE	85
6.1 – Mapa de Estimativa de Unidades Geotécnicas	85
6.2 – Acesso ao Material Cartográfico	85
6.3 – Unidades geotécnicas	86
6.4 – Acessibilidade ao Banco de Dados	86
6.5 – Desenvolvimento dos Perfis de Solos	86
7 - CONCLUSÕES e SUGESTÕES	89
7.1- Conclusões	89
7.2- Sugestões	90
REFERÊNCIAS	92
APENDICE	97

1 - INTRODUÇÃO

A necessidade conciliada com o espírito explorador do homem fez com ele se deparasse com vários obstáculos, dentre eles a diversidade nas propriedades dos solos.

Pode-se afirmar que a relação homem / solo é tão antiga quanto a civilização. Tal afirmação toma como base os possíveis problemas de fundações e de obras de terras que casualmente devem ter ocorrido durante a construção das obras faraônicas como, por exemplo, a Grande Muralha da China, as pirâmides do Egito, os aquedutos e as estradas do Império Romano.

A geotecnia é uma área do conhecimento onde se trabalha com muitas incertezas devido ao solo ser um material heterogêneo. Ela exige um profissional com conhecimento amplo da ciência da Mecânica dos Solos (capacidade de suporte, estabilidade de taludes, expansibilidade, drenagem, entre outros), da Geologia, da Pedologia, etc.

Há tempos que o homem procura desenvolver ferramentas que o auxiliem na elaboração, planejamento, implantação de obras civis, orientação de obras extrativas como também na preservação ambiental. Idealiza-se, cada vez mais, uma ferramenta que trabalhe com grande quantidade de informação (clima, relevo, unidades geotécnicas, pedologia, vegetação) e tenha como resultado final, um processo de informação que não exija grande esforço para sua compreensão.

O mapeamento geotécnico associado a um banco de dados busca a organização de diversas informações, dentre elas, as geológicas, as morfológicas, as climáticas, as pedológicas, para conhecimento prévio dos parâmetros geotécnicos de uma região na elaboração de uma ocupação racional do meio físico.

Vê-se então, que o trabalho de mapeamento pode ser direcionado para as mais distintas finalidades, seja na elaboração de planos diretores, no uso e ocupação racional do solo, na determinação de áreas de risco, na busca de jazidas, como também, na deposição de resíduos (lixo, esgoto) provenientes das áreas urbanas entre outros.

Cada unidade geotécnica possui características oriundas do seu material de origem e das condições geomorfológicas, climáticas e geográficas do local da sua formação. Um solo desenvolvido em um ambiente quente e úmido e, ainda, com um relevo suavemente ondulado propicia maior hidrólise e conseqüentemente maior desenvolvimento do solo. Tal processo de gênese é estudado da Pedologia, onde o solo é dividido em classes com características

definidas, possibilitando assim, além da estimativa do comportamento, a confrontação de parâmetros entre distintas localizações.

O objetivo do presente trabalho é a realização de um modelo de banco de dados geotécnicos vinculado a um sistema de informações georeferenciadas da Grande Florianópolis, na escala de 1:100.000, visando à aplicação ao planejamento regional frente à ocupação urbana e rural como, também, no estudo dos diferentes tipos de granito e granitos metamorfizados da região.

Para que tal objetivo fosse alcançado algumas metas foram atingidas e dentre elas:

- Levantamento dos mapas existentes da região Florianópolis;
- Edição dos mapas em meio digital para serem introduzidos no Sistema Geográfico de Informações criando em topologias;
- Criação dos níveis de informações em um SIG;
- Cruzamento dos Mapas Geológico, Pedológico e Topográfico;
- Construção do mapa geotécnico preliminar;
- Saídas a campo para a verificação dos universos geotécnicos;
- Levantamento de problemas e obras que solicitam ou usam o solo presente em cada unidade como, também, o levantamento de dados ambientais.

1.1 - Importância do Trabalho

No Brasil, país onde quase que a totalidade dos municípios não possuíam planejamento nem diretrizes para o crescimento da mancha urbana, colhe hoje, os malefícios desta ocupação desordenada do meio físico.

Infelizmente, devido a esta ingerência – seja esta por desconhecimento geotécnico ou não – dos responsáveis pela qualidade de vida da população e preservação do meio ambiente, não são raros os casos de sinistros que chegam a dizimar famílias inteiras.

A região estudada sofre, nos últimos anos, com a migração, o que está acarretando uma saturação dos recursos naturais no centro urbano. Devido a isto, necessita-se de ferramentas que ordenem, de forma racional, a ocupação de áreas alternativas a esta demanda.

O mapa geotécnico, amparado por um banco de dados geotécnico, no universo SIG, visa fornecer subsídios ao uso racional do meio físico.

1.2 – Estrutura do Trabalho

A dissertação está estruturada em 7 capítulos descritos a seguir:

- No capítulo 01 são abordados os objetivos e a justificativa do trabalho. A finalidade deste capítulo é introduzir o tema da pesquisa e a estrutura do trabalho.
- No capítulo 02 é tratado da fundamentação teórica, dos temas e conhecimentos necessários. Ele está dividido em três partes: Mapeamento Geotécnico, Sistema de Informações Geográficas e Pedologia.
- O capítulo 03 relaciona a caracterização da área em estudo. Aqui são apresentados aspectos referentes à geologia, clima, relevo e pedologia.
- No capítulo 04 é apresentada a metodologia empregada para o desenvolvimento da dissertação, enfatizando o processo de desenvolvimento do mapa geotécnico e da estrutura do banco de dados.
- No capítulo 05 são apresentados os mapas pedológico, geológico e geotécnico. Neste capítulo são demonstrados os resultados da análise referente a cada mapa, como valor da área de cada unidade, porcentagem, e, em alguns casos, problemas ambientais e geotécnicos evidenciados na saída de campo.
- No capítulo 06 é apresentada uma análise geral do comportamento do solo da região frente às informações obtidas ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

- No capítulo 07 são apresentadas as conclusões da dissertação, assim como sugestões para trabalhos futuros.
- No apêndice é apresentado o mapa de estimativa de unidades geotécnicas.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica aborda os temas de Pedologia, Mapeamento geotécnico e Sistema de Informações Geográficas. Para sua realização diversas fontes foram consultadas com o intuito de estabelecer uma visão geral, mas ao mesmo tempo crítica de cada assunto.

Dentre todas as fontes que serviram de base e modelo para realização desta etapa as que mais se destacam são Davison Dias (1995), Santos (1997), Zuquette (1987), Higashi (2002), Abitante (1997) e Valente (1999).

2.1 - Pedologia

O solo é um corpo natural da superfície terrestre, independente e dinâmico, resultante da ação cumulativa dos fatores clima, organismos (vegetais e animais), rocha-mãe, relevo e tempo, designados conjuntamente por fatores pedogenéticos ou fatores de formação do solo. Entre estes fatores consideram-se também o Homem e a água no solo.

Na formação do solo, a ação do clima e organismos (vegetação, microrganismos, etc.) sobre a rocha-mãe é condicionada pelo relevo do terreno e do tempo de atuação. Neste contexto, a rocha-mãe fornece os constituintes minerais do perfil e a vegetação, que se instala praticamente desde o começo da alteração das rochas, dá origem à acumulação de matéria orgânica. Os componentes da rocha e o material orgânico, sujeitos a variadas reações físicas, químicas e bioquímicas, são transformados e misturados com maior ou menor intensidade, migrando os produtos resultantes de um para outro ponto do perfil e conduzindo à diferenciação dos horizontes do solo, ou seja, ao desenvolvimento do perfil. No processo de desenvolvimento do perfil do solo, o clima, o relevo e o tempo são outros fatores muito importantes atuando com a rocha-mãe e a vegetação. As características do solo e o grau de desenvolvimento dos horizontes dependem da interação de todos estes fatores. As influências biológicas só atingem parte da espessura afetada pelos agentes atmosféricos e soluções formadas pela água das chuvas. Por outro lado, em climas particularmente favoráveis à alteração dos minerais e das rochas, esta alteração pode atingir profundidade muito superior à que razoavelmente pode considerar-se como fazendo parte do solo, por não afetar, nem mesmo indiretamente, a vida das plantas (BOTELHO da COSTA, 1999).

Levando-se em consideração a escala regional do trabalho, pode-se afirmar que dentro de todos estes fatores apresentados, os fatores que mais influenciam a formação do solo são, de longe, o clima e a natureza da rocha-mãe.

2.1.1 – Clima

Em regiões onde não há grandes variações na natureza da rocha-mãe e no tipo de relevo, é possível verificar-se uma distribuição dos solos de acordo com a zonalidade climática.

O efeito do clima faz-se sentir principalmente através da temperatura e da precipitação. A precipitação é responsável pela umidade do meio e, conseqüentemente, pela natureza e intensidade das reações e processos responsáveis pela alteração das rochas - fenômenos de hidrólise dos minerais primários da rocha-mãe, transformando-os em minerais secundários - e da matéria orgânica e pelos fenômenos de migração. Já a temperatura, influencia na velocidade das diversas reações pois serve como catalisadora do processo de hidrólise e do processo de transformação dos minerais.

2.1.2 - Rocha-mãe

A rocha-mãe influencia o solo por intermédio de todas as suas características, quer físicas quer químicas. Dentre estas características destacam-se a permeabilidade e a composição química.

A permeabilidade é responsável pela circulação da água e do ar e, por conseguinte, da intensidade dos processos químicos e biológicos e do carreamento dos constituintes. A baixa permeabilidade impede fenômenos de eluviação e acumulação de bases. A composição química é responsável pela natureza do complexo de alteração formado e, como tal, condicionadora do sentido da evolução. Uma elevada riqueza em bases (principalmente Ca^{++} e Mg^{++}) ou uma deficiência de tais constituintes são determinantes na evolução do solo.

Outro fator relevante é que as características da rocha-mãe controlam características do solo como o grau de distribuição dos horizontes, a textura, a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e a espessura.

A textura da rocha mãe é importante devido ao comportamento físico e químico dos solos minerais depender fortemente das proporções relativas entre areia, silte e argila. Na prática, o conhecimento da textura do solo proporciona informações importantes para a Engenharia como, por exemplo, a aferição de propriedades como permeabilidade e riqueza orgânica. A tabela 01 relaciona a textura com interpretação pedológica e característica do solo.

Tabela 01. Relação entre atributos de textura, interpretação pedológica e características do solo (PRADO, 1991)

Atributos	Interpretação Pedológica	Característica do solo
Textura Arenosa	Fração sólida mineral normalmente constituída de quartzo. Teor de argila mais silte menor ou igual a 15%	Elevada suscetibilidade à erosão. CTC (Capacidade de Troca Catiônica) baixa, quase que exclusivamente contribuição da matéria orgânica. O tamanho dos poros é grande. Baixos valores de retenção de água, não só a altas como a baixas tensões. Alta taxa de infiltração de água. Densidade do solo apresenta valor próximo a 1,3 g/cm ³ em área não compactada
Textura Média	Teor de argila mais silte maior que 15% e argila menor ou igual 35%	Baixa a moderada suscetibilidade à erosão. Médios a baixos valores de retenção de água não só a altas como a baixas tensões. Densidade do solo apresenta valor próximo a 1,3 g/cm ³ em área não compactada.
Textura argilosa	Teor de argila varia de 35 a 60%. No caso de latossolos, são elevados os valores de porosidade total e microporosidade. Sensação "areia", sendo que essa sensação de aspereza na massa do solo desaparece quando se faz mais pressão com os dedos, pois são destruídos os flóculos de argila. Possibilidade de se obter teor de argila sub-estimado na análise granulométrica devido ao elevado grau de flocculação da fração argila. Se não ocorrer adequada ação do agente dispersante, essa argila continuará flocculada, não sendo determinada.	Solo menos suscetível à erosão em área não muito declivosa. Drenagem boa ou acentuada. Altos valores de retenção de água não só a altas como a baixa tensões. Densidade do solo apresenta valor muito próximo a 1 g/cm ³ em área não compactada.
Textura muito argilosa	Teor de argila superior a 60%. Demais aspectos pedológicos idem aos da textura argilosa.	Idem à textura argilosa.

Os solos, quanto ao aspecto de troca catiônica, são compreendidos em dois grupos: solos com alta CTC e solos com baixa CTC (capacidade de troca catiônica). Solos com alta CTC são solos expansivos, geralmente formados a partir de minerais máficos (escuros) pouco lixiviados, formando assim, argilas do tipo expansivas. A mica biotita, por exemplo, $K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$, quando em contato com água nas unidades lamelares que

compõem sua célula unitária, transforma-se em vermiculita, um mineral muito expansivo cuja CTC apresenta-se entre $100 \leq CTC \leq 150$ meq/100g.

A movimentação da água no solo é de grande relevância, pois é ela quem define se um material tornar-se-á expansivo ou não. Caso esta for restrita, os materiais ferruginosos tendem a formar montmorilonitas e materiais feldspáticos tendem a formar caulinita. Já para um solo com movimentação intensa de água, materiais ferruginosos tendem a formar hidróxidos de Fe e Al, materiais feldspáticos tendem a formar haloisita e hidróxido Al, e materiais formados por plagioclásios cálcicos tendem a formar haloisita. A tabela 02 apresenta alguns minerais e suas respectivos valores de CTC. Vale a pena salientar que solos são considerados expansivos quando sua CTC é superior a 13 meq/100g.

Tabela 02 – CTC (Santos, 1975)

Mineral	CTC (meq/100g)
Metahaloisita	5 a 10
Caulinita	3 a 15
Haloisita	10 a 40
Ilita	10 a 40
Clorita	10 a 40
Esmectita	80 a 150
Vermiculita	100 a 150

A classificação do solo, na Pedologia, é determinada pela espessura do horizonte B, também conhecido como horizonte diagnóstico. Este é usado como horizonte diagnóstico, porque apresenta o grau máximo de desenvolvimento de cor, textura, estrutura e cerosidade (quando esta ocorre). Se o solo não possui o horizonte B, utiliza-se o horizonte C como diagnóstico. Se um solo não apresentar nem horizonte B nem horizonte C este é, então, classificado em função do horizonte A.

A tabela 03 resume os critérios gerais de classificação dos vários tipos de horizonte B de acordo com CAMARGO et al. (1987).

Tabela 03. Critérios de classificação geral dos diversos tipos de horizonte B. (CAMARGO et al., 1987)

B latossólico (Bw)	Horizonte mineral não iluvial e muito intemperizado (teor argila semelhante ao do horizonte A).
B textural (Bt)	Horizonte mineral iluvial com argila translocada do horizonte A (teor argila bem mais elevado do que no horizonte A). Se o teor de argila for relativamente uniforme entre os horizontes A e B, deve ocorrer cerosidade relativamente nítida nos agregados estruturais.
B nátrico (Btn)	Horizonte B rico em Na trocável
B incipiente (Bi)	Horizonte mineral não iluvial e com menor grau de intemperização do que o B latossólico (teor argila semelhante ao do horizonte A).
B podzol (Bh, Bs, Bhs)	Horizonte mineral iluvial, com concentração de matéria orgânica e ou ferro translocados do horizonte A.

Na tabela 04 relacionam-se as seqüências de horizontes A-B, A-C, A-R, A-(B e ou C pouco espessos), A-E-Btg, A-Cg e H-Cg, com as respectivas possibilidades de classificação do solo.

Tabela 04. Seqüência de horizontes e classificação do solo. (Prado, 1995)

Seqüência de horizontes¹	Classificação do solo
A-Bw-C	Latossolos Ferríferos, Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho-Escuros, Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos, Latossolos Brunos e Latossolos "variação Una"
A-Bt-C	Rubrozéns, parte dos Podzólicos Vermelho-Escuros, parte dos Podzólicos Vermelho-Amarelos, parte dos Brunos não cálcicos, parte dos Podzólicos Amarelos, parte dos Podzólicos Bruno-Acinzentados, parte dos Podzólicos Acinzentados
A-E-Bt-C	Planossolos, parte dos Podzólicos Vermelho-Escuros, parte dos Podzólicos Vermelho-Amarelos, parte dos Brunos Não Cálcicos, parte dos Podzólicos Amarelos, parte dos Podzólicos Bruno-Acinzentados, parte dos Podzólicos Acinzentados
A-Btn-Cn	Parte dos Solonetz Solodizados
A-E-Btn-Cn	Parte dos Solonetz Solodizados
A-Bi-C	Cambissolos, parte dos Brunizens
A-E-Bh-C ou A-E-Bhs-C ou A-Bh-C ou A-Bhs-C	Podzóis
A e/ou Eg-Bhg ou Ag e/ou Bhsg-Cg	Podzóis hidromórficos
A-C	Areias Quartzosas, Regossolos, Vertissolos, Solonchaks, parte das Rendzinas e Solos Aluviais
A-R	Litossolos, Solos Litólicos e parte das Rendzinas
A-(B e ou C pouco espessos)	Litossolos, Solos Litólicos e parte das Rendzinas
A-E-Btg-Cg	Parte dos Planossolos e Hidromórficos Cinzentos
A-Cg	Glei Húmico e Glei Pouco Húmico
H-Cg	Glei Húmico e Solo Orgânico

¹ w = intensa alteração do solo, com inexpressiva acumulação de argila, com ou sem concentração de sesquióxidos; t = acumulação de argila silicatada; n = acumulação de sódio; h = acumulação aluvial de matéria orgânica; i = desenvolvimento incipiente, imaturo; s = acumulação de óxidos de ferro e alumínio; g = gleização

Observação: a classe do Plintossolo exige a presença do horizonte plíntico e pode ser solo hidromórfico ou não.

2.2 - Mapeamento Geotécnico

Para melhor compreensão da funcionalidade do mapeamento geotécnico foram abordados os temas: Mapa Geotécnico (produto final da metodologia de mapeamento); Mapa Digital (universo de dados numéricos); Mapeamento Geotécnico; Tipos de Mapas.

2.2.1 - Mapa Digital

Num mapa em meio digital, geograficamente posicionado, a acurácia das feições espaciais é de extrema importância na precisão dos produtos finais onde segundo Loch (1994) a exigência de uma precisão cartográfica cresceu com a evolução da cartografia e atualmente está mais em evidência do que nunca, principalmente nos países aonde os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) vêm sendo utilizados, há pelo menos uma década, no gerenciamento e planejamento das mais diversas atividades humanas.

No processo de substituição do mapa analógico da forma gráfica – papel – para forma de dados espaciais – alfa-numérica – deve-se garantir que a carta ou mapa digital seja compreendido como um modelo de representação cartográfica, em 2 ou 3D, no qual seus elementos gráficos, seus processos de elaboração, armazenamento, manutenção e exploração apresentam características que permitem definir a base cartográfica digital como um conjunto de registros digitais cujos elementos representam e expressam cartograficamente o conhecimento das características de um determinado ambiente e de seus componentes (PAULINO e CARNEIRO,1998).

Leal (1998) verificou que a qualidade posicional de uma carta degrada-se à medida que esta é transformada do meio analógico para o meio digital, através do processo de digitalização vetorial.

Para Dale and McLaughlin (1990) apud Vieira (1999) o mapeamento digital compreende essencialmente três operações: 1- captura ou aquisição de dados, ou seja, na

conversão dos dados para o formato digital; 2- processamentos dos dados, ou seja, transformação dos dados dentro de distintas estruturas para servir a distintas funções; 3- apresentação dos dados, através de técnicas computacionais gráficas para a apresentação visual ou métodos eletrônicos alocando, assim, os dados a outros usuários.

2.2.2 - Mapa Geotécnico

Segundo Duarte (2002) o mapa é um documento técnico cujo objetivo é a representação dos aspectos naturais e artificiais da superfície terrestre, de outros astros ou mesmo do céu. Já planta, o autor define como sendo uma espécie de mapa em grande escala, que despreza a curvatura da terra, e cuja destinação é fornecer informações detalhadas de uma superfície pouco extensa, como um terreno, por exemplo.

Oliveira (1988) define carta como sendo a representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana, permitindo a avaliação precisa de distâncias, direções, localizações geográfica de pontos, áreas e detalhes, representação plana, geralmente em média ou grande escala, de uma superfície da Terra, subdividida em folhas, de forma sistemática, obedecendo a um plano nacional ou internacional. Ainda segundo o autor carta é o nome tradicionalmente empregado na designação do documento cartográfico de âmbito naval, também empregado no Brasil como sinônimo de mapa em muitos casos.

A UNESCO (1976) considera o mapa geotécnico um tipo de mapa geológico que fornece uma representação geral de todos aqueles componentes de um ambiente geológico de significância para o planejamento do solo e para projetos, construções e manutenções quando aplicado a Engenharia Civil e de Minas.

Segundo Valente (1999) o conhecimento prévio dos parâmetros geotécnicos a respeito do comportamento dos horizontes mais superficiais dos solos e do material do substrato, numa integração com os demais dados do meio físico (relevo, declividade, suscetibilidade à erosão e riscos geológicos), além da contribuição na elaboração de diretrizes no planejamento urbano, contribui ainda na implantação de obras civis, atividades extrativas, e preservação ambiental.

Ainda, segundo o autor, este instrumento serve como valioso subsídio na elaboração de diretrizes urbanísticas em relação às características do meio físico, na determinação de critérios de intervenção em áreas degradadas ou simplesmente nos procedimentos de avaliação inicial dos custos das fundações de uma obra civil.

Calijuri e Rios (1996) apud Valente (1999) afirmam que o mapa geotécnico é hoje uma das melhores ferramentas na avaliação do meio físico para atividades de planejamento urbano e rural.

Casagrande (1947) descreve que as propriedades físicas e a composição dos solos superficiais e do substrato é de profundo interesse a Engenharia Civil. Ainda o autor considera que toda a investigação de solo deve incluir o estudo geológico regional.

Para Gandolfi e Aguiar (1994) a dinâmica do meio físico, associada à interdependência entre suas propriedades, exige uma ferramenta que permita de uma forma ordinária o arquivamento e a manipulação de dados, atendendo assim os princípios básicos do mapeamento que são a confiabilidade, atualização e compatibilização dos mais distintos atributos. Ainda, segundo os autores, para escalas regionais maiores que 1:25.000 devem incorporar-se à análise dos seguintes componentes do meio físico: materiais inconsolidados e rochosos, elementos geomorfológicos, águas superficiais e subterrâneas, fatores climáticos, formas de ocupação e ações antrópicas.

Zuquette (1987) distingue os documentos geotécnicos em:

Mapa Geotécnico – é uma representação dos atributos geotécnicos levantados, sem realização de análise interpretativa e sempre para escalas inferiores a 1:10.000. Exemplo mapa topográfico e geológico.

Planta Geotécnica – é a representação gráfica realizada em escalas grandes, maiores que 1:10.000, normalmente voltada para locais onde serão executadas obras específicas.

Carta Geotécnica – constitui a representação dos resultados da interpretação dos atributos que estão num mapa. Exemplo carta clinométrica obtida a partir do mapa topográfico, carta de escavabilidade, etc”.

O mapa geotécnico pode ser considerado como o produto final da caracterização e análise das unidades geotécnicas, em uma dada região, frente ao seu uso e ocupação.

2.2.3 - Mapeamento Geotécnico

Os primeiros trabalhos no Brasil relacionados com a cartografia geotécnica, surgiram com a preocupação que Grehs (1970) tinha para com relação à ocupação racional do espaço físico.

Segundo Varnes (1974) apud Zuquette (1987) ao realizar um mapa geotécnico, o responsável deve se ater a alguns conceitos:

- i. O mapa geotécnico deve facilitar a resolução dos problemas referentes à engenharia e /ou planejamento;
- ii. As informações devem ser fornecidas de maneira que possam ser utilizadas por usuários não especializados;
- iii. As informações devem ser obtidas e analisadas por um grupo de profissionais, se for possível ou necessário, ou por um profissional com experiência nas áreas exigidas para atingir a finalidade do mapa;
- iv. A geotecnia, principalmente o mapeamento geotécnico está diretamente ligado a vida de um grande número de pessoas;
- v. O mapeamento geotécnico tem envolvimento com o governo (legislativo, judiciário e executivo), por este ser um dos seus usuários fundamentais;
- vi. Os usuários que, às vezes, não conhecem os processos da metodologia científica;
- vii. Há uma lacuna entre os geotécnicos e os administradores que necessita ser superada.

Na década de setenta, em Gana, criou-se uma técnica de mapeamento geotécnico para suprir a necessidade de se prognosticar a ocorrência de vários materiais de construção e mapeá-los. Esta necessidade surgiu devido a aceleração do aperfeiçoamento da comunicação empreendendo design, reabilitação e construção de ruas e de rodovias e suas manutenções. Com um processo semelhante ao empregado por Davison Dias (1995), usou-se o conhecimento que lateritas e materiais lateríticos, formados em dadas zonas climáticas, dá-se quase que exclusivamente pela topologia e drenagem, enquanto que materiais não lateríticos dependem da rocha mãe, topografia e drenagem. Através deste conhecimento, os materiais foram empregados primeiramente para construção de rodovias. Esta metodologia, quando confrontada com o trabalho em campo, teve comprovada a eficácia. O sucesso foi cerca 80% em mapas em escalas 1:63.360 e cerca de 40% em mapas cuja escala era de 1:100.000. Vale salientar que o local onde o relevo é mostrado com precisão na carta básica o resultado torna-se bem preciso (AYETHEY e FREMPONG, 1996).

2.2.4 - Tipos de Mapas

Zuquette (1987) classifica, em função da sua escala, os documentos que integram o mapeamento geotécnico como: escalas gerais – menores que 1:100.000; escalas regionais – 1:100.000 a 1:25.000; escalas semi-detalhadas – 1:25.000 a 1:10.000.

Ainda o autor, define como Cartas Derivadas ou Interpretativas as cartas obtidas através da análise e cruzamento de atributos gerados durante o mapeamento geotécnico para distintas finalidades. Estas cartas são destinadas à utilização direta pelos usuários. Definem-se onze cartas, tais como:

i. Carta de Erodibilidade: representa a potencialidade dos solos frente à erosão, em função de suas características físicas e de seu uso, classificando os materiais como sendo sujeitos à alta, média ou baixa erodibilidade.

ii. Carta de Fundações: representa a capacidade de suporte de carga dos solos em fundações superficiais e profundas, visando diminuir o custo, o tempo e o número de situações a estudar.

iii. Carta para Escavabilidade: condiciona as condições dos terrenos frente às escavações, quer para obras enterradas ou outras finalidades (construção de canais, rodovias, terraplenagens urbanas e industriais, etc.).

iv. Carta para Disposição de Rejeitos Sépticos: orienta quanto às características do meio físico e sua interferência, de forma direta ou indireta, na deposição de rejeitos.

v. Carta para Materiais de Construção: informa a ocorrências de jazidas existentes e delimita materiais rochosos e inconsolidados que possam ser explorados.

vi. Carta para Estabilidade de Taludes: esta carta fornece informações sobre potencial de estabilidade na área, principalmente com relação às condições de estabilidade dos taludes naturais.

vii. Carta de Obras Enterradas: sua finalidade é informar a ocorrência de fatores que condicionam o custo da obra e a qualidade dos materiais usados.

viii. Carta para Irrigação: delimita áreas adequadas à irrigação, em função das condições morfométricas do terreno, dos tipos de materiais, do volume e qualidade da água disponível, indicando ao usuário as áreas potencialmente irrigáveis.

ix. Carta para Obras Viárias: tem por finalidade o registro e apresentação de informações que possam afetar técnica e economicamente a execução das obras, como áreas de empréstimos, ocorrência de materiais rochosos e/ou inconsolidados, fundações de aterros e de acesso a pontes e viadutos, estabilidade de taludes, condição do subleito, vegetação, relevo, ação antrópica, etc..

x. Carta de Restrições Ambientais: deve auxiliar o planejador na determinação do uso e ocupação do meio físico, fornecendo dois grupos de informações: 1º área de exploração natural através da agropecuária e bens minerais; e 2º área de exploração ou potencial turístico; recarga de aquíferos e cabeceiras de rios; ocupação especial, etc..

xi. Carta de Orientação (Zoneamento): Elaborada a partir dos documentos básicos e derivados, associados às diretrizes sócio-administrativas da região. Orienta o planejador na gestão da ocupação do meio ambiente com base nas características geotécnicas.

2.3 - Sistema de Informações Geográficas – SIG

O uso de sistemas de informações geográficas surgiu pioneiramente no Canadá - Canada Geographic Information System - em meados da década de 60, implantado pelo Dr Roger Tomlinson. Eram difíceis de se utilizar e demandavam mão-de-obra altamente qualificada e, por isso, quase que impraticáveis. No Brasil, o geoprocessamento foi implantado pelo professor Jorge Xavier da Silva (UFRJ) no início da década de 80. Sob sua orientação o grupo do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ desenvolveu o SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental) que se destacou por sua forte capacidade de análise geográfica.

Define-se SIG como um conjunto integrado de hardware e software para a aquisição, armazenamento, recuperação, estruturação, manipulação, análise e exibição gráfica de dados espacialmente ligados a uma posição específica no globo terrestre, relacionados a um sistema cartográfico conhecido, por meio de suas coordenadas, ou seja, dados georreferenciados (FATOR GIS, 2001).

Os Sistemas de Informações Geográficas constituem-se de uma ferramenta de armazenamento, manipulação e análise simultânea de um grande volume de dados (espaciais ou não) que representem objetos e fenômenos, o que acarreta facilidade no processo de planejamento e se consagrando assim como uma ferramenta indispensável.

Silva (1992) define o geoprocessamento como um conjunto de técnicas destinadas a tratar dos problemas ambientais enfatizando a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, visando contribuir para a sua presente explicação e para o acompanhamento de sua evolução passada e futura. Em suma, trata-se de uma técnica para estudos de base espacial que possibilita a integração de variáveis distintas em uma mesma base de dados.

Um sistema de informações geográficas pode ser direcionado ao menos para três finalidades: como ferramenta para produção de mapas, como suporte para análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

O fato de hoje a informação ser um recurso econômico como outro qualquer, como dinheiro, equipamentos, recursos naturais ou mesmo pessoais, leva as organizações a cuidarem cada vez mais e melhor de suas informações. Para isso as organizações demandam a criação de sistemas de informação, que são recursos para organizar, manter e utilizar as informações em computador (DAVIS e CÂMARA, 2001).

2.3.1 - Estrutura SIG

De acordo com Teixeira et al (1992) a partição do espaço na estrutura matricial é obtida de uma malha com linhas verticais e horizontais espaçadas regularmente, formando células. Tais células também chamadas de pixels ou quadrículas, geralmente possuem dimensões verticais e horizontais iguais, que definem a resolução da malha, ou seja, a área abrangida no terreno por cada quadrícula. Isto equivale dizer que ocorre um processo de generalização onde os vários elementos que podem constituir uma quadrícula deixam de ser individualizados.

De acordo com Burrough (1989) os SIG's constituem-se de 5 módulos básicos chamados de subsistemas que permitem as seguintes operações:

- Entrada e verificação de dados;
- Armazenamento e gerenciamento do banco de dados;
- Apresentação e saída dos dados;
- Transformação de dados;
- Interação com o usuário.

De acordo com Davis e Câmara(2001) um sistema de informações geográficas, em geral, é capaz de:

- Representar graficamente informações de natureza espacial, associado a estes gráficos, informações alfanuméricas tradicionais. Representar informações gráficas sob a forma de vetores (pontos, linhas e polígonos) e ou imagens digitais (matrizes de pixels);
- Realizar operações aritméticas de polígonos, como união, intersecção, subtração e combinação. Gerar polígonos paralelos (buffers) ao redor de elemento ponto, linha e polígono;
- Recursos de visualização dos dados na tela do computador através de uma variedade de cores;
- Interação usuário-software numa interface amigável, geralmente gráfica;

- Possibilitar a importação e a exportação de dados para outros sistemas semelhantes ou para outros softwares gráficos;
- Oferecer recursos para a entrada e manutenção de dados, através de periféricos como mouse, scanner, mesa digitalizadora;
- Oferecer recursos para a composição de saídas e geração de resultados sob a forma de mapas, gráficos e tabelas, para uma variedade de dispositivos, como impressora e plotters.

2.3.2 - Software SIG

Segundo Cintra (1994) a automação de projetos em SIG é uma ferramenta útil, desde que não se perca de vista a sua função de instrumentalidade. Em suma, um sistema de informações geográficas deverá ter como requisito facilidade de comunicação e compatibilidade para que haja uma inter-relação entre os mais diversos SIGs existentes.

A tabela 05 demonstra alguns dos principais pacotes de softwares de SIG existentes no mercado e seus fabricantes.

Tabela 05. Pacotes SIG's mais comuns do mercado (continua)

Software	Software / Tipo	Distribuidor
ACADMAP	CAD/SIG	GISOFT
ACE	CAD	THREETEK
APIC	SIG	POLICART
ARC/CAD	SIG	GEMPI
ARC/INFO	SIG	GEMPI
ARC/VIEW	SIG	GEMPI/CI
ATLAS GIS	CAD	CI
AUTOCAD	CAD	DIGICON
CARTOCAD	CAD	AEROSUL
DB MAPA	CAD	MAXIDATA
EASI/PACE	Processamento de Imagens	THREETEK
EDM	SIG	BBX
ENVI	Processamento de Imagens	SULSOFT / INTARE
ER MAPPER	Processamento de Imagens	UX
ERDAS	Processamento de Imagens	GEMPI
GENAMAP/GENIUS	SIG/CAD	UX
GEOEDIT	CAD	IMAGEM
GEOGRAPHICS	SIG	NEXUS
GEO-SQL	SIG	SOFT MUN
GFIS	SIG	IBM
GIS	SIG	BBX
GISPLUS	SIG	LOGIT / IGASA
IDRISI	SIG	Centro de recursos Idrisi
ILWIS	SIG	IGASA

Tabela 05. Pacotes SIG's mais comuns do mercado (conclusão)

Software	Software / Tipo	Distribuidor
IMAGER	Processamento de Imagens	SISGRAPH
MAPINFO	SIG	GEOGRAPH
MAPTITUDE	SIG	LOGIT / IGASA
MAXICAD	CAD	MAXIDATA
MGE	SIG	SISGRAPH
SITIM/SGI	Processamento de Imagens	INPE
SPANS	SIG	INFOHOUSE
SPRING	SIG	INPE
TRANSCAD	SIG	LOGIT
UNICAD	CAD	GHS
VISION	SIG/CAD	CONSTRUTEL
WINGIS	SIG	UX
WORLDCAD	SIG	GISOFT

2.3.3 - Conceitos Referentes ao Sistema de Informações Geográficas – SIG

Uma seqüência com os termos técnicos usualmente empregados quando se trabalha com SIG são apresentados para garantir uma melhor compreensão do assunto abordado. São estes:

- i. **Sistemas** – conjunto estruturado de objetos e atributos com limites definidos, capaz de expressar a própria dinâmica e as relações de inserção com o restante da realidade.
- ii. **Entidades** – conjunto de elementos ou objetos tomados como unidades básicas para coleta de dados.
- iii. **Dados** – consistem em observações do mundo real.
- iv. **Informação** – consiste em dados processados. Esta pode ser representada de duas maneiras: representação *raster* e representação *vetorial*. No primeiro caso o espaço de interesse é dividido em células, às quais se associam valores de atributos e no segundo caso as células são substituídas por pontos, exceto pelo fato de que eles não cobrem uma área. Linhas e regiões podem ser definidas a partir de um conjunto de pontos e de uma seqüência de conectividade. Os pontos são referidos diretamente por suas coordenadas (x,y).
- v. **Geoprocessamento** - conjunto de tecnologias que dão apoio à construção de GIS.
- vi. **Mapas temáticos** – São produtos destinados a um tema específico. Eles exprimem conhecimentos particulares específicos de um tema (geologia, solos, vegetação, etc.) para uso geral.

vii. **Topologia** – é a maneira no qual diferentes elementos gráficos são relacionados entre si. Em princípio todas as informações geográficas podem ser reduzidas a três conceitos topológicos básicos: ponto, linha e área (BURROUGH, 1994).

viii. **Atributos** – são informações não gráficas associadas a elementos representados por linhas ou áreas (BURROUGH, 1994) ou ainda características de uma feição geográfica descrita através de números ou caracteres ArcView (1996).

ix. **Tabelas de feições** – local onde são armazenados os dados sobre o conjunto de feições.

x. **Pixel** – caracteriza-se como menor elemento bidimensional, indivisível em uma imagem.

xi. **Feição** – consiste na representação de um aspecto da superfície terrestre.

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abordada no presente trabalho, com cerca 1.383 km² aproximadamente engloba a região centro-leste do estado de Santa Catarina – folhas Florianópolis / Lagoa - englobando uma parte da área da Grande Florianópolis e uma parte da Ilha, sendo esta área delimitada pelos meridianos 48°20' e 49°00' de longitude oeste e pelos paralelos 27°30' e 28°00' de latitude sul, como representa a figura 01 abaixo.

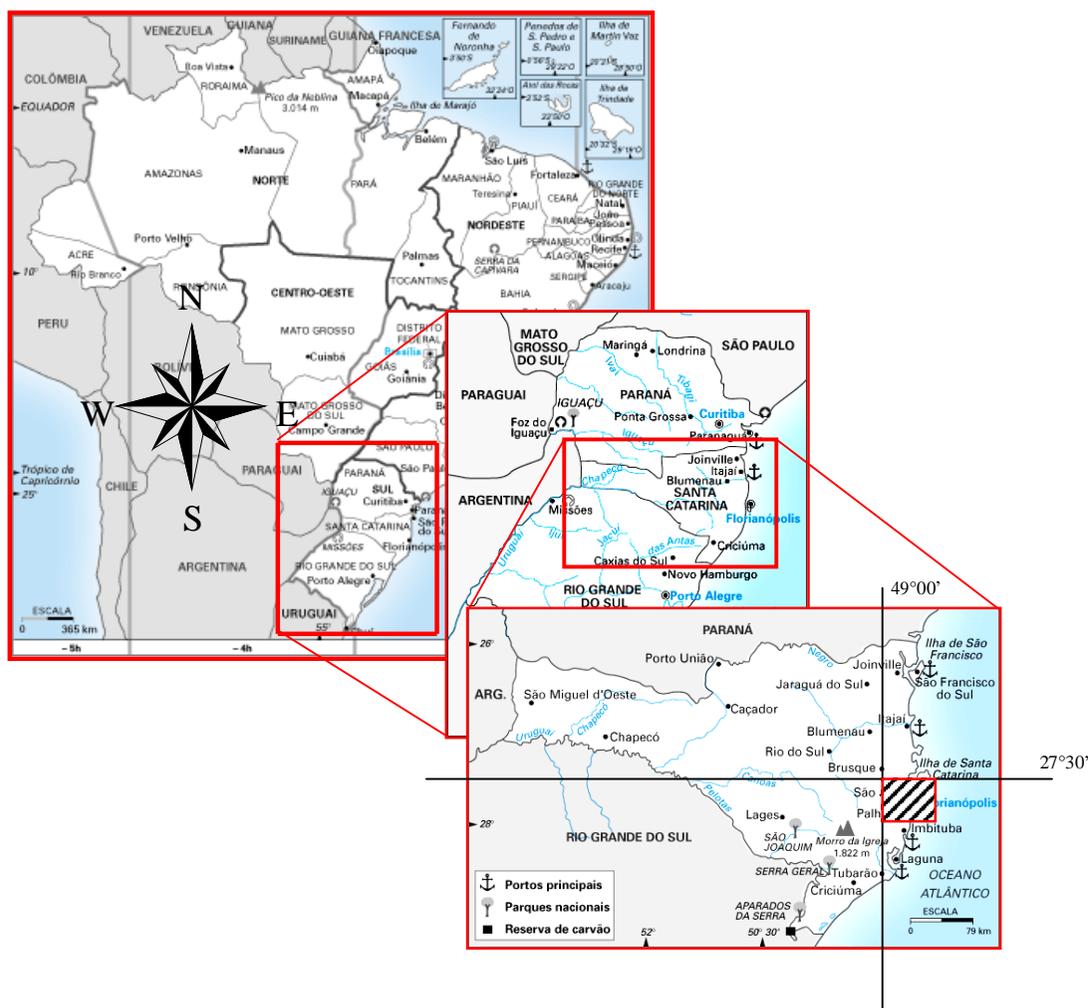


Figura 01 – Localização da área de estudo

A folha engloba totalmente os municípios de Santo Amaro da Imperatriz, Palhoça, São José e parcialmente os municípios de Florianópolis, Águas Mornas, São Bonifácio, Paulo Lopes, Angelina, Biguaçu, Antonio Carlos, Rancho Queimado e Garopaba.

3.1 - Aspectos Fisiográficos

A região da Grande Florianópolis é dotada de um clima mesotérmico, e segundo Köppen, está localizada na Zona Cfa (ver figura 02). A Zona Cfa apresenta-se como uma região de temperatura moderada com chuvas bem distribuídas e verão quente. Nos meses de inverno há ocorrência de geadas sendo a média de temperatura neste período inferior a 16°C. No mês mais quente as máximas são maiores que 30°C.



Figura 02 - Classificação climática no Brasil segundo Köppen
 Fonte: www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/dados.htm
 (acessado em 12/02/2004)

A figura 03 abaixo indica a temperatura média anual do Brasil indicando para a Grande Florianópolis temperaturas médias entre 19 e 21°C.

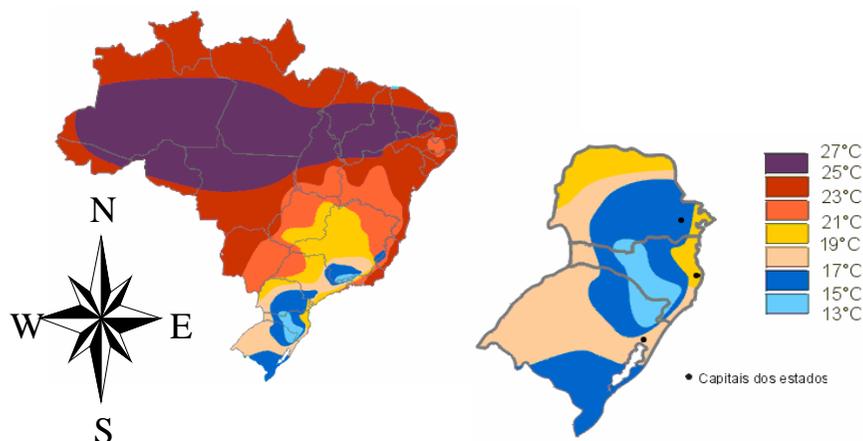


Figura 03 - Temperatura média anual brasileira
Fonte: www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/sul.htm
(acessado em 12/02/2004)

A precipitação anual na área varia entre 1.400mm e 1600mm, sendo que o período mais chuvoso corresponde aos meses de janeiro, fevereiro e março.

As bacias hidrográficas da região pertencem ao sistema de drenagem da vertente do Atlântico, sendo representadas pelas bacias dos rios Cubatão (principal curso d'água), Tubarão, d'Una, Tijucas, Biguaçu e da Madre. O Cubatão é o maior curso d'água, estando este quase que totalmente inserido na área de estudo.

Segundo GAPLAN (Atlas de Santa Catarina, 1986), a vegetação da área enquadra-se no tipo fitoecológico da Floresta Ombrófila Densa, correspondente à região da floresta pluvial da costa atlântica.

3.2 - Geologia de Santa Catarina

A história geológica da Terra é representada por uma escala de tempo, com as principais divisões e respectivos intervalos.

O território brasileiro foi palco de muitos processos geológicos que deram origem a uma grande variedade de rochas, cuja distribuição geográfica é complexa e determinante na história da ocupação e desenvolvimento do País.

A distribuição geográfica dos diferentes tipos de rochas no território brasileiro é consequência dos processos tectônicos que agiram na crosta terrestre, desde os primórdios da história geológica da Terra, no Arqueano, até o presente momento.

A geologia de Santa Catarina pode ser classificada em cinco grandes domínios: Embasamento Cristalino, Coberturas Vulcano-Sedimentares Eo-Paleozóicas, Cobertura

Sedimentar Gonduânica, Rochas Efusivas (Formação Serra Geral) e Cobertura Sedimentar Quaternária.

A figura 04 ilustra as distribuições das unidades geológicas fundamentais da Região Sul e Brasil.

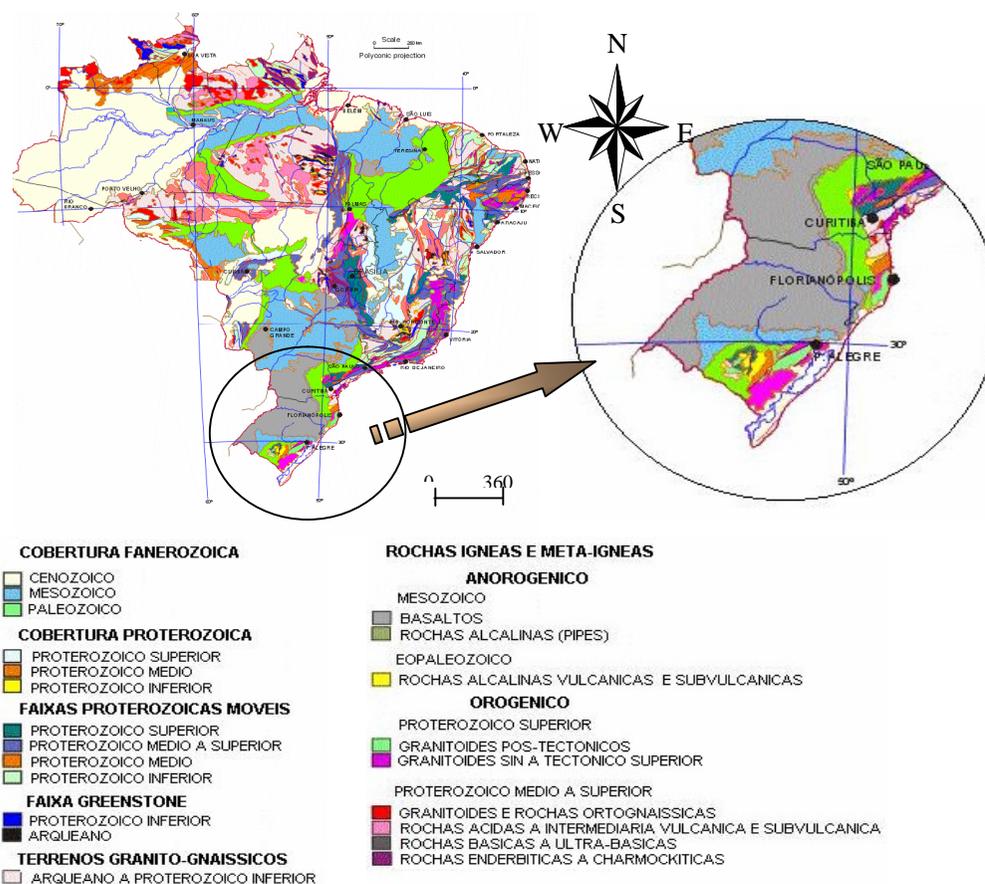


Figura 04 - Distribuição das unidades geológicas fundamentais para o Brasil e região sul
Fonte: Adaptação <http://www.cprm.gov.br/geo/braziltg.html>
(acessado em 12/02/2004)

3.2.1 - Embasamento Cristalino

Engloba o conjunto de rochas mais antigas do Estado de Santa Catarina, incluindo diferentes tipos de litologias, cujas idades vão desde o Arqueano (mais de 2,5 bilhões de anos) até o final do Proterozóico (cerca de 570 milhões de anos).

3.2.2 - Coberturas Vulcano-Sedimentares Eo-Paleozóicas

Ocorrem em quatro bacias isoladas, nas regiões de Campo Alegre, Corupá, Itajaí, Queçaba, Cambirela e Ilha de Santa Catarina. São constituídas, predominantemente, por

rochas sedimentares com metamorfismo incipiente, pouco dobradas, representadas por arenitos (arcósios), conglomerados, siltitos, ardósias e filitos, em freqüente associação com rochas vulcânicas extrusivas. Estas podem ser de caráter ácido, intermediário ou básico. As rochas ácidas são as mais comuns, predominando nas regiões de Campo Alegre, Corupá, Cambirela e ilha de Santa Catarina. Petrograficamente, são denominados de riolitos, riodacitos, dacitos e rochas piroclásticas (tufos).

3.2.3 - Cobertura Sedimentar Gonduânica

A base da sedimentação gonduânica em Santa Catarina iniciou-se no Permiano Médio com deposição de argilitos, diamictitos, ritmitos, arenitos finos, siltitos, folhelhos e conglomerados do Grupo Itararé, em ambiente continental a marinho, com influência glacial.

No Permiano Médio e Superior, ocorreu a deposição do Grupo Guatá, em ambiente litorâneo, flúvio-deltáico e, progressivamente, marinho de águas rasas. Os depósitos correspondentes a esses ambientes são arenitos finos e grosseiros, siltitos, folhelhos carbonosos, camadas de carvão e siltitos.

No Permiano Superior, inicialmente, predominou o ambiente marinho, passando após a fluvial. Sob essas condições ocorreu deposição de folhelhos pirobetuminosos, níveis de calcário, argilitos, siltitos, folhelhos e arenitos finos do Grupo Passa Dois.

No Mesozóico, ocorreu a deposição dos sedimentos da Formação Pirambóia, representados por argilitos, siltitos e arenitos conglomerados em ambiente fluvial. Posteriormente, ocorreu a deposição dos arenitos da Formação Botucatu, em ambiente desértico.

3.2.4 - Rochas Efusivas (Formação Serra Geral)

Sob esta designação são descritas as rochas vulcânicas efusivas (ou extrusivas) da bacia do Paraná, representadas por uma sucessão de derrames que cobrem quase cinquenta por cento da superfície do Estado de Santa Catarina.

Duas seqüências são destacadas: a Seqüência Básica, predominante nos níveis mais inferiores, é representada por basaltos e fenobasaltos, com diques e corpos tabulares de diabásio, com ocorrências ocasionais de lentes de arenitos interderrames, brechas vulcânicas e vulcano-sedimentares, além de andesitos e vidros vulcânicos; e a Seqüência Ácida, predominando em direção ao topo do pacote vulcânico está representada por riolitos, riodacitos e dacitos.

3.2.5 - Cobertura Sedimentar Quaternária

A Cobertura Sedimentar Quaternária é constituída por depósitos inconsolidados ou fracamente consolidados de areias, siltes, argilas ou conglomerados, distribuídos ao longo da planície costeira, nos vales dos principais cursos d'água, ao longo de antigas lagunas ou próximos às encostas. De acordo com sua origem podem ser classificadas como: depósitos marinhos, aluvionares, lagunares, eólicos(dunas) e coluvionares.

3.3 – Caracterização Geológica da Área em Estudo

Para um fácil acesso às informações geológicas da área, criou-se a tabela 06, que contém informações como litologia, petrografia, mineralogia, etc. Esta baseia-se no texto explicativo da carta geológica do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil da folha Florianópolis SG-22-Z-D-V e Lagoa SG-22-Z-D-VI, CPRM (1997).

Tabela 06. Resumo geológico da área explorada (continua)

Formação	Litologia	Petrografia	Minerais primários	Minerais acessórios	Minerais secundários	Granul.	Cor
Suíte Plutono-Vulcânica Cambirela	Granito Itacorubi γ_{ci}	Sienogranitos Monzogranitos	Quartzo, Feldspato alcalino Plagioclásio	Biotita Zircão Epidoto Muscovita Fluorita	-----	Fina a média	Cinza-claro
	Riolito Cambirela Ycv	Riólitos Riodacitos Dacitos	Quartzo Plagioclásio K-feldspato	Epidoto Zircão Allanita Biotita	Sericita Carbonato Clorita	Fina a grossa	Cinza-escuro
Suíte Intrusiva Pedras Grandes	Granito Angelina γ_{pa}	Sienogranito Monzogranito	Quartzo, Feldspato alcalino Plagioclásio	Biotita Zircão Epidoto Muscovita Fluorita	-----	Média grossa	Rósea a cinza-rosado
	Granito São Bonifácio γ_{pb}	Sienogranito Monzogranito	Quartzo, Feldspato alcalino Plagioclásio	Biotita-clorita Opacos Apatita Fluorita	Muscovita Epidoto Carbonatos	Grossa	Rósea

Tabela 06. Resumo geológico da área explorada (continuação)

Formação	Litologia	Petrografia	Minerais primários	Minerais acessórios	Minerais secundários	Granul.	Cor
Suíte Intrusiva Pedras Grandes	Granito Capivari γpc	Sienogranito Monzogranito	Quartzo Plagioclásio K-feldspato	Biotita-clorita Opacos Zircão Apatita Epidoto Muscovita-sericita Allanita	Biotita-clorita Opacos Zircão Apatita Epidoto Muscovita-sericita Allanita	Grossa	Rósea ou cinza
	Granito Serra do Tabuleiro γpt	Sienogranitos: Biotita sieno; Leucossien.; Monzogranito	Quartzo, Feldspato alcalino Plagioclásio Máficos	Biotita/clorita Zircão Allanita Apatita Fluorita	Sericita Epidoto Clorita Carbonatos Argilominerais Opacos Esfênio Mica branca Fluorita	Médias a grossa	Rósea
	Granito Ilha γph	Monzogranito: Biotita monzo Leucossieno Sienogranitos	Quartzo, Feldspato alcalino Plagioclásio	Zircão Allanita Apatita Opacos	Epidoto Sericita/muscovita Clorita Titanita Carbonatos Fluorita	Médias a grossa	Cinza a rósea
Suíte Intrusiva Maruim	Granito S. Pedro de Alcântara γms	Monzogranitos	Feldspato alcalino Quartzo Plagioclásio Biotita	Zircão Esfênio Allanita Apatita	Sericita Clorita Epidoto Carbonatos Esfênio	Grosseira	Cinza-escura
	Granito Rios das Antas γma	Sienogranitos Monzogranitos	Feldspato alcalino Plagioclásio Biotita	Anfibólio Esfênio Zircão Apatita Opacos	Sericita Muscovita Clorita Epidoto Óxido de Fe	Média	Cinza
	Granodiorito Alto da Varginha γmv	Granodiorito	Plagioclásio Feldspato alcalino Quartzo	Apatita Zircão Esfênio Opacos	Clorita Epidoto Sericita Carbonatos	Média a fina	Cinza
	Tonalito Forquilha γmf	Tonalito	Quartzo Anfibólio Biotita Feldspato alcalino	Apatita Esfênio Opacos Zircão	Sericita Clorita Epidoto Carbonatos	Média a fina	Cinza

Tabela 06. Resumo geológico da área explorada (conclusão)

Formação	Litologia	Petrografia	Minerais primários	Minerais acessórios	Minerais secundários	Granul.	Cor
Granitóides foliados	Granitóide Paulo Lopes γ_1	Granodioritos Monzogranitos Sienogranitos	Oligoclásio Quartzo K-Feldspato Biotita	Opacos Apatita Zircão Allanita Esfênio	Clorita Muscovita Epidoto Sericita/muscovita Argilominerais Carbonato	Grossa	Cinza
	Granitóide Santo Antônio γ_s	Monzogranitos	Plagioclásio Quartzo Feldspato pó-tássico Biotita	Apatita Zircão	Clorita Opacos Epidoto Muscovita Sericita Esfênio	Grossa	Cinza a Cinza-escuro

Depósitos Quaternários: dunas, depósitos aluvionares, lagunares, fluvio-lagunares, lacustre-paludais, mangue, eólicos.

Formação Rio do Sul (Pirs): arenitos médio a finos e siltitos com ortoconglomerados e paraconglomerados subordinados, caracterizando depósitos de leques deltaicos costeiros em regime de clima glacial e paraglacial.

Formação Queçaba (PIMq): seqüência metassedimentar compreendendo uma alternância de quartzitos (metarenitos) de coloração bege, com quartzo-xistos, micaxistos e filitos (metapelitos), eventualmente carbonosos, de coloração cinza a cinza escuro ou preta. Metamorfismo de fácies xisto-verde inferior. Três fases de deformação de intensidade variável.

Complexo Águas Mornas (ACam): associação de ortognaisses polifásicos constituída por paleossoma de natureza básica a intermediária (ortoanfíbolitos, metagabros, metabasitos, metadioritos), ortognaisses quartzo-monzoníticos, resultantes da fusão parcial da fração crustal primitiva, e uma fração neossomática caracterizada por uma massa monzogranítica que envolve os componentes anteriores em diferentes proporções.

3.3.1 -Caracterização das Principais Unidades geológicas da Área em Estudo

A seguir serão apresentadas as unidades geológicas, juntamente com suas características mais relevantes para este estudo.

3.3.1.1 - Granitóides Alcalinos - Suíte Plutono-Vulcanica Cambirela

A suíte Plutono-Vulcanica Cambirela é constituída por uma unidade plutônica e por derrames e tufos riolíticos.

a - Granito Itacorubi – γ ci

Esta unidade foi anteriormente delimitada como “Granito Cinza Médio” (Sheibe e .Teixeira, 1970), constituídos petrograficamente por sienogranitos e localmente monzogranitos, de granulação fina a média, isótopo e homogêneo (CPRM, 1997).

b - Riolito Cambirela – γ cv

Esta unidade, de acordo com suas rochas, são agrupadas em duas fácies distintas: uma de riolitos e riodacitos e outra com tufos ignimbríticos. Petrograficamente, correspondem a riolitos, com menor proporção de riodacitos e dacitos.

3.3.1.2 - Granitóides Alcalinos - Suíte Intrusiva Pedras Grandes

A Suíte Intrusiva Pedras Grandes compreende os granitos isótopos, equigranulares médios a grossos, comumente de cores róseas.

a – Granito Angelina – γ pa

Trainini *et al* (1978) descrevem o Granito Angelina como “uma rocha granítica com variações a termos quartzomonzoníticos, leucocrática, mostrando o caráter mesocrático...”.

Segundo a CPRM (1997), mesoscopicamente, o Granito Angelina é róseo a cinza-rosado, equigranular a porfirítico, de granulação média grossa, leucocrático, variando composicionalmente entre sienogranito e monzogranito. A mineralogia essencial está constituída por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio, e ocorrendo como acessórios a biotita, zircão, epidoto, muscovita e fluorita.

Com relação aos aspectos texturais, reconhecem-se duas variedades de sienogranitos:

- Biotitas Sienogranito: apresentam texturas heterogranulares grosseiras, hipidiomórficas, de granulação variando entre 1,5 e 6,5mm, com predomínio do intervalo entre 3,5 e 5,0mm. Textura muito semelhante às observadas no Granito Ilha, em especial àqueles de composição monzograníticas.

- Leucosienogranitos: a fácies apresenta textura porfirítica, com escassos pórfiros de quartzo, K-feldspato e, mais raro, de plagioclásio, com diminuições variáveis entre 2,0 e 6,0mm, imersos em uma matriz fina, aplítica.

b – Granito São Bonifácio – γ_{pb}

O Granito São Bonifácio pode ser descrito como uma unidade com proeminência de granitos de cor rosa, leucocráticos, com textura porfiroblástica, mesoscopicamente homogêneos (Trainini *et al.*, 1978), constituídos por rochas equigranulares de granulação grossa, coloração rósea, leucocráticas, isotrópicas e muito homogêneas com predominância de sienogranitos (CPRM, 1997).

Seus principais minerais são quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio, ocorrendo como acessórios, biotita-clorita, opacos, apatita e fluorita, e por fim como secundários, muscovita, epidoto e carbonatos.

c – Granito Capivari – γ_{pc}

O Granito Capivari designam rochas cuja coloração varia de rosa a cinza, ocorrendo com pontuações pretas no extremo sul das serras do Tabuleiro e Capivari, onde a composição quartzo-monzônica tem leve predominância sobre a granítica (Trainini *et al.*, 1978).

Mesoscopicamente é uma rocha inequigranular de granulação grossa, coloração cinza a rósea, porfirítica, com fenocristais de feldspato euédricos ou arredondados. Petrograficamente trata-se de monzogranitos e sienogranitos (CPRM, 1997).

d – Granito Serra do Tabuleiro – γ_{pt}

Segundo a CPRM (1997), esta unidade compreende rochas mesoscopicamente homogêneas, usualmente possui cor rósea, equigranulares médias a grossas e isotrópicas. O máfico (biotita) é pouco abundante e não são raros os indícios de cataclase. Na maioria das vezes aflora como matacões arredondados em acentuados graus de intemperismo. As rochas do Granito Serra do Tabuleiro são tipicamente sienogranitos, mas também encontram-se monzogranitos, quartzo-sienito e quartzomonzonito. Os sienogranitos foram reunidos em dois grupos de acordo com a petrografia:

- Biotitas Sienogranitos: domínio de textura heterogranular hipidiomórfica, de granulação média a grossas, sendo a mineralogia constituída por feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio.
- Leucossienogranitos: difere do grupo acima citado por serem mais ricos em quartzo e possuírem menos plagioclásio e máficos e, ainda, apresentando textura bem variada. A presença de biotita é inexpressiva estando, em geral, alterada a muscovita.

e – Granito Ilha – γ_{ph}

O Granito Ilha mesoscopicamente é uma rocha equigranular de granulometria grosseira. É classificado de monzogranitos até leucossienogranitos. Apresenta coloração clara com tonalidade que vai de cinza a rosa.

3.3.1.3 - Granitóides Calcialcalinos - Suíte Intrusiva Maruim

A Suíte Intrusiva Maruim compreende quatro unidades litológicas e localiza-se na porção centro-norte da região estudada.

a – Granito São Pedro de Alcântara - γ_{ms}

É a unidade mais representativa na Suíte Intrusiva Maruim. Apresenta-se com uma rocha mesocrática, coloração cinza escuro, granulação grosseira, onde se destacam fenocristais esbranquiçados de feldspato alcalino, ocasionalmente de plagioclásio com 1,0 a 1,5 cm.

Petrograficamente há predominância de monzogranitos que variam desde quartzo-monzonitos até sienogranitos.

b – Granito Rio das Antas – γ_{ma}

Segundo a CPRM (1997) o Granito Rio das Antas é representado por uma rocha leucocrática de coloração cinza e textura levemente porfírica em que fenocristais de feldspato nem sempre desenvolvidos, destacam-se da matriz de granulação média. Esta textura não é uniforme, observando-se a nível de afloramento, porções equigranulares ao lado de termos porfíricos, sem limites definidos ou regulares.

A unidade, segundo a petrografia, constitui-se de sienogranitos e monzogranitos, havendo ocorrência subordinada de quartzo-monzonitos e quartzo-sienitos.

c – Granodiorito Alto da Varginha - γ_{mv}

Trainini *et al.* (1978) denominaram o Granito Alto da Varginha como uma rocha granítica com variações entre quartzo-monzonito e granodiorito, de cor cinza-claro a amarelada quando intemperizada, normalmente leucocrática, mostrando caráter mesocrático em seu contato com as rochas diatexíticas do embasamento.

Ocorre principalmente na região que lhe empresta o nome, distribuindo-se segundo uma faixa que contorna as principais áreas de exposição do Tonalito Forquilha e do Granito

Rio das Antas. Também encontram-se outras exposições dessa unidade na área mapeada, sendo praticamente constante a sua ocorrência em contato com a unidade Tonalito Forquilha.

Mesosopicamente, apresenta-se como uma rocha mesocrática, de coloração cinza, equigranular de granulação média a fina, mostrando, por vezes, orientação de fluxo marcada pelos constituintes máficos.

Constitui-se mineralogicamente de plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo como minerais essenciais; biotita e, ocasionalmente, anfibólio como varietais; além de apatita, zircão, esfênio e opacos como acessórios. Clorita, epidoto, sericita e carbonatos aparecem como minerais secundários.

d – Tonalito Forquilha - γ_{mf}

Representa rochas equigranulares de granulação fina a grossa, melanocráticas, de coloração cinza escuro. Petrograficamente, tonalito é o termo dominante da unidade, podendo ocorrer variações para quartzo-dioritos e quartzo-monzodioritos.

3.3.1.4 - Granitóides Foliados

Os Granitóides Foliados aparecem na forma de dois corpos de rochas granitóides dentro da área em estudo.

a – Granitóide Paulo Lopes - γ_l

Esta unidade se constitui rochas porfiríticas de granulação grosseira, coloração cinza, textura porfiroclástica. Petrograficamente são classificados desde granodioritos a monzogranitos.

Sua mineralogia constitui-se de oligoclásio, quartzo, k-feldspato e biotita em ordem crescente de abundância. Como acessórios aparecem opacos, apatita, zircão, allanita e algum esfênio. Já os minerais secundários são representados por clorita, muscovita e epidoto, com sericita/muscovita, argilominerais e carbonatos em menor quantidade.

b – Granitóide Santo Antonio - γ_s

Em seus afloramentos esta unidade possui grande homogeneidade do ponto de vista litológico, apresentando-se como uma rocha mesocrática, coloração que varia de cinza a cinza escuro e textura porfirítica. Petrograficamente, corresponde a granito, com cerca de 80% destes como monzogranitos.

3.4 - Pedologia

A pedologia encontrada na área em evidência é baseada na carta do IBGE datada de 1994 na escala 1:100.000. A região apresenta diversas classes pedológicas decorrentes dos variados tipos de relevos e material de origem, e que podem ser divididas conforme a tabela 07.

Tabela 07. Classes Pedológicas da área em estudo.

Tipos de Horizonte	Atividade da Argila	Hidromorfismo	Grandes grupos
B Textural	Alta	Sim	Podzol
	Baixa	Não	Podzólico Vermelho-Amarelo
			Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico
B Incipiente	Baixa	Não	Cambissolo
	Alta		
Pouco Desenvolvido	Baixa	Sim	Glei
	Alta		
	Alta	Sim	Areias Quartzosas
	Baixa	Não	
	Alta	Sim	Solos Aluviais
	Baixa	Não	Solos Litólico
	Alta	Sim	Mangue
	Baixa	Não	Dunas

3.5 - Caracterização das Unidades Pedológicas

De acordo com este mapa as unidades pedológicas encontradas na região de estudo são:

3.5.1 – Podzólico

Podzólicos são solos oriundos de regiões com clima úmido, cujo perfil é bem desenvolvido, entre 1,5 a 2,0 metros nos horizontes A + B. Pode-se presenciar ainda, nestes horizontes, uma nítida diferença textural.

a - Podzólico Vermelho-Amarelo álico

Unidades de mapeamento:

- PVa5 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado; textura média / argilosa; relevo suave ondulado.
- PVa6 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado; textura média / argilosa; relevo forte ondulado.
- PVa7 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; pouco cascalhento; A moderado; textura média / argilosa; relevo ondulado.
- PVa14 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura média / argilosa + Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa; relevo forte ondulado.
- PVa15 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura média / argilosa; relevo montanhoso e forte ondulado + Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico; A moderado; textura argilosa; relevo forte ondulado.
- PVa16 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado; textura média / argilosa; relevo ondulado e suave ondulado + Cambissolo álico; Tb; A moderado; textura média e argilosa; relevo suave ondulado.
- PVa17 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura média / argilosa pouco cascalhenta + Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa pouco cascalhenta; relevo forte ondulado.
- PVa18 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; pouco cascalhento; A moderado e proeminente; textura média / argilosa e média fase não pedregosa e pedregosa + Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa e média; pouco cascalhento; fase não pedregosa e pedregosa; relevo forte ondulado e montanhoso.
- PVa19 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; pouco cascalhento; A moderado e proeminente; textura média / argilosa e média; fase não pedregosa e pedregosa + Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa pouco cascalhenta; fase não pedregosa e pedregosa; relevo montanhoso e forte ondulado.
- PVa20 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado textura média e média / argilosa; fase rochosa + Podzólico Vermelho-Escuro álico; Tb; A moderado; textura argilosa; relevo forte ondulado e ondulado.
- PVa21 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado; textura média e média / argilosa; cascalhenta e não cascalhenta; fase rochosa; relevo forte ondulado e

montanhoso + Podzólico Vermelho-Escuro álico; Tb; A moderado; textura argilosa; relevo forte ondulado e ondulado.

b - Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico

Unidade de mapeamento:

- PVLa2 - Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico; A proeminente e moderado; textura argilosa e média + Cambissolo álico Tb; A proeminente e moderado; textura argilosa e média; relevo forte ondulado e ondulado.

A tabela 08 resume os diferentes tipos de Podzólicos encontrados na área em estudo.

Tabela 08. Unidades Pedológicas do tipo Podzólico encontradas na área em estudo.

Unid.	Atividade da Argila	Textura	Relevo	Associação	Obs.
PVa5	Baixa	Média / argilosa	Suave ondulado	----	----
PVa6	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	----	----
PVa7	Baixa	Média / argilosa	Ondulado	----	Pouco cascalhento
PVa14	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	Ca	----
PVa15	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	PVLa	----
PVa16	Baixa	Média / argilosa	Ondulado	Ca	----
PVa17	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	Ca	Pouco cascalhento
PVa18	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	Ca	Fase pedregosa e não pedregosa
PVa19	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	Ca	----
PVa20	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	PE	Pouco cascalhento
PVa21	Baixa	Média / argilosa	Ondulado	PV	Cascalhento a não cascalhento
PVLa2	Baixa	Argilosa	Ondulado	Ca	----

Conforme visto na tabela 08, os solos do tipo Podzólico variam de Podzólico Vermelho-Amarelo até Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico, sendo este último o mais evoluído. Outra característica marcante para este tipo de solo é que, indiscriminadamente, todos possuem atividade da argila baixa. Tal fator pode estar relacionado com o tipo de estrutura do solo, já que todos possuem alta porosidade – horizonte A moderado em todas as unidades desta classe. Isso indica que os agregados estão parcialmente separados, o que favorece a rápida infiltração de água no solo e, por conseqüência, a lixiviação do mesmo. Pode-se, ainda, afirmar que sua textura varia de média a argilosa e que o relevo predominante é o forte ondulado.

3.5.2 – Podzol¹

São solos encontrados geralmente em regiões de florestas mais frias, constituídos, predominantemente, por coníferas. O horizonte A é negro; o B, vermelho-escuro, pela concentração de húmus e sesquióxidos eluviados do A; o C é um horizonte claro, amarelado ou acinzentado, conforme a riqueza em Fe da rocha subjacente e as condições de drenagem.

¹Provavelmente Areia Quartzosa Hidromórfica com horizonte A orgânico enterrado.

a - Podzol Hidromórfico álico

Unidades de mapeamento:

- HPa1 - Podzol Hidromórfico álico; A moderado; textura arenosa; relevo plano.
- HPa2 - Podzol Hidromórfico álico; A moderado; textura arenosa + Areias Quartzosas Hidromórficas álicas; A proeminente; relevo plano.
- HPa3 - Podzol Hidromórfico álico; A moderado; textura arenosa + Areias Quartzosas Hidromórficas eutróficas; A chernozêmico relevo plano + Areias Quartzosas Marinhas álicas; A moderado; relevo suave ondulado e plano.

3.5.3 – Cambissolo

Solos caracterizados pelo horizonte B pouco desenvolvido (incipiente), não hidromórfico, cujos minerais primários estão parcialmente intemperizados. Possuem variação de horizontes A-B-C usualmente modesta, mas diferenciável.

a - Cambissolo álico

Unidades de mapeamento:

- Ca4 - Cambissolo álico; Tb; A proeminente e moderado; textura argilosa e média; relevo ondulado.
- Ca6 - Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa; relevo forte ondulado e montanhoso.
- Ca7 - Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente. textura argilosa e média. relevo plano e suave ondulado.
- Ca8 - Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente. textura argilosa e média. relevo suave ondulado e plano.

- Ca16 - Cambissolo álico; Tb; A proeminente e moderado; textura argilosa e muito argilosa + Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico; A proeminente e moderado; textura argilosa e média; relevo forte ondulado.

- Ca17 - Cambissolo álico; Tb; A proeminente e moderado; textura argilosa + Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A proeminente e moderado; textura média / argilosa relevo forte ondulado.

- Ca20 - Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa; relevo suave ondulado + Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura média / argilosa; relevo ondulado e suave ondulado.

- Ca22 - Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa + Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura média / argilosa; relevo forte ondulado e montanhoso.

- Ca28 - Cambissolo álico; Tb; A moderado; textura média; relevo plano e suave ondulado + Gleissolo álico; Tb; A proeminente e moderado; textura média e argilosa; relevo plano.

- Ca29 - Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa pouco cascalhenta + Podzólico Vermelho-Amarelo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura média / argilosa; pouco cascalhenta; relevo montanhoso e forte ondulado.

- Ca30 - Cambissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura argilosa pouco cascalhenta; fase não pedregosa e pedregosa + Solos Litólicos álicos; A proeminente e moderado; textura argilosa e média; pouco cascalhenta; fase pedregosa e não pedregosa; relevo montanhoso e escarpado.

b - Cambissolo eutrófico

Unidades de mapeamento:

- Ce1 - Cambissolo eutrófico; Ta; A moderado; textura siltosa e média relevo plano.

A tabela 09 resume os diferentes tipos de Cambissolos encontrados na área em estudo.

Tabela 09. Unidades Pedológicas do tipo Cambissolo encontrado na área em estudo.

Unidade	Atividade da Argila	Textura	Relevo	Inclusão
Ca4	Baixa	Argilosa	Ondulado	----
Ca6	Baixa	Argilosa	Forte ondulado	----
Ca7	Baixa	Argilosa	Plano a suave	----
Ca8	Baixa	Argilosa	Suave ondulado	----
Ca16	Baixa	Argilosa	Forte ondulado	PVL _a
Ca17	Baixa	Argilosa	Ondulado	----
Ca20	Baixa	Média / argilosa	Forte ondulado	PVL _a
Ca22	Baixa	Argilosa	Forte ondulado	PV _a
Ca28	Baixa	Média	Plano	Glei
Ca29	Baixa	Argilosa	Forte ondulado	PV _a
Ca30	Baixa	Argilosa	Montanhoso	Litossolo
Ce1	Alta	Siltosa / média	Plano	----

Conforme visto na tabela 09, os solos do tipo Cambissolo variam entre álico e eutrófico. Com exceção do Cambissolo do tipo eutrófico todos os outros possuem atividade baixa. Estes solos aparecem associados com outras unidades como Podzólico Vermelho Latossólico, Podzólico Vermelho-Amarelo e Glei. Este em locais de relevo plano, enquanto aqueles em locais de relevo fortemente ondulados. Podem aparecer ainda em relevos montanhosos associados com Litossolos. Sua textura predominante é do tipo argilosa, mas podem ocorrer média e siltosa (eutróficos).

3.5.4 – Gleissolo

Solos que apresentam elevados teores de matéria orgânica e características morfológicas bem desenvolvidas, sofrendo, entretanto, a influência local de relevo que condiciona a drenagem. Caracteriza-se pela intensa redução de ferro durante o desenvolvimento do solo, sob condições de má drenagem ou alagamento.

a - Gleissolo álico

Unidades de mapeamento:

- Ga1 - Gleissolo álico; Ta; A moderado e proeminente; textura média e argilosa; relevo plano.

- Ga2 - Gleissolo álico; Tb; A moderado e proeminente; textura média e argilosa; relevo plano.

b - Gleissolo eutrófico

Unidades de mapeamento:

- Ge1 - Gleissolo eutrófico; Ta; A moderado; textura siltosa e média; relevo plano.
- Ge2 - Gleissolo eutrófico; Ta; A moderado; textura média + Areias Quartzosas

Hidromórficas álicas; A proeminente; textura média + Solos Orgânicos álicos; textura siltosa e média; relevo plano.

3.5.5 - Areias Quartzosas

São solos que apresentam seqüência de horizontes A e C formados em areias quartzosas com teor de argila inferior a 15%. São encontradas na faixa litorânea, principalmente no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia, Paraíba e Piauí.

a - Areias Quartzosas Hidromórficas álicas

Unidades de mapeamento:

- HAQa1 - Areias Quartzosas Hidromórficas álicas; A proeminente; relevo plano.
- HAQa2 - Areias Quartzosas Hidromórficas álicas; A proeminente + Areias Quartzosas Marinhas álicas; A moderado; relevo plano.
- HAQa4 - Associação Complexa de Areias Quartzosas Hidromórficas álicas; A proeminente + Podzol Hidromórfico álico; A moderado; textura arenosa + Gleissolo eutrófico; Ta; A moderado; textura média relevo plano.

b - Areias Quartzosas Hidromórficas eutróficas

Unidades de mapeamento:

- HAQe - Areias Quartzosas Hidromórficas eutróficas A chernozêmico relevo plano.

c - Areias Quartzosas Hidromórficas Húmicas álicas

Unidades de mapeamento:

- HAQHa - Areias Quartzosas Hidromórficas Húmicas álicas + Solos Orgânicos álicos; textura siltosa e média; relevo plano.

d - Areias Quartzosas álicas

Unidades de mapeamento:

- AQa1 - Areias Quartzosas álicas; A moderado; relevo plano.
- AQa2 - Areias Quartzosas álicas; A moderado; relevo suave ondulado e plano.
- AQa3 - Areias Quartzosas álicas; A moderado; relevo suave ondulado.
- AQa4 - Areias Quartzosas álicas; A moderado; relevo ondulado e suave ondulado.

e - Areias Quartzosas Marinhas álicas

Unidades de mapeamento:

- AMa1 - Areias Quartzosas Marinhas álicas; A moderado; relevo plano.
- AMa2 - Areias Quartzosas Marinhas álicas; A moderado + Areias Quartzosas Marinhas Hidromórficas álicas; A proeminente e moderado; relevo plano.
- AMa3 - Areias Quartzosas Marinhas álicas; A moderado; relevo plano + Dunas.

A tabela 10 resume os diferentes tipos de Areia Quartzosas encontradas na área em estudo

Tabela 10. Unidades Pedológicas do tipo Areias Quartzosas encontrado na área em estudo

Unidade	Relevo	Inclusão
HAQa1	Plano	----
HAQa2	Plano	AMa
HAQa4	Plano	HPa + Glei
HAQe	Plano	----
AQa1	Plano	----
AQa2	Plano	----
AQa3	Plano	----
AQa4	Plano	----
AMa1	Plano	----
AMa2	Plano	AMa
AMa3	Plano	Dunas

Conforme visto na tabela 10, os solos do tipo Areias Quartzosas variam entre hidromórficas – lençol freático aflorando ou próximo à superfície – e não hidromórficas. Estas unidades são encontradas em locais de relevo plano, junto ao litoral, formado de grãos

de quartzo, algumas vezes coloridos pelo óxido de ferro provindos de outras rochas locais como, por exemplo, o granito que dá a este uma tonalidade avermelhada.

3.5.6 - Solos Orgânicos

Ocorrem em locais muito mal drenados, onde o ambiente é hidromórfico. Apresentam uma camada de material orgânico com porcentagem superior a 8% de carbono nos 40 cm iniciais desde a superfície e nível do lençol freático elevado.

a - Solos Orgânicos álicos

Unidades de mapeamento:

- HOa - Solos Orgânicos álicos; textura siltosa e média; relevo plano.

b- Solos Orgânicos eutróficos

Unidades de mapeamento:

- HOe1 - Solos Orgânicos eutróficos; textura argilosa e média; relevo plano.
- HOe2 - Solos Orgânicos eutróficos; textura argilosa e média + Gleissolo eutrófico;

Tb; A chernozêmico; textura argilosa e média; relevo plano.

3.5.7 - Solos Aluviais

Sua ocorrência é próxima a rios ou drenagens no relevo plano, sendo evidentes as camadas de solo depositadas, que se diferenciam pela cor e textura.. São desenvolvidos a partir de sedimentos aluviais recentes estratificados com seqüência de horizontes A e C.

a - Solos Aluviais distróficos

Unidades de mapeamento:

- Ad - Solos Aluviais distróficos; A moderado; textura indiscriminada; relevo plano.

3.5.8 - Solos Litólicos

Normalmente ocorrem em relevo ondulado ou muito movimentado. É solo raso e, geralmente, a soma dos horizontes A-Cr-R ou do horizonte A sobre a rocha não ultrapassa 50 cm.

a - Solos Litólicos álicos

Unidades de mapeamento:

- Ra1 - Solos Litólicos álicos; A moderado; textura média e argilosa; relevo ondulado e forte ondulado + Afloramentos de Rochas.
- Ra3 - Solos Litólicos álicos; A proeminente; textura argilosa e média; fase pedregosa e não pedregosa + Cambissolo álico; Tb; A proeminente; textura argilosa; fase pedregosa e não pedregosa; relevo montanhoso e forte ondulado + Afloramentos de Rochas.

3.5.9 - Tipos de Terrenos

As seguintes unidades são consideradas tipos de terrenos e não solos devido à ausência de processos pedogenéticos em sua formação.

- SM - Solos Indiscriminados de Mangues.
- DN – Dunas.

São originadas de deposições eólicas de materiais areno-quartzosos, que mantém certa movimentação. Ocorrem, em sua maioria, em faixas nos litorais.

4 - METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização desta dissertação baseia-se na metodologia desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, proposta por Davison Dias (1995) para o mapeamento geotécnico de grandes áreas, conjuntamente com a organização de informações trabalhadas cientificamente para a construção de um banco de dados na forma de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

O fluxograma a seguir apresentado pela figura 05 descreve as etapas básicas da metodologia empregada na execução deste trabalho.

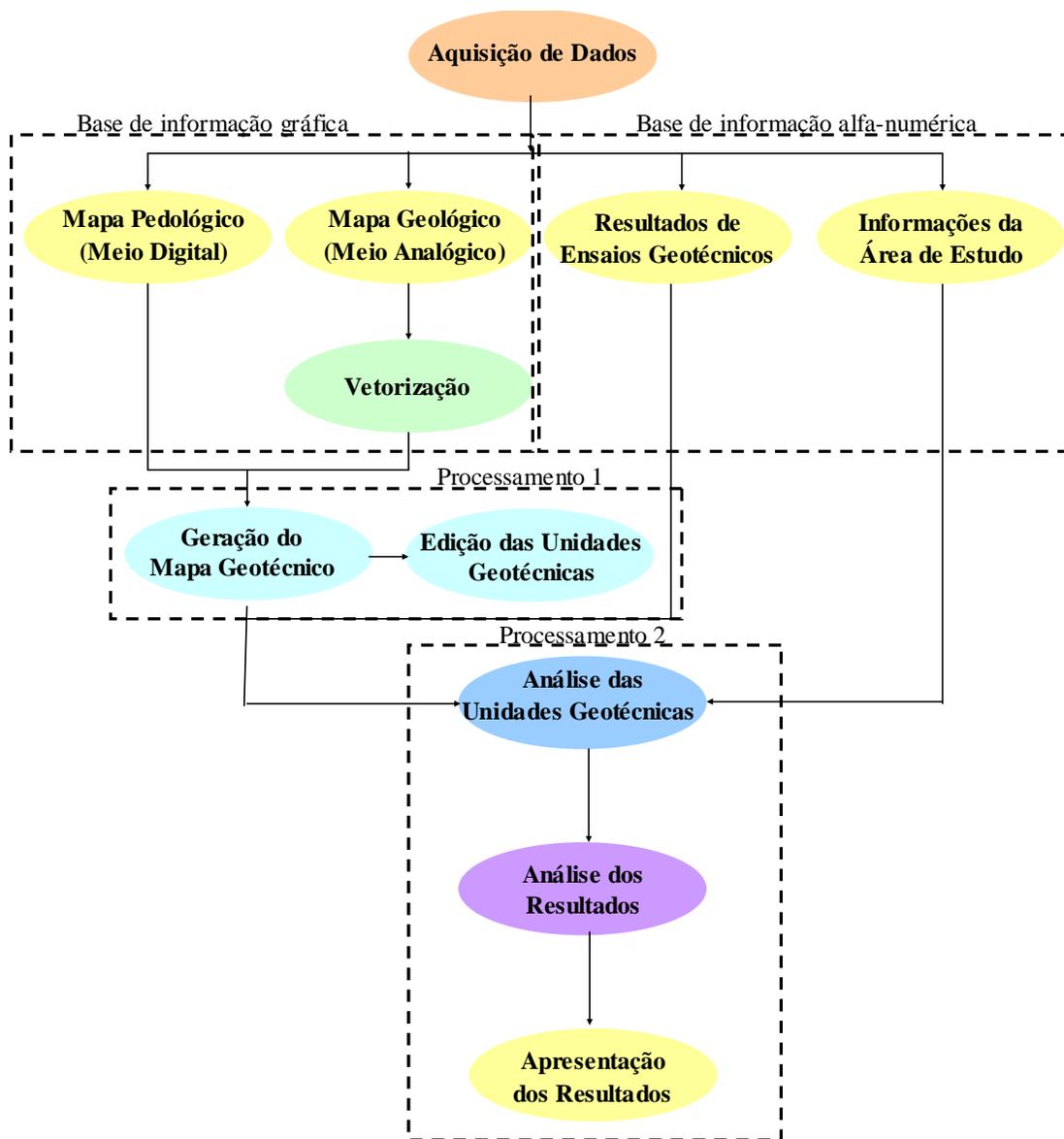


Figura 05 – Descrição da metodologia empregada

Os dados para a realização do presente trabalho foram coletados de fontes como trabalhos de conclusões de cursos, dissertações, teses, artigos técnicos, anais, simpósios, além de trabalhos realizados por Órgãos Públicos como Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, Coordenadoria de Recursos Minerais – CRM, Diretoria de Desenvolvimento de Recursos Energéticos, Minerais e Hídricos – DEMH, Gerência de Recursos Minerais – GERMI e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.

A técnica empregada para a realização deste mapeamento geotécnico, baseou-se na metodologia criada por Davison Dias (1995) onde a pedologia é estudada da superfície para o substrato e a geologia do substrato para superfície, conforme a figura 06. Nesta metodologia

agrupam-se as “unidades geotécnicas” de comportamento similar cujo comportamento geotécnico conhecido pode ser extrapolado a outras áreas ainda não exploradas.

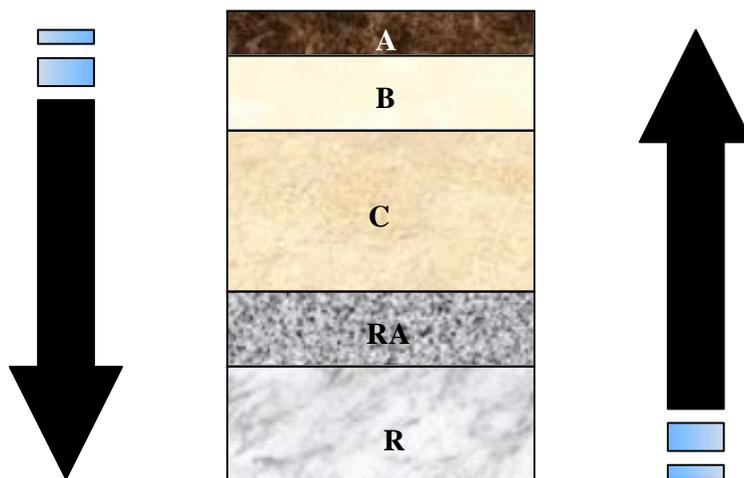


Figura 06 – Metodologia da geração de unidades geotécnicas

O mapa geotécnico gerado com a sobreposição das cartas geológicas e pedológicas aparece com os universos delimitados pelas características combinadas das duas cartas base. Suas unidades são denominadas em letras maiúsculas para a Pedologia “XYZ” que caracterizam as camadas superficiais, horizontes A e B, e em letras minúsculas “xyz” para Geologia caracterizando assim o substrato, conforme figura 07.

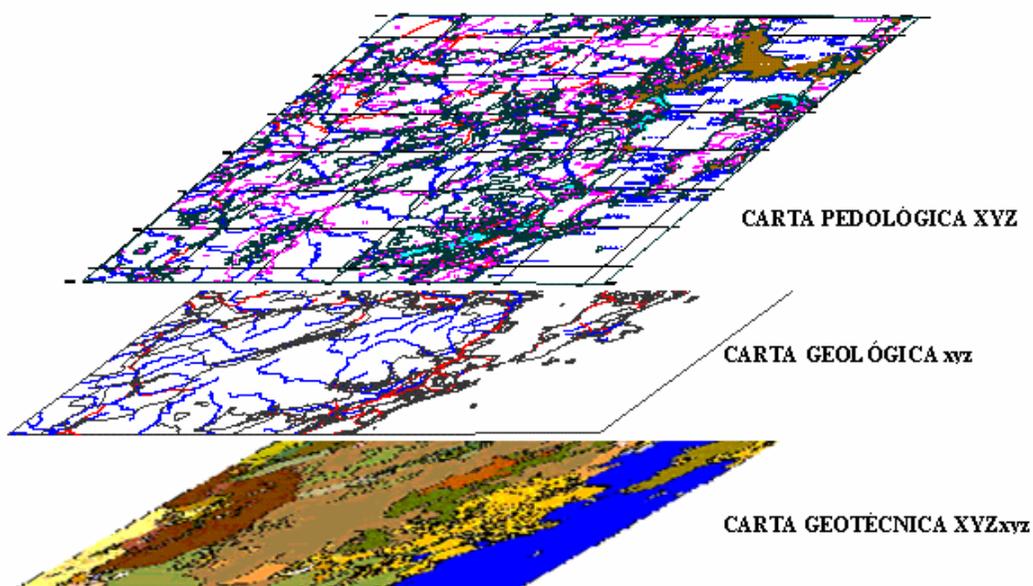


Figura 07 – Cruzamento geotécnico

As tabelas 11 e 12 apresentam um resumo da simbologia empregada na técnica de mapeamento da região em estudo para classes pedológicas e geológicas respectivamente adaptada de Davison Dias (2001).

Tabela 11. Simbologia utilizada pela Pedologia

Sigla	Classificação	Sigla	Classificação
A	Aluviais	HO	Solos Orgânicos
AQ	Areias Quartzosas	HP	Podzóis Hidromórficos
AQH	Areias Quartzosas Hidromórficas	PV	Podzólico Vermelho-Amarelo
AQM	Areias Quartzosas Marinhas	PVL	Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico
C	Cambissolos	R	Litólicos
G	Gleis		

Tabela 12. Subíndices representativos dos substratos Geológicos

Sigla	Classificação	Sigla	Classificação
a	Arenito	gt	Granitóide
f	Filito	r	Riolito
g	Granito	t	Tonalito
gd	Granodiorito	sq	Sedimentos Quaternários
gn	Gnaisse	-	-----

Na confecção do mapa de estimativa de unidades geotécnica da região da Grande Florianópolis foram utilizados um mapa pedológico em meio digital, realizado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Científico e Tecnológico – SDT / SC e Diretoria de Estatística e Geoprocessamento – DEGE (1994) na escala de 1:100.000 e um mapa geológico, obtido em meio analógico, papel deformável, realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (1997) na escala de 1:100.000.

Usou-se o próprio mapa pedológico como carta base já que sua base cartográfica era compilada das folhas topográficas 1:50.000 do IBGE e possuía atualização de planimetria por imagens de satélite - LANDSAT-TM5-1990.

Para a transformação do mapa geológico da forma analógica para digital, este foi scaneado como uma figura apresentando uma resolução de 150 dpi e 24 bits. Para iniciar o processo de vetorização esta figura foi importada para o *software AutoCadMap*, através da ferramenta *Raster Image*. Depois da figura inserida no ambiente de gráfico vetorial começou o processo propriamente dito de vetorização, utilizando-se o comando *Polyline*.

Durante o processo de vetorização, cada entidade é separada em um *layer* diferente (rios, estradas, unidades geológicas, falhas etc.), organizando assim planos de informações (PIs), o que facilita o cruzamento ou sobreposição das informações armazenadas na base de dados.

Concluída a vetorização do mapa, realizou-se o georreferenciamento deste através da ferramenta *Rubber Sheet* do *software AutoCadMap*. Nesta etapa foram tomados vários pontos onde ocorria o cruzamento das linhas de latitudes e longitudes (UTM) em uma seqüência formando um losângulo, como mostra a figura 08.

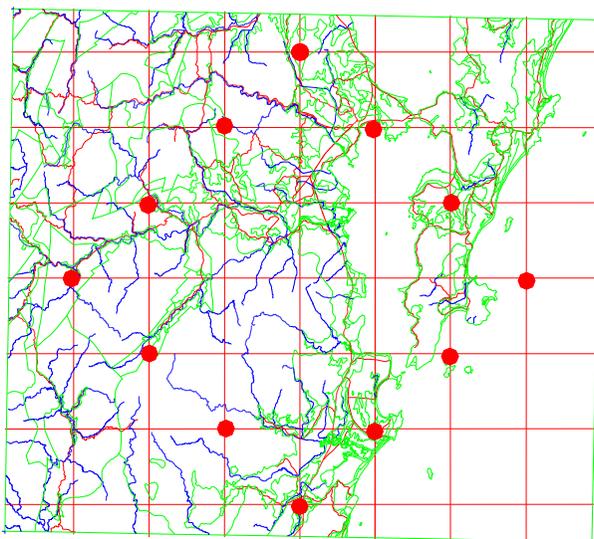


Figura 08 – Método de Georeferenciamento

Nesta técnica cada ponto destacado em vermelho é relacionado com sua Projeção Universal Transversa Mercator (UTM), o que melhora um pouco a acurácia da carta, prejudicada pelas distorções do papel.

Após esta etapa foi realizado o cruzamento geotécnico propriamente dito em ambiente gráfico.

Com a sobreposição dos mapas apareceram varias “ilhas” de pequeno tamanho na área limítrofe das unidades geradas. Para diminuir a heterogeneidade do mapa geotécnico gerado,

utilizou-se a metodologia da sobreposição e generalização tipológica ou categórica (figura 09) citada por Zuquete (1987). Esta generalização faz com que diminua a heterogeneidade através da fusão de unidades. Por exemplo, a classe At é apresentada como A e englobada com a unidade A com que faz limite – generalização tipológica – já a classe C engloba a diminuta área D – generalização cartográfica. Para realização deste trabalho, procurou-se tomar o devido cuidado para não alterar o resultado final, já que a perda de detalhes informativos influencia diretamente no resultado final e na precisão do trabalho.

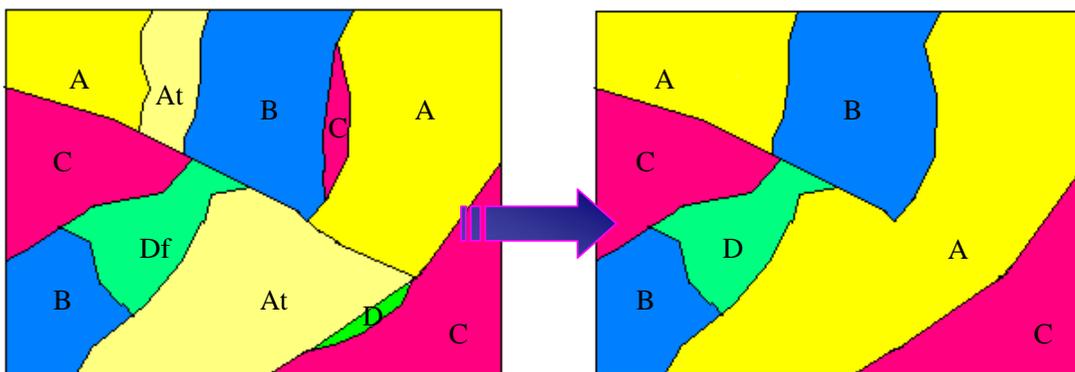


Figura 09 – Exemplo de Generalização Cartográfica e Categórica

Como conseguinte a fase de generalização tem-se a topologia. Nesta fase todos os elementos gráficos (linhas, nós e polígonos) foram interrelacionados para verificar se estavam geometricamente corretos.

Com a finalização da topologia seguiu-se com a inserção do mapa geotécnico (assim como também geológico e pedológico) gerado em um SIG através do *Software ArcView*.

4.1 - Estruturação do Banco de Dados

Algumas unidades geotécnicas obtidas durante a realização do mapa geotécnico são complementadas com um banco de dados de ensaios geotécnicos (SPT, cisalhamento, adensamento, índices físicos, etc.). Neste plano de estruturação, os dados das unidades podem ser extrapolados, obtendo-se assim, uma estimativa de comportamento geotécnico em campo frente ao uso e ocupação semelhantes.

No SIG, cada documento é armazenado em uma pasta exclusiva de acordo com sua característica, como é apresentado na figura 10. Esta forma de apresentação torna o armazenamento de informações mais lógico, garantindo assim, rapidez, fácil atualização e compartilhamento destas.

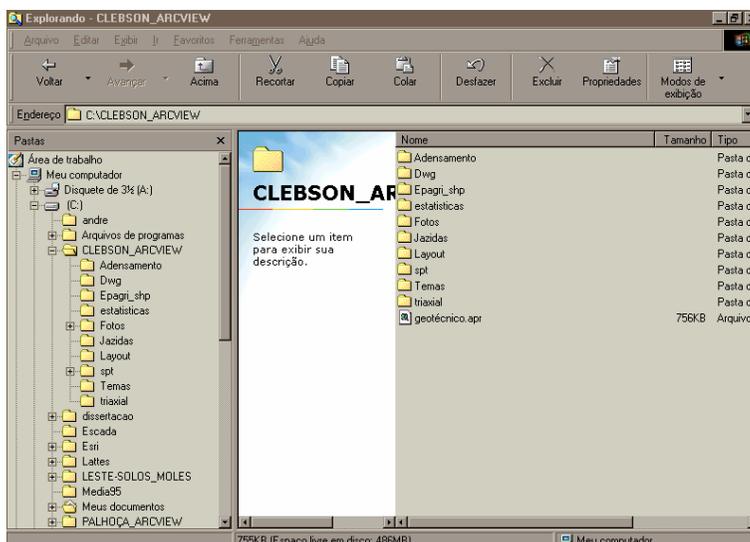


Figura 10 – Estrutura SIG no ambiente Windows

Para facilitar o acesso e o excesso de informações no plano visual de saída do computador (monitor) foram criadas *views* para cada tipo de mapa (pedológico, geológico, geotécnico) conforme figura 11.

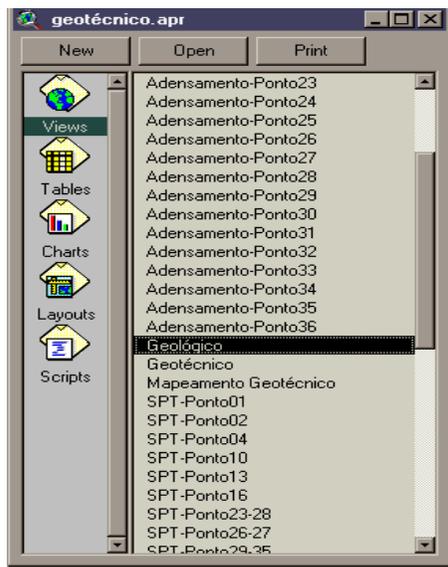


Figura 11 – Seleção da view

Todos os pontos de amostragem de caracterização geotécnica estão relacionados a *layers* (camadas de informações) e indexados aos mapas introduzidos no universo SIG. A figura 11 demonstra pontos georeferenciados de ensaios SPT realizados ao longo da BR101.

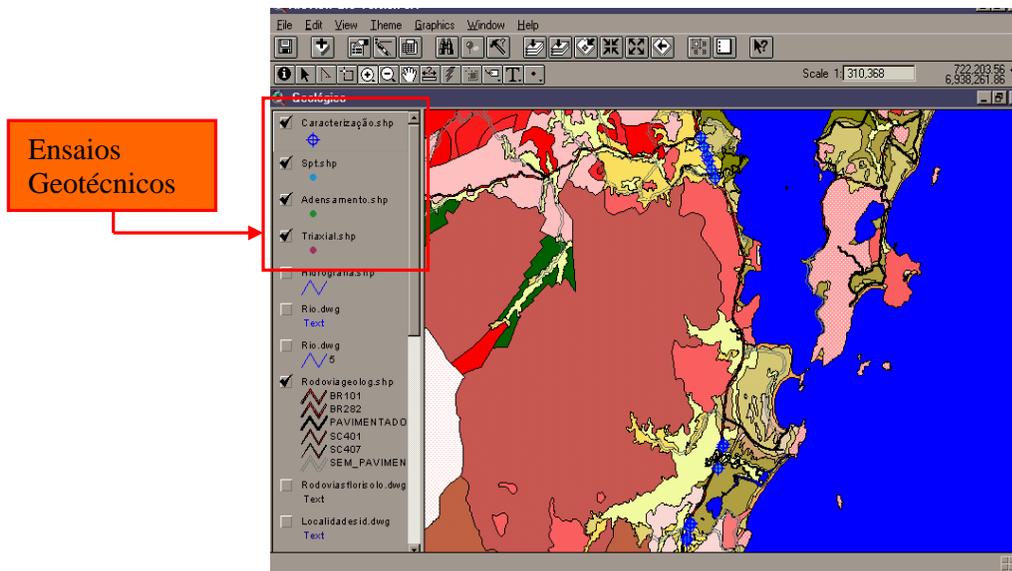


Figura 12 – Ensaios realizados ao longo da BR 101

4.2 - Acessibilidade ao Banco de Dados

A acessibilidade ao banco geotécnico mostrou-se bastante simples e rápida. Apenas com um simples “click” de *mouse* as informações são acessadas de forma instantânea na tela do computador. A figuras 13 e 14 demonstram a acessibilidade do banco de dados no universo do *software* ArcView.

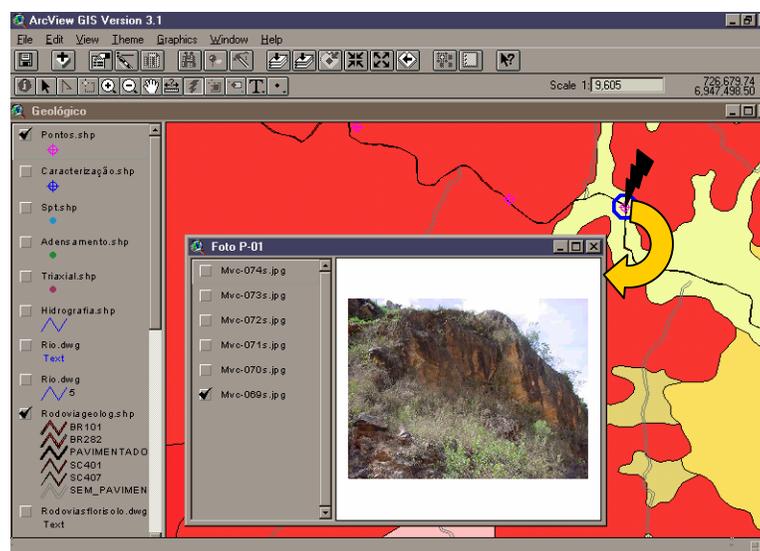


Figura 13 - Acessibilidade ao banco de dados no universo do *software* ArcView.

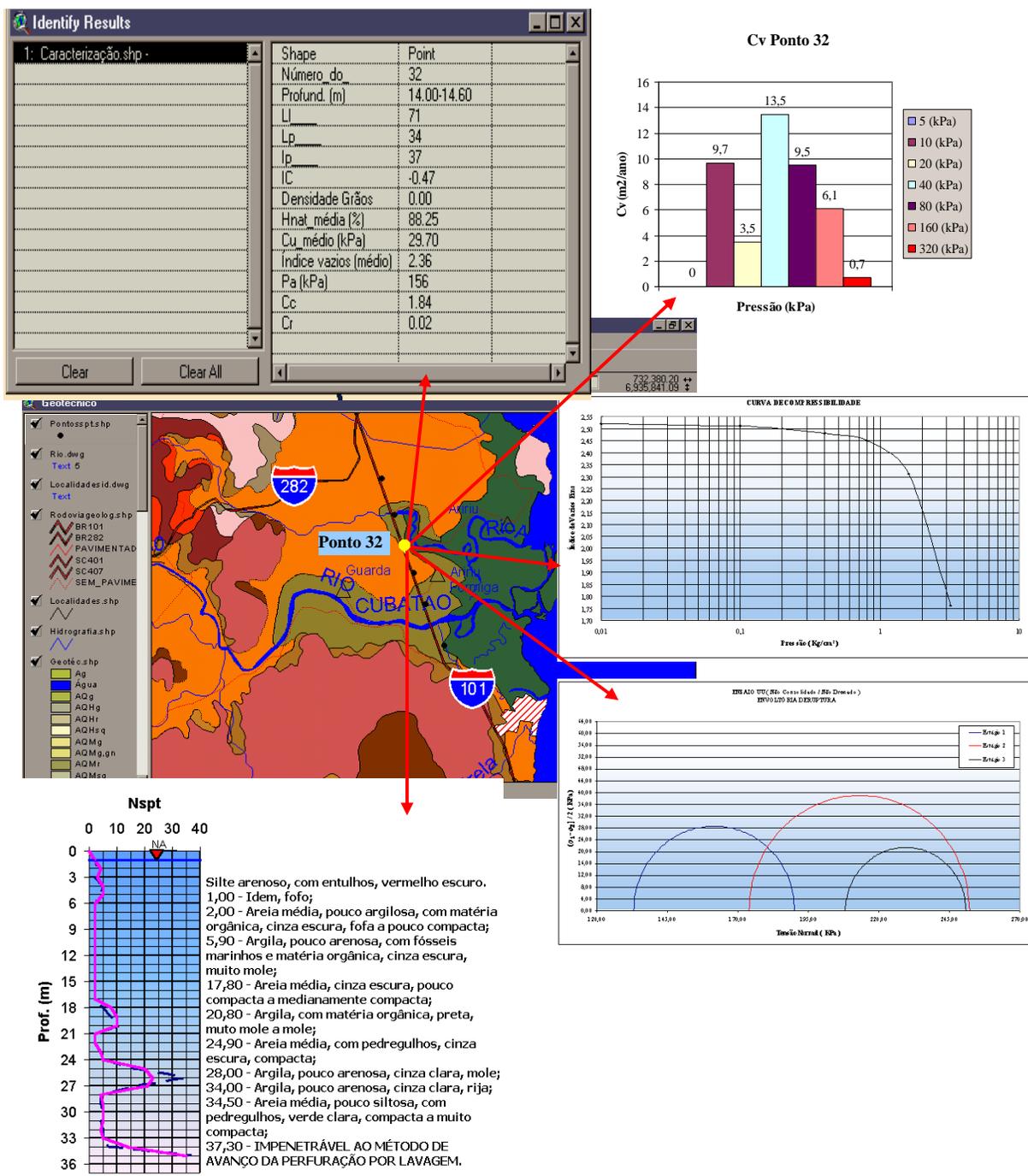


Figura 14 - Acessibilidade ao banco de dados no universo do *software* ArcView.

Como se pode ver, através das figuras 13 e 14, o banco de dados está estruturado de tal maneira que as informações pertinentes a uma unidade, a um grupo ou a um ponto possam ser acessados de maneira rápida e simples. Vale dizer que o ponto 32 está localizado entre o limite das unidades geotécnicas: Csq – Cambissolo substrato sedimentos quaternários – e Asq – Aluvial substrato sedimentos quaternários.

5 - MAPA DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

O Mapa de Unidades Geotécnicas, figura 15, possui uma área aproximada de 1.383 km², na escala de 1:100.000 no sistema de projeção UTM.

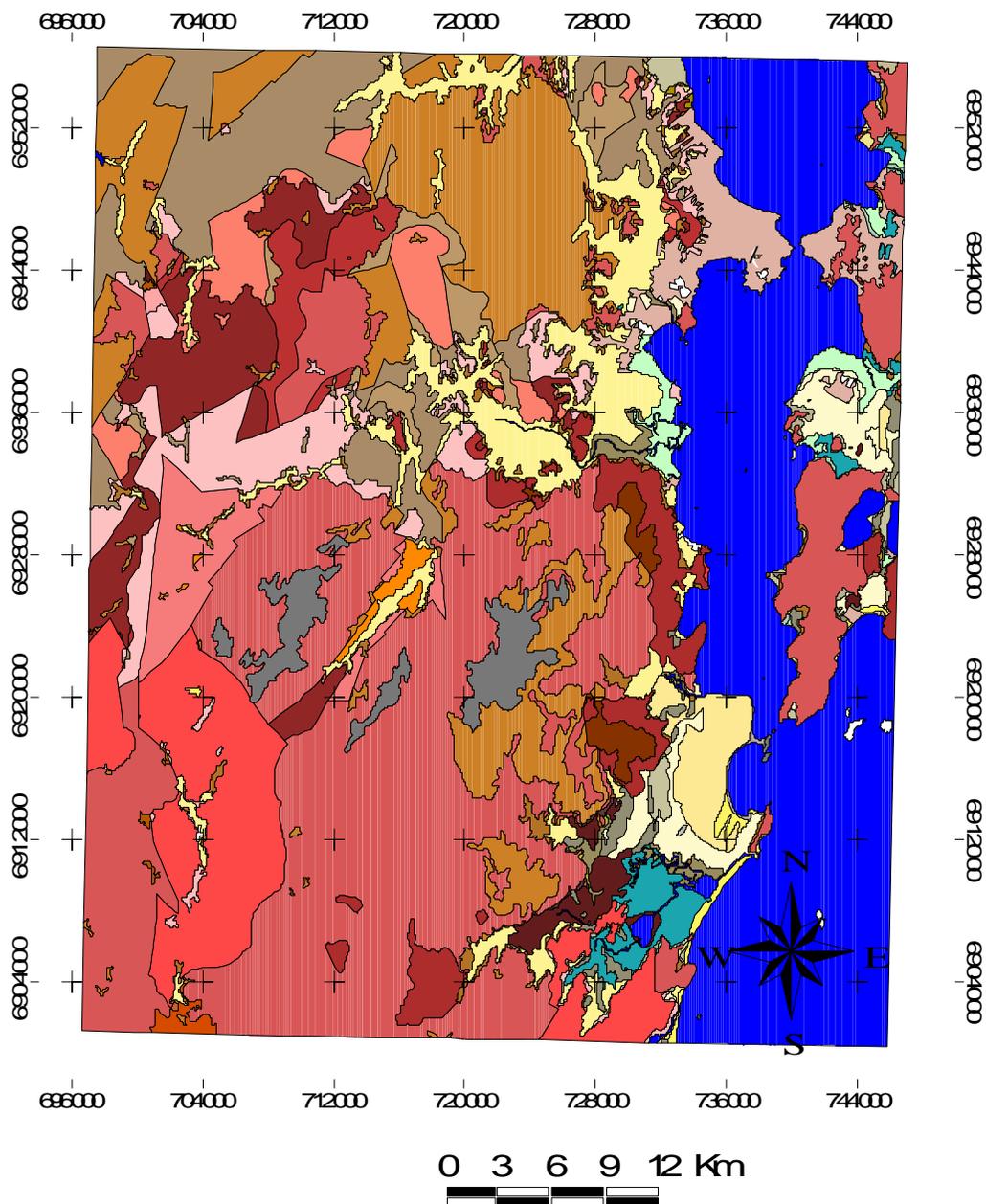


Figura 15 – Mapa de unidades geotécnicas da Região em estudo

Este mapa foi gerado em meio digital e depois inserido em um Sistema de Informações Geográficas através do *software ArcView*. As unidades geotécnicas geradas são descritas através da tabela 13 e da figura 16.

Tabela 13. Distribuição das unidades geotécnicas na área em estudo (continua)

Unidades Geotécnicas	Simbologia	Área (M ²)	%
1- Aluvial – Granito	Ag	362.348	0,02
2 - Areia Quartzosa - Granito	AQg	111.808	0,01
3 - Areia Quartzosa Hidromórficas - Granito	AQHg	2.133.151	0,10
4 - Areia Quartzosa Hidromórficas - Riolito	AQHR	550.562	0,03
5 - Areia Quartzosa Hidromórficas - Sedimentos Quaternários	AQHsq	41.243.818	1,90
6 - Areia Quartzosa Marinha - Granito	AQMg	1.599.275	0,07
7 - Areia Quartzosa Marinha - Granito, Gnaiss	AQMg,gn	372.288	0,02
8 - Areia Quartzosa Marinha - Riolito	AQMr	99.471	>0,01
9 - Areia Quartzosa Marinha - Sedimentos Quaternários	AQMsq	9.458.353	0,44
10 - Areia Quartzosa Marinha - Tonalito	AQMt	573.765	0,03
11 - Areia Quartzosa - Riolito	AQr	336.033	0,02
12 - Areia Quartzosa - Sedimentos Quaternários	AQsq	15.770.111	0,73
13 - Aluvial - Sedimentos Quaternários	Asq	11.653.678	0,54
14 - Cambissolo - Arenito	Ca	1.285.025	0,06
15 - Cambissolo - Filito	Cf	7.870.062	0,36
16 - Cambissolo - Granito	Cg	301.112.077	13,85
17 - Cambissolo - Granito, Gnaiss	Cg,gn	167.501.948	7,70
18 - Cambissolo - Granodiorito	Cgd	37.161.352	1,71
19 - Cambissolo - Granitóide	Cgt	5.962.402	0,27
20 - Cambissolo - Riolito	Cr	16.422.737	0,76
21 - Cambissolo - Sedimentos Quaternários	Csq	143.939.222	6,62
22 - Cambissolo - Tonalito	Ct	54.556.625	2,51
22 - Dunas - Sedimentos Quaternários	DNsq	6.315.586	0,29
23 - Gleí - Granito	Gg	1.777.638	0,08
24 - Gleí - granitóide	Ggt	730.328	0,03
25 - Gleí - Sedimentos Quaternários	Gsq	27.010.547	1,24
26 - Solo Orgânico - Granito	HOg	851.127	0,04
27 - Solo Orgânico - Sedimentos Quaternários	HOsq	17.749.940	0,82
28 - Podzol - Granito	HPg	533.543	0,02
29 - Podzol - Riolito	HPr	129.594	0,01
30 - Podzol - Sedimentos Quaternários	HPsq	31.534.610	1,45
31 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Arenito	PVa	1.366.246	0,06
32 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Filito	PVf	47.292.615	2,18

Tabela 13. Distribuição das unidades geotécnicas na área em estudo (conclusão)

33 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Granito	PVg	670.273.422	30,83
34 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Granito, Gnaisse	PVg,gn	94.852.789	4,36
35 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Granodiorito	PVgd	36.872.144	1,70
36 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Granitóide	PVgt	157.298.066	7,23
37 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Riolito	PVr	63.312.673	2,91
38 - Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico - Granito	PVLg	4.468.403	0,21
39 - Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico - Granitóide	PVLgt	161.595	0,01
40 - Podzólico V.-Amar. Latossólico - Sedimentos Quaternários	PVLsq	201.258	0,01
41 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Sedimentos Quaternários	PVsq	27.835.516	1,28
42 - Podzólico Vermelho-Amarelo - Tonalito	PVt	95.948.491	4,41
43 - Litólico - Granito	Rg	45.462.757	2,09
44 - Litólico - Granitóide	Rgt	206.861	0,01
45 - Litólico - Sedimentos Quaternários	Rsq	1.329.262	0,06
46 - Solo Mangue – Granito	SMg	642.926	0,03
47 - Solo Mangue - Sedimentos Quaternários	SMsq	19.976.454	0,92
Total	-----	2.174.210.502	100,0

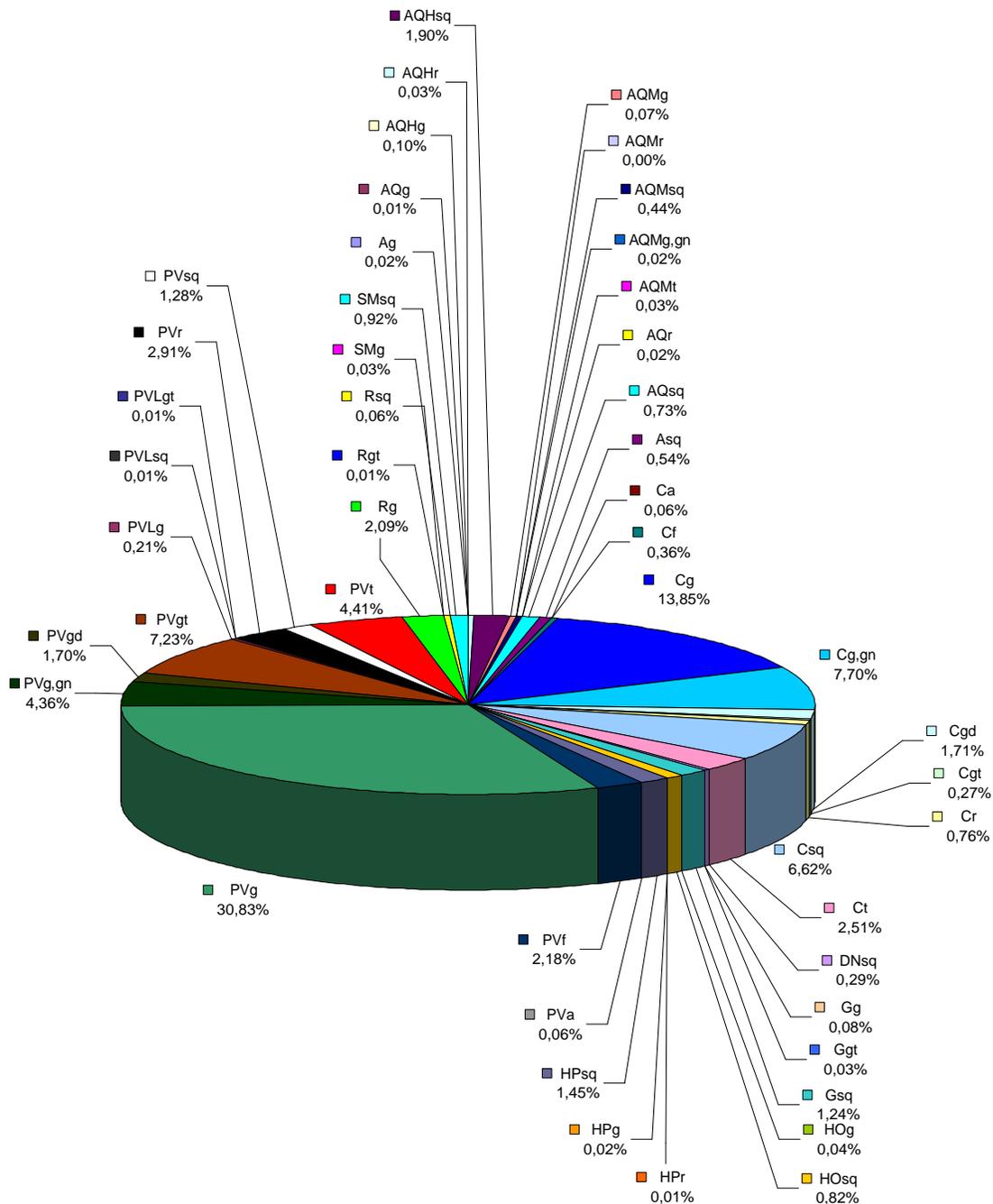


Figura 16 – Distribuição das unidades geotécnicas na área em estudo

Conforme tabela 13, verifica-se que o granito é a principal ocorrência de substrato. Este substrato está correlacionado com quase todos os tipos de solo apresentados pela Pedologia.

5.1 - Caracterização das Principais Unidades Geotécnicas Geradas

Segundo o mapa geotécnico, a região da Grande Florianópolis apresentou um total de 47 unidades geotécnicas apesar da realização da técnica generalização. Tal quantidade pode ser justificada pela heterogeneidade geológica local. A seguir são analisadas as unidades mais representativas encontradas em decorrência do cruzamento dos mapas Pedológico e Geológico.

5.1.1 – Cambissolo, Substrato Granito, Gnaisse – Cg,gn

Esta unidade apresenta-se em acerca de 12,11% da área total, ou seja, uma área de 167,5 km² aproximadamente. Este substrato granito, gnaisse é uma referência dada na região ao Complexo Águas Mornas. O perfil desta unidade apresenta-se bastante espesso devido ao substrato rochoso ser muito fraturado. Contudo, seu horizonte B é pouco desenvolvido, sobreposto por um horizonte A de até 30cm de espessura. Sua ocorrência acontece principalmente em relevos fortemente ondulados.

5.1.2 - Cambissolo, Substrato Granito – Cg

Com uma área acerca de 167,1 km², esta unidade encontra-se distribuída em 12,08% da área estudada. Vale dizer que aqui estão inclusas todas as unidades pedológicas do tipo Cambissolo cujo substrato é petrograficamente denominado granito. Este tipo de generalização faz-se necessário devido à heterogeneidade da região conciliada à escala do documento trabalhado (1:100.000). Caso se mantivesse a nomenclatura de cada unidade seria muito difícil qualquer tentativa de análise destas, pois haveria um excesso de informações. Este plano de generalização favorece uma pré-análise global e deve ser utilizada na parte inicial de planejamento do uso e ocupação racional dos recursos naturais. Contudo, este trabalho não elimina a necessidade ensaios geotécnicos e de caracterização devendo, então, por estes ser suplementado.

Esta unidade ocorre próximo ao topo dos morros, em relevo ondulado, forte ondulado ou montanhoso, e geralmente não é profundo. São solos minerais não hidromórficos, bem drenados. Sua textura é variada e quase sua totalidade apresenta argila de atividade baixa. São solos com presença de grande número de matações em seu meio.

5.1.3 - Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Granitóide – PVgt

Esta unidade apresenta-se em aproximadamente 11,37% da região, ou seja, uma área aproximada de 157,2 km².

Nesta unidade encontram-se os dois substratos de granitóides que fazem parte da região em estudo: o Granitóide Paulo Lopes e o Granitóide Santo Antônio. Geologicamente uma unidade recebe a denominação granitóide quando não se consegue determinar qual a petrografia predominante e ou sua origem. Em suma, usa-se o termo granitóide como um gênero.

5.1.4 – Cambissolo, Substrato Sedimentos Quaternários – Csq

Esta unidade apresenta-se em aproximadamente 137,5 km², o que representa 9,94% da região. A ocorrência desta unidade é junto ao pé de morros onde materiais transportados são depositados. Podem aparecer às margens de relevos planos e, por isso, associados com solos do tipo Glei.

5.1.5 - Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Granito – PVg

Esta unidade apresenta-se em aproximadamente 99km², o que representa 7,17% da região. Assim como a unidade Cg, apresenta-se composta de diversas unidades pedológicas semelhantes.

Ocorre, geralmente, a meia encosta em relevo ondulado ou forte ondulado, apresenta cor amarelada ou vermelho-amarela no horizonte B, o qual em geral apresenta maior teor de argila do que o horizonte A e a espessura inferior a 3,0 metros. Seu horizonte RA apresenta-se, às vezes, muito fraturado, o que faz com o intemperismo, haja intensamente formando diferentes granulometrias e espessuras de horizonte C.

5.1.6 – Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Tonalito – PVt

Esta unidade apresenta-se em aproximadamente 96 km², o que representa 6,94% da região. O tonalito é uma rocha que possui alto teor de máficos (biotita, anfibólio) sendo mais facilmente intemperizável e, por isso, o solo que se tornará maduro mais rapidamente na região.

5.1.7 – Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Granito, Gnaisse – PVg,gt

Esta unidade pode ser observada em aproximadamente 94 km², o que representa 6,80% da região. Esta é outra unidade cujo substrato pertence ao Complexo Águas Mornas. Ocorre em regiões onde o relevo parte de ondulado até fortemente ondulado. Esta unidade apresenta características semelhantes à unidade Cg,gt. Nesta região, observou-se em muitos morros a presença de escorregamentos – *creep* – como também alguns estudos realizados com taludes apontaram tendência à erosão.

5.1.8 – Cambissolo, Substrato Tonalito – Ct

Esta unidade apresenta-se em aproximadamente 54,4 km², o que representa 3,94% da região. Ela apresenta um comportamento semelhante à unidade PVt, com um horizonte C menos espesso.

5.1.9 – Litossolos, Substrato Granito e substrato Granitóide – Rg + Rgt

Estas duas unidades juntas correspondem a uma área de 45,6 Km², ou seja, 3,3% da área da região.

Estes tipos de solos são pouco desenvolvidos, pouco espessos, caracterizando-se pela presença do horizonte A disposto diretamente sobre a rocha mãe ou sobre o horizonte C, ou ainda sobre a rocha alterada (RA). Também se enquadram nesta categoria os afloramentos rochosos. Ocorrem também associados com Podzólico-Vermelho Amarelo, onde o relevo varia de ondulado a escarpado, em topos de morros e encostas. Seu comportamento está diretamente ligado a sua rocha de origem. Os materiais rochosos destas unidades servem como agregados empregados na construção civil.

5.1.10 - Podzol, Substrato Sedimentos Quaternários – HPsq

Esta unidade aparece em relevo plano, com substrato sedimentos quaternários. Ocorrem principalmente no norte da Ilha e na Praia da Pinheira. São solos hidromórficos, com textura arenosa. Possuem horizonte B de cor ferruginosa, de profundidade variável, com acúmulo de matéria orgânica combinado a sesquióxidos livres, principalmente de alumínio com ou sem ferro, acompanhado de quantidade aproximadamente equivalente de argila cristalina aluvial, sob um horizonte A espesso. Quando os compostos iluviados cimentam, acontece uma redução da permeabilidade na base do horizonte A. Precedendo o horizonte B,

às vezes, encontra-se um horizonte E álbico (claro) decorrente da perda dos compostos organo-metálicos para o horizonte B. Possui estrutura fracamente desenvolvida ou mesmo ausente quando mal drenado.

5.1.11 - Gleis, Substrato Sedimentos Quaternários – Gsq

Esta unidade ocorre em relevo plano de várzea e contorno das planícies de inundação. Este tipo de solo enquadra-se na classe de solo hidromórfico, onde o lençol freático está junto à superfície, com argila de atividade alta, caracterizado pela presença de um horizonte superficial de coloração tipicamente acinzentada com ou sem mosqueado. Esta coloração é devida à redução dos óxidos de ferro, que se processa em ambiente encharcado, anaeróbio.

Este tipo de terreno deve ser evitado, pois sua capacidade de suporte é muito baixa em espessura muito grande (mais de 16 metros) sendo muito compressível.

5.1.12 - Areias Quartzosas, Substrato Sedimentos Quaternários – Aqsq

Esta unidade constitui-se de solos não hidromórficos, oriundos de sedimentos marinhos (grãos de quartzo) com granulação fina (duna, aluviões). Estes solos ocorrem em áreas de relevo plano a suavemente ondulados, com perfis com espessuras superiores a 2 metros, homogêneo onde o horizonte A se encontra diretamente sobreposto ao horizonte C. O horizonte C apresenta uma coloração cinza clara enquanto o horizonte A, quando existente, possui uma tonalidade mais escura. Devido a sua granulometria são solos com alta permeabilidade, sem cimentação ou estrutura, susceptíveis à erosão hídrica.

5.1.13 - Solos Orgânicos, Substrato Sedimentos Quaternários – HOsq

Esta unidade constitui-se de solos orgânicos, com presença de argila de atividade alta (Ta), textura siltosa e média, substrato sedimentos quaternários. Ocorre em locais muito mal drenados, onde o ambiente é hidromórfico. Este tipo de solo quando submetido a carregamentos reduz rapidamente seu volume, fato que pode ocorrer também devido à variação de umidade e atividade alta da argila.

5.1.14 - Terrenos de Mangue, Substrato Sedimentos Quaternários

São terrenos predominantemente halomórficos (salinos) e alagados. Ocorrem nas partes baixas do litoral próximo a desembocadura de rios, nas reentrâncias da costa e margens das lagoas, diretamente influenciados pelo movimento das marés sob cobertura vegetal de mangue. Podem apresentar horizontes gleizados, com alto teor de sais, provenientes da água do mar e de compostos de enxofre e profundidade variável. Seus horizontes são indiferenciáveis, com exceção das áreas marginais, onde se verifica o desenvolvimento de um horizonte A, sob camadas sedimentares indiferenciadas.

5.1.15 - Dunas, Substrato Sedimentos Quaternários

São terrenos originados exclusivamente de deposição eólica, de material areno-quartzoso, que mantém uma certa movimentação dependendo da vegetação que as recobre ou circundam e da atuação dos ventos. Seus perfis são profundos, extremamente homogêneos e sem estrutura de origem pedológica. Sob as espessas camadas de areia podem ocorrer sedimentos argilosos marinhos. Estas dunas constituem-se exclusivamente por grãos de quartzo, quimicamente inertes, tidos como referencial para estudo do comportamento da fração areia de outros tipos de solos.

5.2 - Mapa Pedológico

A região apresenta diversas classes pedológicas decorrentes dos variados tipos de relevos e material de origem, e que podem ser divididas em três áreas:

Porção norte: Nesta área encontram-se relevos fortemente ondulados e montanhosos. Caracteriza-se pela presença de Cambissolo álico com argila de atividade baixa, Podzólico Vermelho-Amarelo com argila de atividade baixa e ainda Solos Litólicos. Nas planícies, encontra-se o Cambissolo distrófico com argila de atividade baixa e solos do tipo Glei com argila de atividade baixa. Encontra-se ainda a noroeste desta área solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico e algumas áreas Podzólico Vermelho-Amarelo álico com argila de atividade baixa.

Porção sul: encontra-se nesta região Solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo álico com argila de atividade alta. Também encontram-se associações de Cambissolos álicos com argila de atividade baixa com solos Litólicos distróficos. Na parte centro-sul há um predomínio de solos Podzólico Vermelho-Amarelo álico com argila de atividade baixa em

combinação com Podzólico Vermelho-Amarelo álico. Na parte litorânea ocorre uma área relativamente grande de planície costeiras, com podzóis indiscriminados associados a Areias Quartzosas Marinhas.

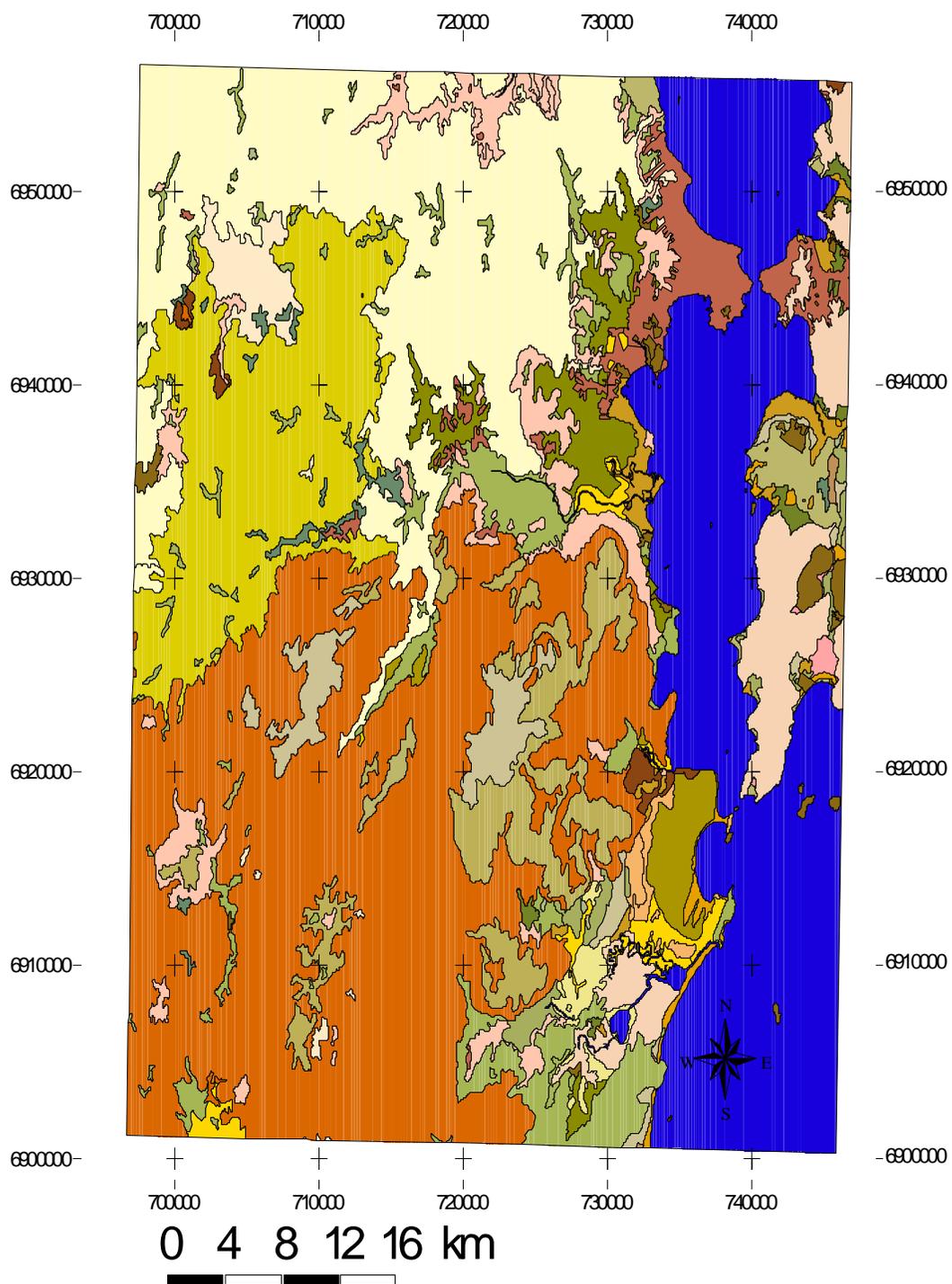


Figura 17 – Mapa de unidades pedológicas da região em estudo

A tabela 14 e a figura 18 relacionam a distribuição das unidades pedológicas da região estudada.

Tabela 14. Distribuição das unidades pedológicas da área em estudo (continua)

Unidades Pedológicas	Unidades	Área (m²)	%
1 - Zona Urbana	Zona Urbana	55.799.983	2,49
2 - Solos Aluviais distróficos	Ad	11.554.933	0,51
3 - Areias Quartzosas Marinhas álicas	AMa1	7.194.326	0,32
	AMa2	3.700.038	0,16
	AMa3	319.887	0,01
4 - Areias Quartzosas álicas	AQa1	3.331.880	0,15
	AQa2	3.305.579	0,15
	AQa3	8.771.318	0,39
	AQa4	93.721	0,00
5 - Cambissolo álico	Ca16	3.133.247	0,14
	Ca17	2.026.461	0,09
	Ca20	12.183.399	0,54
	Ca22	2.243.572	0,10
	Ca28	57.698.523	2,57
	Ca29	424.443.422	18,90
	Ca30	97.021.535	4,32
	Ca4	171.744	0,01
	Ca6	26.522.396	1,18
	Ca7	28.301.901	1,26
Ca8	79.086.721	3,52	
6 - Cambissolo eutrófico	Ce1	1.271.842	0,06
7 - Dunas	DN	7.230.298	0,32
8 - Gleissolo álico	Ga2	22.410.056	1,00
9 - Gleissolo eutrófico	Ge1	6.876.400	0,31
	Ge2	224.210	0,01
10 - Areias Quartzosas Hidromórficas álicas	HAQa1	3.501.062	0,16
	HAQa2	8.288.194	0,37
	HAQa4	16.550.457	0,74
11 - Areias Quartzosas Hidromórficas eutróficas	HAQe	5.693.726	0,25
12 - Areias Quartzosas Hidromórficas Húmicas álicas	HAQHa	11.155.919	0,50
13 - Solo Orgânicos álicos	HOa	659.286	0,03
14 - Solos Orgânicos eutróficos	HOe1	10.358.905	0,46
	HOe2	7.305.026	0,33
15 - Podzol Hidromórfico álico	HPa1	1.352.368	0,06
	HPa2	5.889.014	0,26
	HPa3	24.852.877	1,11

Tabela 14. Distribuição das unidades pedológicas da área em estudo (conclusão)

Unidades Pedológicas	Unidades	Área (m²)	%
16 - Podzólico Vermelho-Amarelo álico	PVa14	16375722	0,73
	PVa15	250244147	11,14
	PVa16	5457532	0,24
	PVa17	76586486	3,41
	PVa18	52819390	2,35
	PVa19	697829146	31,08
	PVa20	2349158	0,10
	PVa21	78390438	3,49
	PVa5	2104472	0,09
	PVa6	689025	0,03
	PVa7	9391085	0,42
17 - Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico	PVLa2	4726982	0,21
18 - Solos Litólicos álicos	Ra1	506397	0,02
	Ra3	44999221	2,00
19 - Solos de Mangue	SM	20404053	0,91
20 – Mancha Urbana – Interferência Antrópica	Indefinida	19693919	0,88
TOTAL	----	2245352140	100,0

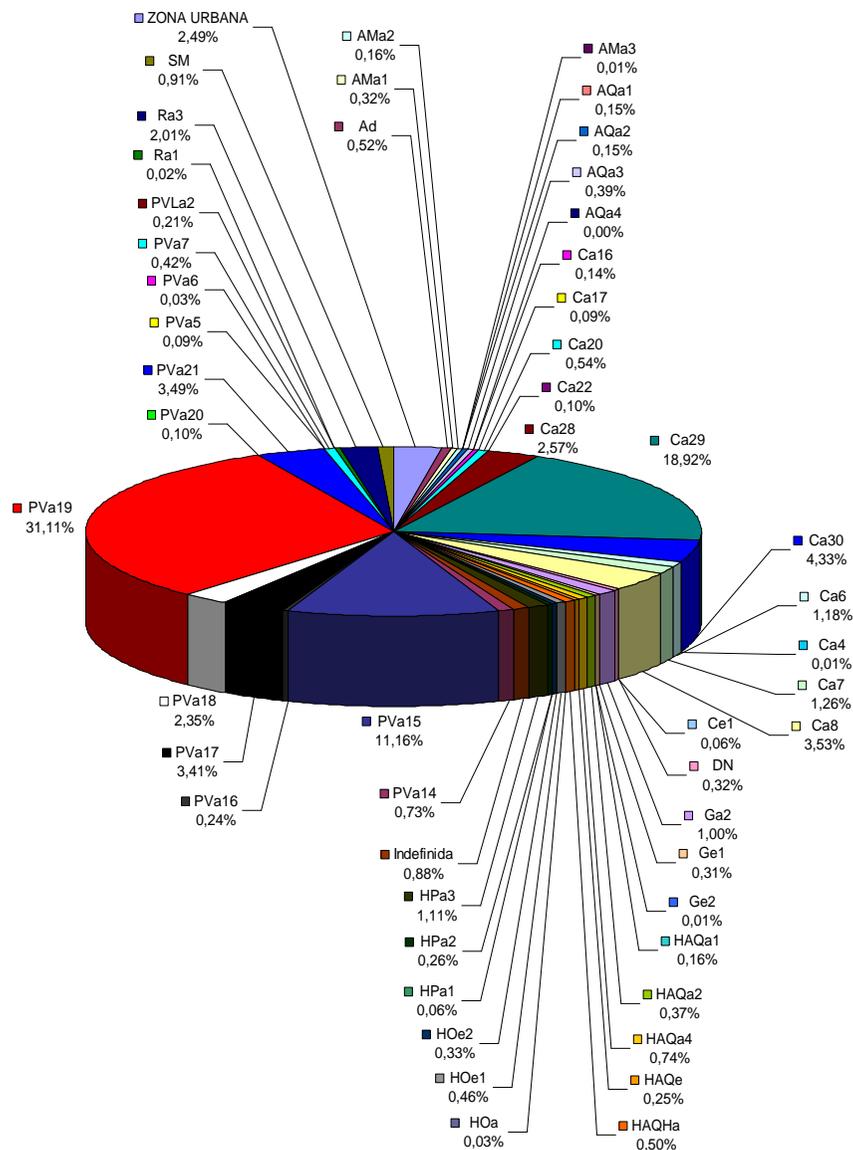


Figura 18 – Distribuição das unidades pedológicas da área em estudo

5.3- Mapa Geológico

Após a inserção do mapa geológico em meio digital e em um sistema de coordenadas geográficas pôde-se avaliar de uma forma mais precisa a distribuição das unidades conforme figura 19.

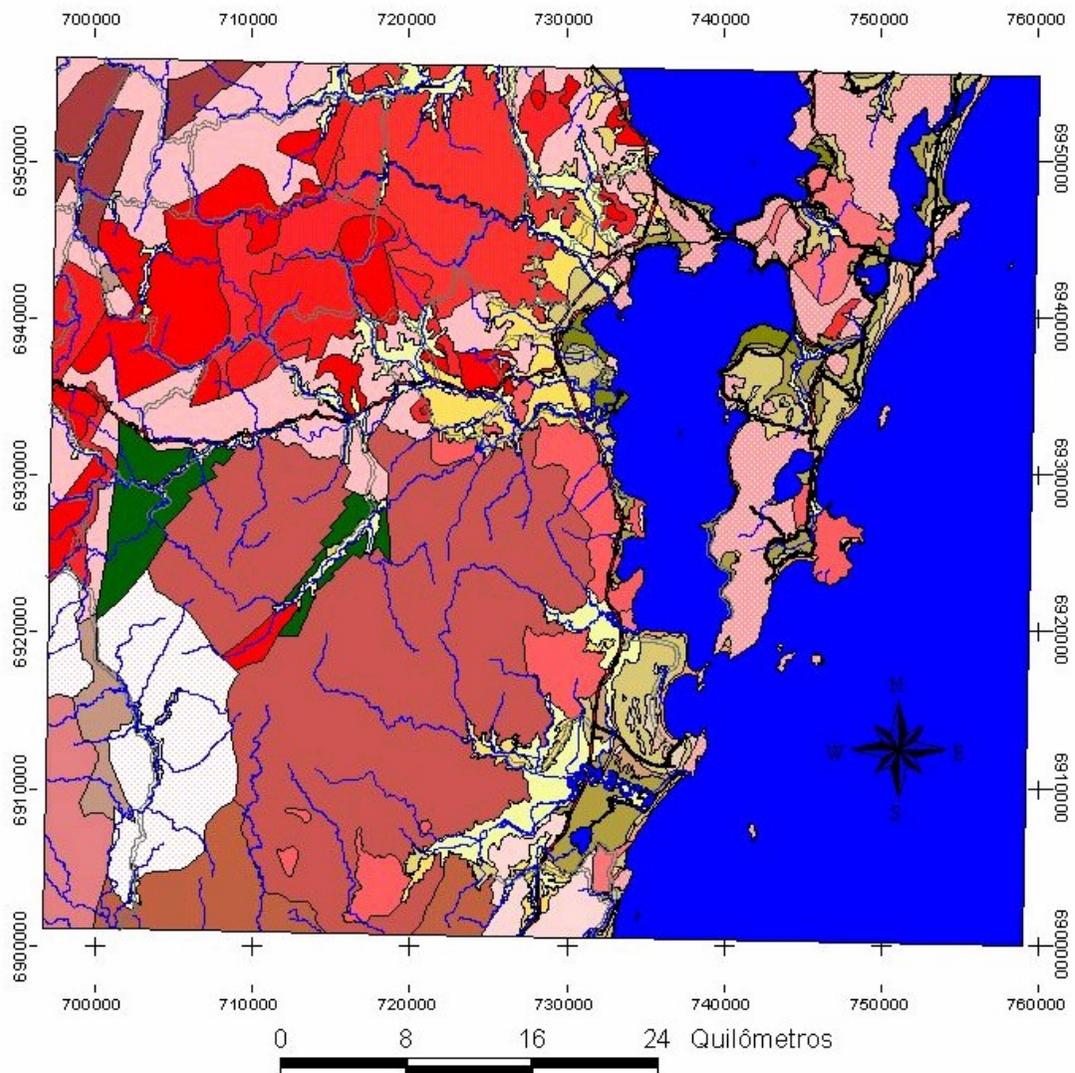


Figura 19 – Mapa de unidades geológicas da Região em estudo

A tabela 15 e a figura 20 relacionam a distribuição das unidades geológicas da região estudada.

Tabela 15. Distribuição das unidades geológicas da área em estudo

Unidades Geológicas	Unidades	Área (m ²)	%
01 - Complexo Águas Mornas	ACam	266.790.815,11	11,31
02 - Depósitos Aluvionais Atuais	QHa	152.237.102,18	6,45
03 - Depósitos de Leques Aluvionais	QHc	15.694.813,30	0,67
04 - Depósitos de Mangue	QHm	15.284.280,77	0,65
05 - Depósitos de Praias Atuais	QHlt	8.370.170,57	0,35
06 - Depósitos Fluvio-lagunares	QHfI	66.121.896,13	2,80
07 - Depósitos Lacustre-Paludais	QHp	4.009.847,37	0,17
08 - Depósitos Lagunares	QHI	55.143.138,16	2,34
09 - Dunas Estacionárias	QHd1	9.354.302,14	0,40
10 - Dunas Estacionárias Antigas Erodidas	QHd2	6.570.787,24	0,28
11 - Dunas Migratórias	QHd	6.901.755,40	0,29
12 - Formação Queçaba	PIMq	55.082.587,35	2,33
13 - Formação Rio do Sul	Pirs	26.150.379,08	1,11
14 - Granito Angelina	ypa	47.331.827,36	2,01
15 - Granito Capivari	ypc	71.589.641,40	3,03
16 - Granito Ilha	yph	148.503.391,24	6,29
17 - Granito Itacorumbi	yci	30.540.350,86	1,29
18 - Granito Rio das Antas	yma	65.040.174,25	2,76
19 - Granito São Bonifácio	ypb	46.855.295,76	1,99
20 - Granito São Pedro de Alcântara	yms	141.944.759,51	6,02
21 - Granito Serra do Tabuleiro	ypt	537.968.816,46	22,80
22 - Granitóide Paulo Lopes	yl	30.634.866,33	1,30
23 - Granitóide Santo-Antônio	ys	133.881.298,88	5,67
24 - Granodiorito Alto da Varginha	ymv	75.108.594,62	3,18
25 - Riolito Cambirela	ycv	87.960.398,58	3,73
26 - Terraços e Alinhamentos de Cordões de Praia	QHlt1	87.236.114,54	3,70
27 - Terraços Elevados de Areia Fina	QPlt	6.329.516,43	0,27
28 - Tonalito Forquilha	ymf	160.511.826,47	6,80
TOTAL	----	2.359.148.747,49	100,0

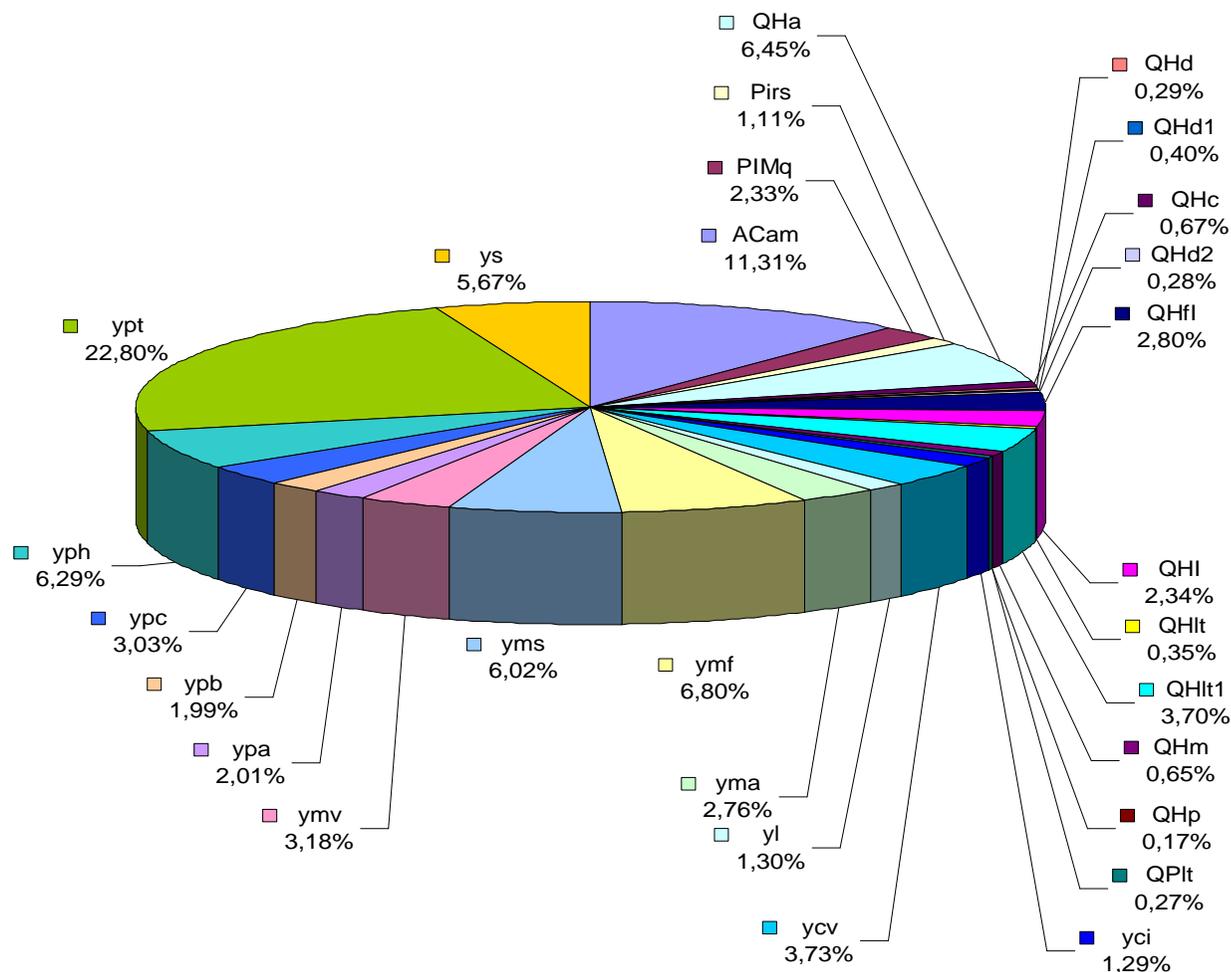


Figura 20 – Distribuição das unidades geológicas da área em estudo

5.3.1 – Caracterização das Principais Ocorrências Geológicas

Após a vetorização da carta geológica e sua inserção no ambiente SIG tornou-se possível a caracterização das unidades geológicas individualmente.

5.3.1.1 - Granito Serra do Tabuleiro

O granito Serra do Tabuleiro apresenta-se como a unidade geológica mais marcante na área de estudo com cerca 22,80% da área, ou seja, 538 km² aproximadamente.

A figura 21 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do granito Serra do Tabuleiro.

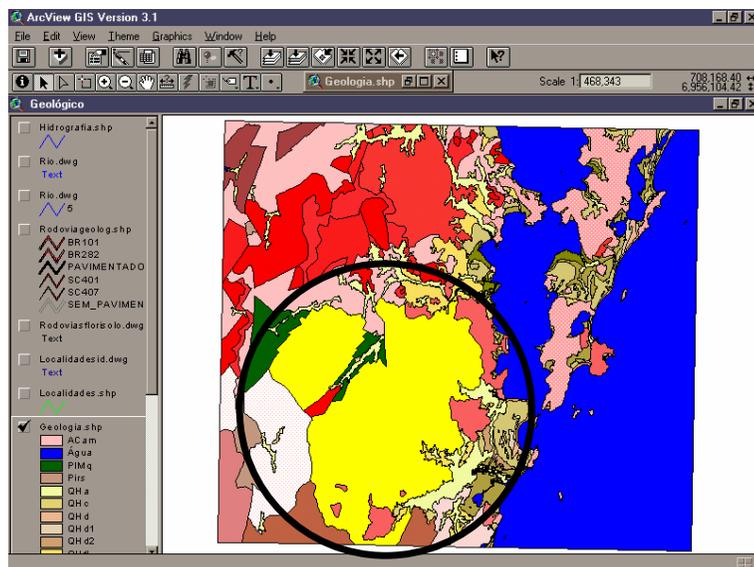


Figura 21 - Área de ocorrência do granito Serra do Tabuleiro.

A serra do Tabuleiro, cujo nome denomina este substrato, é a maior unidade de conservação no Estado. Ocupa aproximadamente 1% do território de Santa Catarina, com uma extensão de 87.405 hectares. Foi criado através do Decreto n° 1.260/75 e abrange áreas de nove municípios: Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruí, Garopaba e Paulo Lopes. Engloba também as ilhas de Fortaleza / Araçatuba, Ilha do Andrade, Papagaio Pequeno, Três Irmãs, Moleques do Sul, Siriú, Coral, dos Cardos e a ponta sul da ilha de Santa Catarina.

5.3.1.2 - Complexo Águas Mornas

A unidade geológica dita como Complexo Águas Mornas corresponde uma faixa descontínua de granitóides deformados com freqüentes estruturas gnáissicas. Esta unidade se apresenta em cerca de 11,31% da área em estudo o que corresponde a uma área de aproximadamente 267 km².

A figura 22 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do Complexo Águas Mornas.

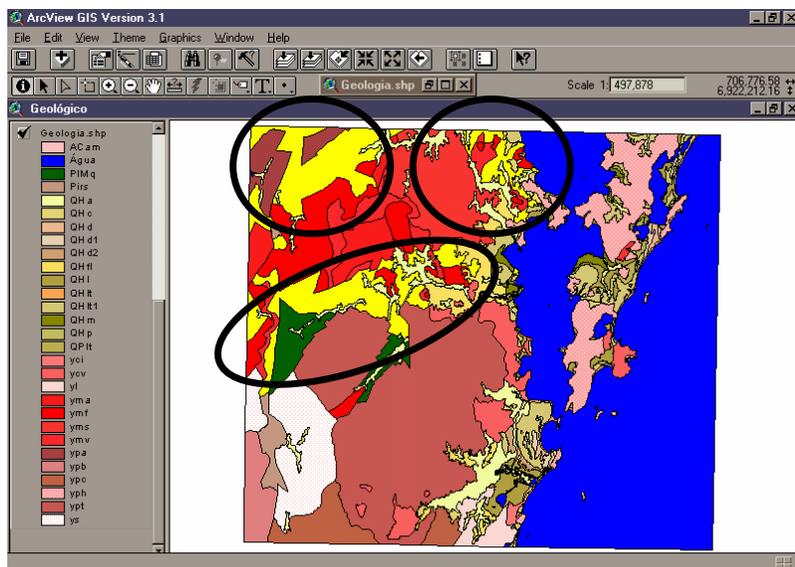


Figura 22 - Área de ocorrência do Complexo Águas Mornas

O horizonte C espesso desta unidade aparece no trecho da BR-282 entre as localidades de Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas conforme figura 23.



Figura 23 - Jazida de saibro às margens da BR 282

Coelho (2003) estudou o comportamento desta unidade frente à erosão através da metodologia apresentada por Nogami e Villibor (1979) e comprovou que o horizonte C (saprolítico) desta unidade quando exposto a ação das intempéries é consideravelmente sensível ao processo de erosão.

A figura 24 mostra o escorregamento que ocorreu na BR 282 causado pela chuva.



Figura 24 - Escorregamento no KM 33,1 da BR 282

A figura 25 apresenta um processo erosivo bem adiantado no solo saprolítico do Complexo Águas Mornas.



Figura 25 – Erosão às margens BR 101

Algumas vezes encontra-se no Complexo Águas Mornas a intrusão de granito coberta por uma camada de solo pouco espessa, conforme mostra a figura 26.



Figura 26 – Intrusão do granito às margens BR 101

5.3.1.3 - Granito Ilha

O granito Ilha, como o próprio nome indica, apresenta-se em quase que sua totalidade na ilha de Florianópolis. Esta unidade apresenta-se em 6,29% da área de estudo, ou seja, em uma área de 148 km² aproximadamente. A figura 27 destaca em amarelo a ocorrência do granito Ilha.

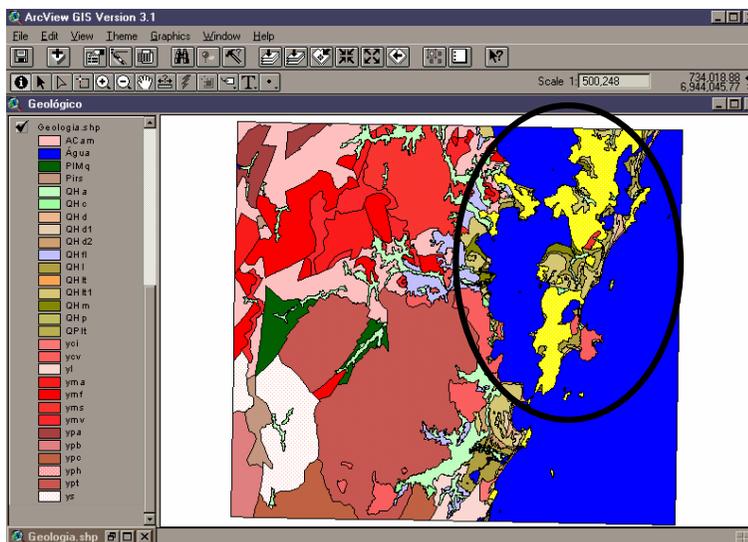


Figura 27 - Área de ocorrência do granito Ilha

O granito Ilha, também denominado informalmente como granito cinza claro ou róseo, geomorfologicamente apresenta-se na forma de morros altos e íngremes, com afloramento de matacões de grande porte. Esta unidade caracteriza-se por apresentar pouca variação textural, ser isotrópico e composição mineralógica homogênea conforme figura 28 (SANTOS, 1997)

O Granito Ilha corresponde a maior parte das rochas descritas como Granito Florianópolis por Coitinho et al. (1981) e segundo Caruso Jr. (1993) compõem a maior parte das rochas da Ilha de Santa Catarina.

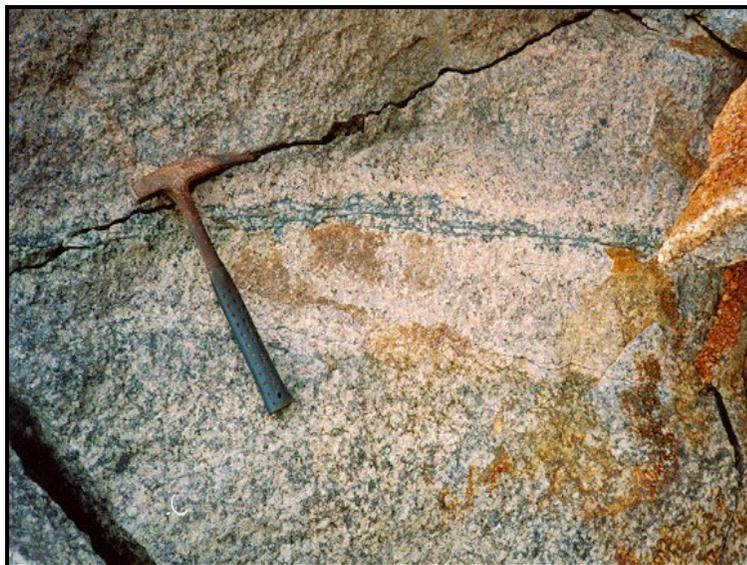


Figura 28 - Granito Ilha - granito de maior ocorrência em Florianópolis (Santos, 1997).

5.3.1.4 - Tonalito Forquilha

O Tonalito Forquilha aparece em cerca 6,80% da área em estudo, ou seja, em uma área de 160 km² aproximadamente.

A figura 29 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do Tonalito Forquilha.

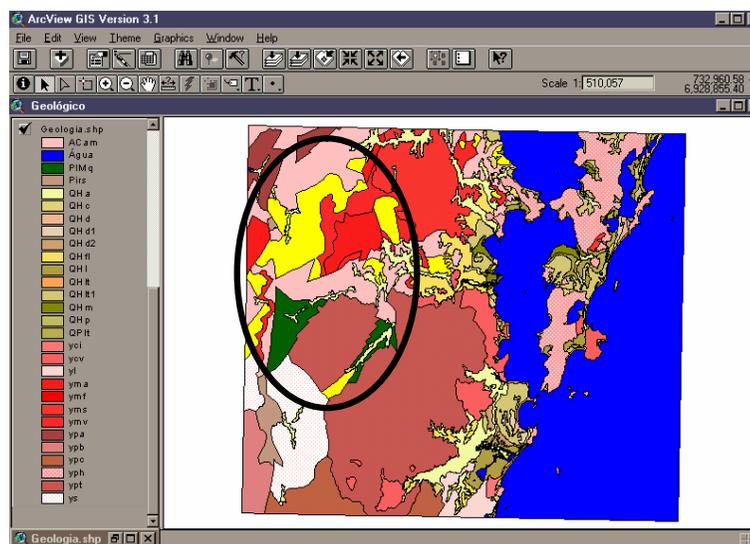


Figura 29 - Área de ocorrência do Tonalito Forquilha

A unidade Tonalito Forquilhas apresenta-se no morro do bairro metropolitano em São José, em uma área de ocupação desordenada e de uma população de baixo poder aquisitivo. Na área são flagrados vários problemas ambientais, entre eles depósito de lixo ao longo da encosta, esgoto a céu aberto, escorregamentos de blocos e desmatamento. A figuras 30 a 32 mostram alguns problemas flagrados.

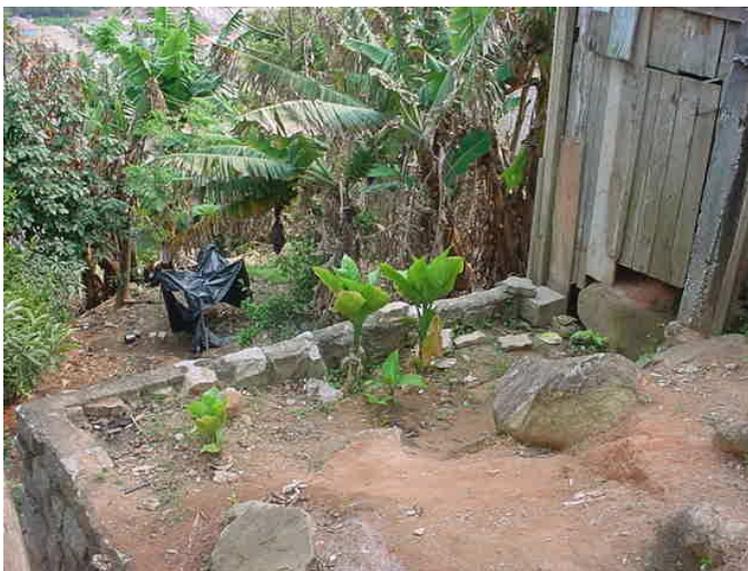


Figura 30 – Ocupação desordenada bairro metropolitano.

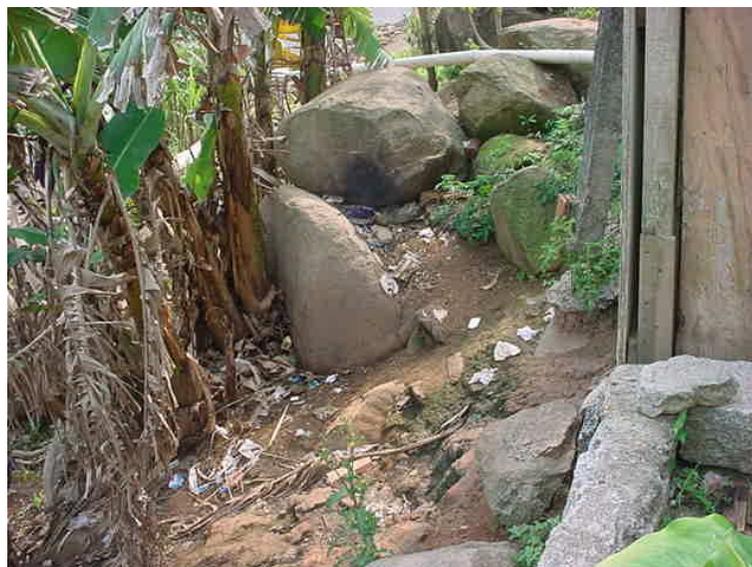


Figura 31 – Ocupação desordenada bairro metropolitano (outra vista).



Figura 32 – Ocupação desordenada bairro metropolitano (vista geral).

5.3.1.5 - Granito São Pedro de Alcântara

O granito São Pedro de Alcântara aparece em cerca 6,02% da área em estudo, ou seja, uma área de 142 km² aproximadamente.

A figura 33 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do granito São Pedro de Alcântara.

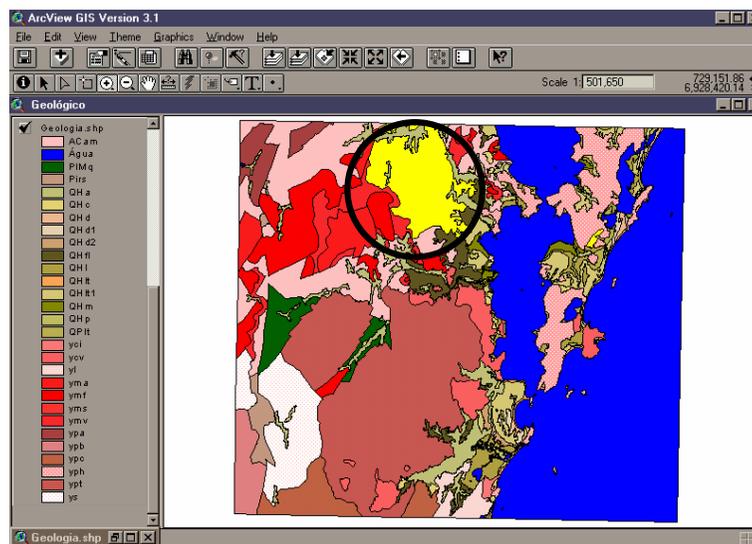


Figura 33 - Área de ocorrência do granito São Pedro de Alcântara

O comportamento do Granito São Pedro de Alcântara frente ao seu uso na pavimentação foi estudado por Pomatti (2000). Seu trabalho classificou este solo de acordo com diferentes métodos de classificação, como exposto na tabela 16.

Tabela 16. Classificação do Granito São Pedro de Alcântara de acordo com diferentes metodologias

	Metodologia			
	Davison Dias ¹ (1994)	MCT ²	SUCS ²	HRB ²
classificação	Cambissolo substrato granito (Cg) – HC: mineralogia pobre em quartzo e rica em feldspato alcalino e plagioclásio, textura siltosa, o que induz a um comportamento expansivo.	NG' – solos saprolíticos argilosos, de comportamento não laterítico. Segundo a metodologia de Nogami e Vilibor (1995) solo de uso restrito devido a sua elevada expansibilidade, compressibilidade e contração, quando submetidos à secagem.	MH – solo siltoso com alta compressibilidade.	A-7-5 – solos para finalidades especiais, pois apresenta comportamento ruim para ser usado como base em pavimento.

¹Classificação do perfil.

²Classificação pontual (amostra do horizonte C).

Através da tabela 16, é possível observar uma sensível correlação entre o comportamento geotécnico da unidade nas diferentes metodologias empregadas.

5.3.1.6 - Granitóide Santo-Antônio

O Granitóide Santo-Antônio aparece em cerca 5,67% da área em estudo, ou seja, uma área de 134 km² aproximadamente.

A figura 34 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do granitóide Santo-Antônio.

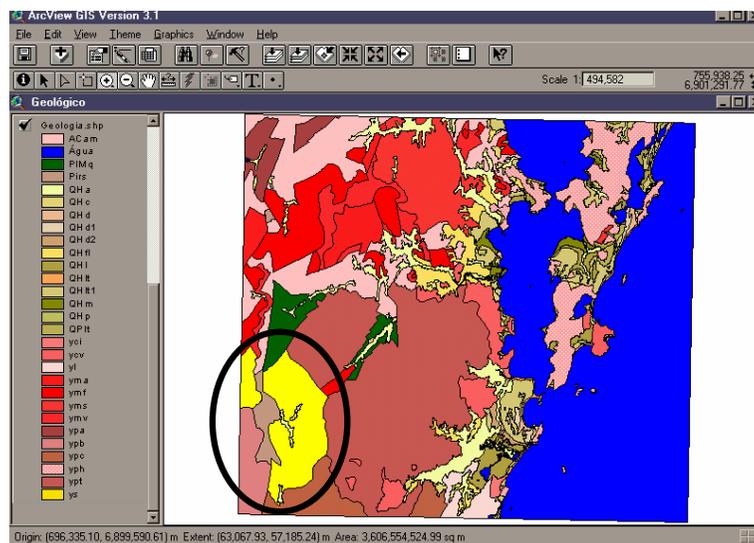


Figura 34 - Área de ocorrência do Granitóide Santo-Antônio

5.3.1.7 - Riolito Cambirela

O Riolito Cambirela aparece em cerca 3,73% da área em estudo, ou seja, uma área de 88 km² aproximadamente.

A figura 35 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do Riolito Cambirela.

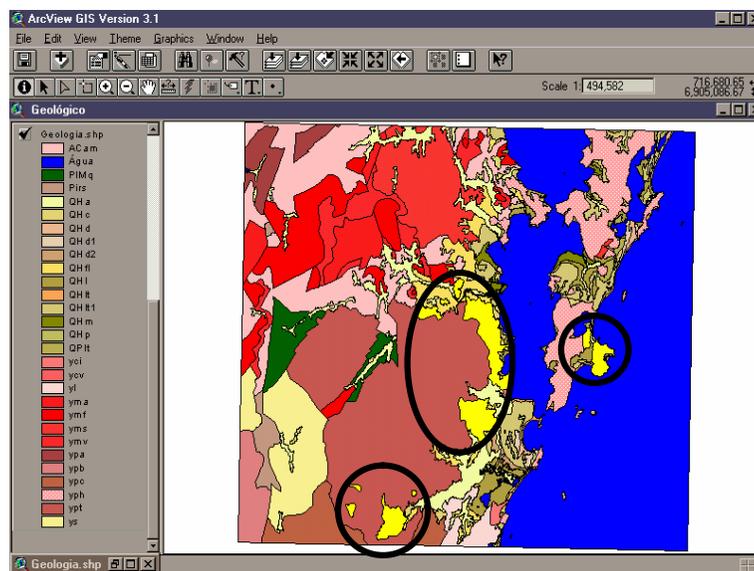


Figura 35 - Área de ocorrência do Riolito Cambirela

O Riolito Cambirela é a expressão vulcânica do Granito Itacorubí, estando relacionado a esse de maneira temporal e espacial.

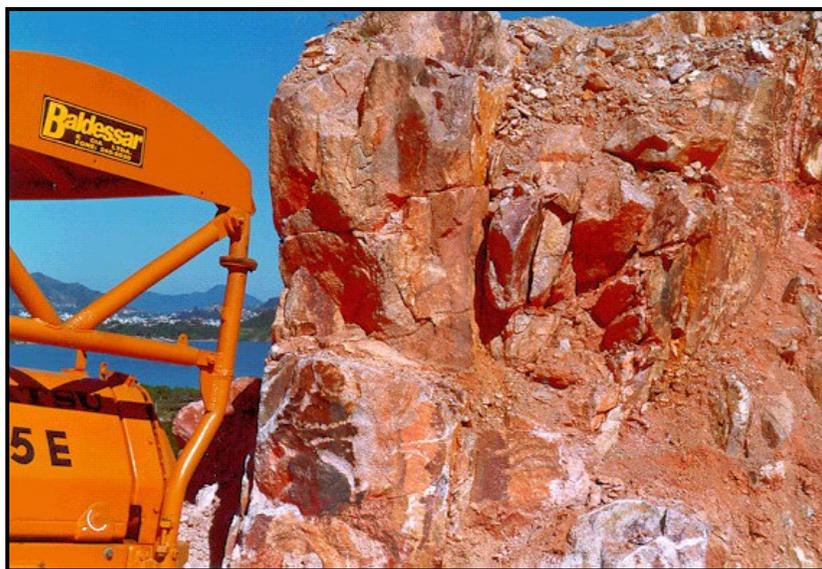


Figura 36 – Ocorrência do Riolito Cambirela: Morro do Cacupé (Santos, 1997).



Figura 39 – Perfil do solo de alteração Granodiorito Alto da Varginha

5.3.1.9 - Granito Capivari

O Granito Rio das Antas aparece em cerca 3,03% da área em estudo, ou seja, uma área de 72 km² aproximadamente. A figura 40 destaca, em amarelo, as áreas de ocorrência do granito Capivari.

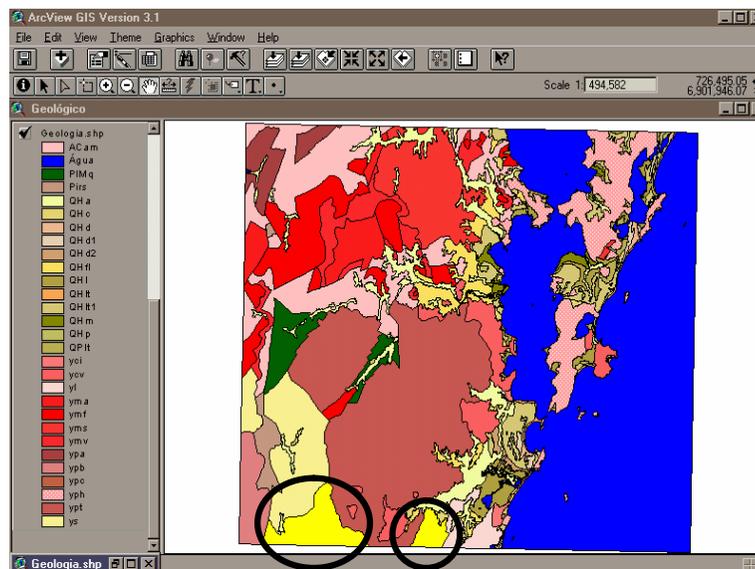


Figura 40 - Área de ocorrência do Granito Capivari

5.3.1.10 - Granito Rio das Antas

O Granito Rio das Antas aparece em cerca 2,76% da área, ou seja, em uma área de 65 km² aproximadamente. A figura 41 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do granito Rio das Antas.

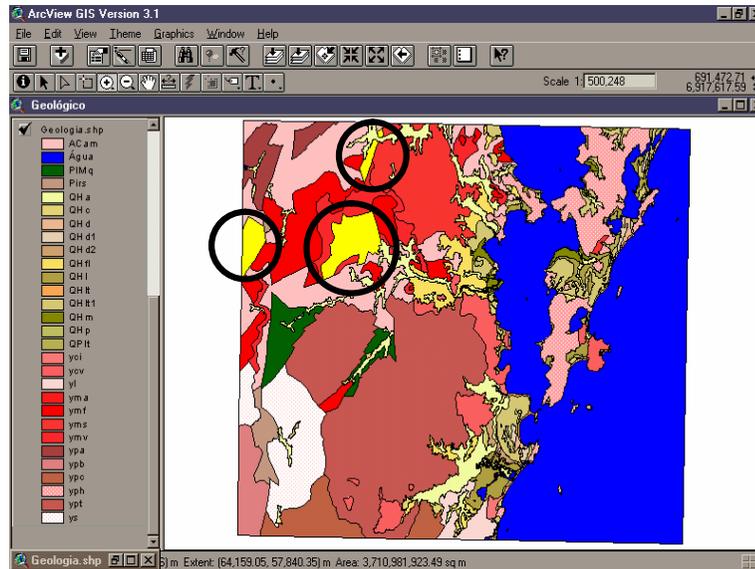


Figura 41 - Área de ocorrência do Granito Rio das Antas

5.3.1.11 - Granito Angelina

O Granito Angelina aparece em cerca 2,01% da área em estudo, ou seja, em uma área de 47 km² aproximadamente.

A figura 42 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do Granito Angelina.

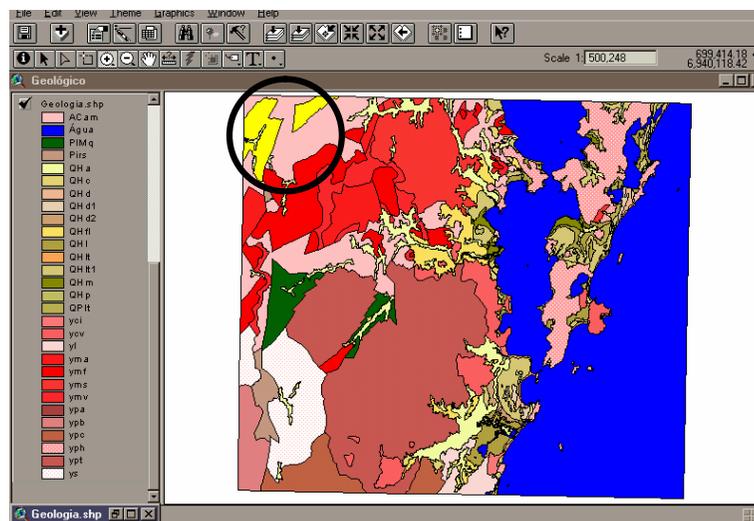


Figura 42 - Área de ocorrência do Granito Angelina

Nos arredores da cidade de Angelina, o Granito Angelina exibe uma granulometria mais fina, associando-se com riolitos, com uma posição da intrusão granítica em níveis crustais rasos. Tal fato pode ser a explicação para um enorme escorregamento presenciado próximo a entrada leste da cidade figuras 43 e 44.



Figura 43 – Área de escorregamento no Granito Angelina



Figura 44 – Textura do material encontrado na área de escorregamento

Na cidade de Angelina presenciou-se atividade extrativa de material sem critérios técnicos, figura 45, proporcionando risco de acidente.



Figura 45 – Jazida localizada no centro de Angelina.

5.3.1.12 - Granito São Bonifácio

O Granito São Bonifácio aparece em cerca 1,99% da área em estudo, ou seja, em uma área de 47 km² aproximadamente. A figura 46 destaca, em amarelo, as áreas de ocorrência do Granito São Bonifácio.

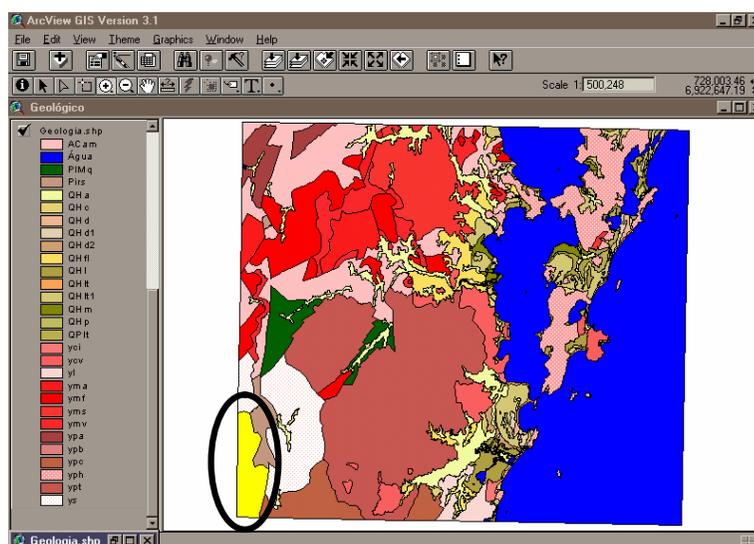


Figura 46 - Área de ocorrência do Granito São Bonifácio.

5.3.1.13 - Granitóide Paulo Lopes

O Granitóide Paulo Lopes aparece em cerca 1,30% da área em estudo, ou seja, em uma área de 31 km² aproximadamente. A figura 47 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do Granitóide Paulo Lopes.

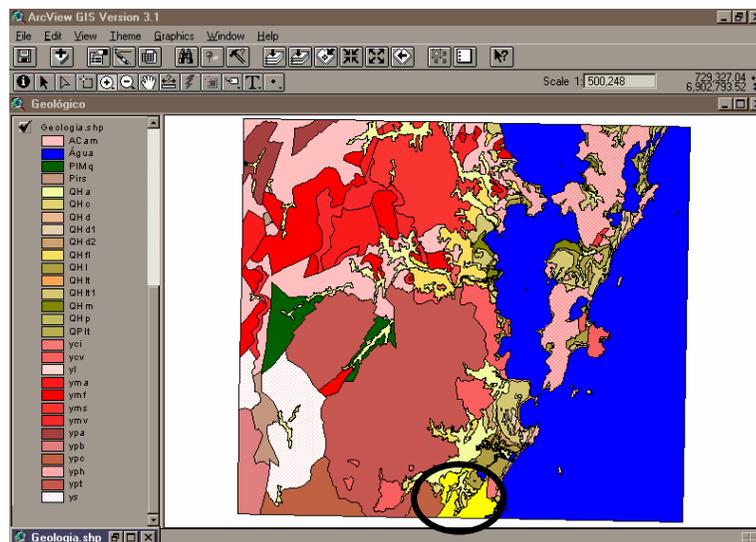


Figura 47 - Área de ocorrência do Granito Paulo Lopes

Zannini et al. apud Caruso Jr. (1993) sugerem que estas rochas granito-gnáissicas possam pertencer ao embasamento pré-brasiliano.



Figura 48 - Granito Ilha no contato com o Granitóide Paulo Lopes, praia do Ingleses (Santos, 1997).



Figura 49 - Granitóide Paulo Lopes: rochas granito-gnáissicas, Costão do Santinho (Santos, 1997).

5.3.1.14 - Granito Itacorubi

O Granito Itacorubi aparece em cerca 1,29% da área em estudo, ou seja, em uma área de 30,5 km² aproximadamente.

A figura 50 destaca em amarelo as áreas de ocorrência do Granito Itacorubi.

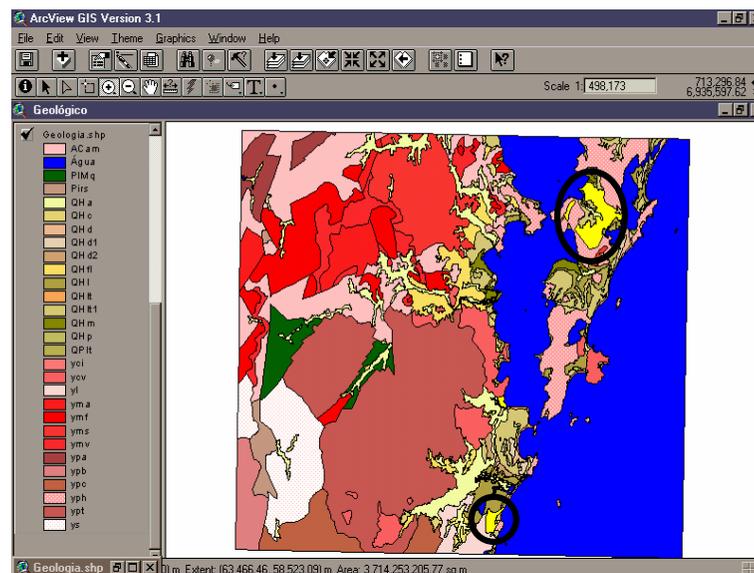


Figura 50 - Áreas de ocorrência do Granito Itacorubi

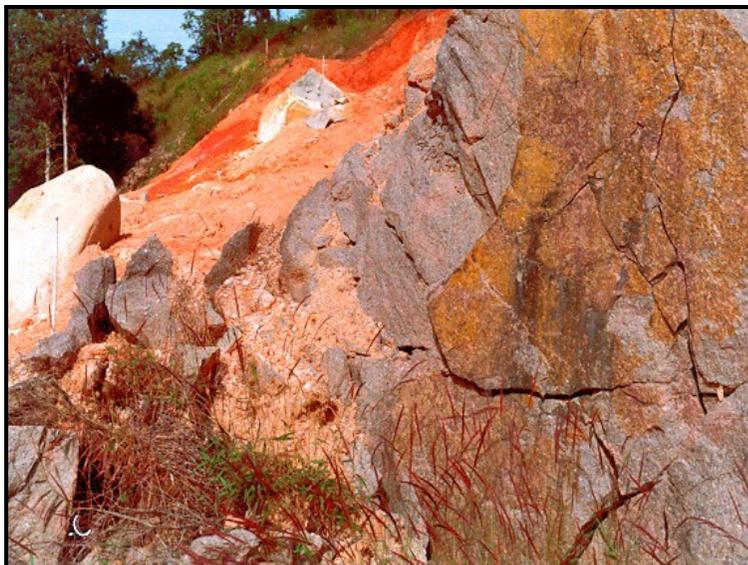


Figura 51 - Granito Itacorubi do Morro do Cacupé (Santos, 1997).

6 – ANÁLISE

6.1 – Mapa de Estimativa de Unidades Geotécnicas

Dentre os resultados alcançados com a realização deste trabalho, toma-se como mais importante a geração do mapa de estimativa de unidades geotécnicas.

Por que chamá-lo de mapa de estimativa de unidades geotécnicas?

A resposta é simples. Este mapa foi gerado em uma escala regional, 1:100.000, através do cruzamento dos mapas geológico e pedológico, os quais foram elaborados por equipes sem interação. Outro fator agravante é quanto ao mapa geológico, que se apresentava em meio analógico (papel deformável) e devido a isso, é preciso observar a transposição de erros no processo de digitalização.

Para concretizá-lo como um mapa de unidades geotécnicas seria necessário a realização de um trabalho, por meio de reambulação, de confrontação da realidade virtual com a terrestre.

6.2 – Acesso ao Material Cartográfico

A dificuldade de acessibilidade ao acervo administrado por órgãos públicos foi um fator presente no desenvolvimento do trabalho. Tal afirmação pode ter como explicação o fato de algum tempo atrás no Brasil, os trabalhos de confecção das cartas serem terceirizados. Toma-se como base para esta afirmação a tentativa de se obter a carta geológica em meio digital, ou pelo menos em formato de figura - extensão *.tiff; *.bmp; *.gif - porém, em nenhuma das sedes regionais do órgão competente nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro puderam informar quem havia realizado a confecção do mapa.

O segundo fato foi a dificuldade de encontrar as cartas altimétricas do litoral da região da grande Florianópolis. Ao se contatar com a sede do IBGE em Florianópolis, constatou-se que estas cartas estavam esgotadas e só disponíveis sob encomenda na sede do estado do RJ e, ainda, com elevado custo.

6.3 – Unidades geotécnicas

Na elaboração do mapa de estimativas de unidades geotécnicas surgiram algumas unidades “impróprias” que, possivelmente, são pertinentes ao erro de cruzamento dos mapas. Pode-se citar como exemplo as unidades: Areias Quartzosas com substrato granito (AQg), Glei substrato granito (Gg) ou ainda, Solos Litólicos com substrato sedimentos quaternários (Rsq), entre outras.

Tal fato pode estar relacionado com o problema que foi abordado anteriormente, que é a realização das cartas geológicas e pedológicas por equipes diferentes e sem interação.

Uma forma de amenizar o problema abordado seria a realização de mais trabalhos de campo para verificar estas unidades geradas e corrigi-las.

6.4 – Acessibilidade ao Banco de Dados

Um modelo de banco de dados foi criado e inserido no SIG com a finalidade de caracterizar pontualmente as unidades e, por conseguinte, a extrapolação destas características para outras áreas de ocorrência. Seu acesso mostrou-se muito fácil assim como sua atualização e exportação das informações, satisfazendo a finalidade de um banco de dados.

Presume-se que com a inserção constante de dados o banco de dados vai se atualizando e com isso a escala de precisão do mapa geotécnico aumente.

6.5 – Desenvolvimento dos Perfis de Solos

Verificou-se que as unidades geotécnicas encontradas na área de estudo, estão diretamente relacionadas ao tipo de relevo e ao tipo de substrato rochoso. Nesse contexto, a princípio, foi possível a delimitação de duas classes de macro-unidades geotécnicas frente tal afirmação, que são:

- A primeira classe geotécnica é referente ao relevo plano, onde é caracterizada por apresentar solos argilosos moles, Areias Quartzosas, Podzóis, entre outros providos de dois sistemas deposicionais: o sistema transicional e o sistema continental. O primeiro atua na faixa litorânea e compreende sedimentos de marés de praia e de mangue, além de depósitos eólicos, lagunares e fluvionares. O sistema continental ocorre ao longo das principais drenagens e são representados por sedimentos fluviais e leques aluviais.

- A segunda classe geotécnica é referente ao relevo ondulado, onde é caracterizada por apresentar solos providos das rochas ígneas (granitos, granitóides, riolitos, etc.). A

predominância pedológica nessa região constitui-se de solos Podzólicos associados com Cambissolos.

Os perfis de solos oriundos das rochas ígneas apresentam, na sua grande maioria, um horizonte C bem espesso, maior que dez metros e um horizonte B incipiente (fato observado nas saídas a campo). Alguns destes solos, por estarem localizados em uma mancha urbana, são largamente solicitados em obras de engenharia. Sua capacidade de suporte de carga, em geral, é satisfatória, pois apresenta Nspt (Standard Penetration Test) maior que sete. Contudo, muitos destes solos são susceptíveis a escorregamento e erosão. Esse fator é agravado pela presença de diques de diabásio que preenchem suas falhas. Tais fatores puderam ser constatados no último trimestre de 2003, na região urbana central da ilha de Florianópolis, onde dois escorregamentos causaram a morte de operários da construção civil.

Observou-se que a área em estudo compreende uma geologia bastante heterogênea e de difícil diferenciação em campo. Este fator dificultou sua previsão de comportamento. Devido a tal fato, procurou-se elaborar uma análise de comportamento através da confrontação da mineralogia com o processo de intemperização química da rocha.

Os solos de maneira geral, sob o ponto de vista do intemperismo químico, se desenvolvem de acordo com esquema a seguir:

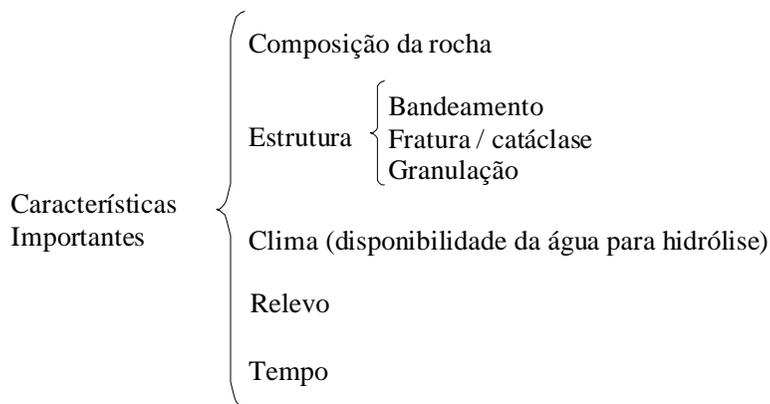


Figura 52 – Desenvolvimento do solo em relação ao intemperismo químico.

A respeito da mineralogia, as rochas com maior porcentagem de plagioclásios e minerais máficos (biotita, anfibólios e piroxênios) alteraram-se mais facilmente e produzem solos argilosos e espessos. Em suma as rochas menos ricas em quartzo como os tonalitos, diotitos e sienitos são menos resistentes ao intemperismo e, ainda, se forem afetadas por catáclase, este será mais acentuado.

Com todas estas informações aplicadas à área em estudo, pode-se esperar o seguinte comportamento das rochas, em escala crescente de alterabilidade:

- Riolito Cambirela: por possuir sua granulometria muito fina e com grande quantidade de minerais félsicos, fatores que dificultam a intemperização dos minerais, apresentando solos pouco desenvolvidos. Este fator foi observado *in locu*.

- Granito Ilha e Granito Serra do Tabuleiro: petrograficamente são denominados leucosienogranitos. Estes recebem o prefixo leuco por apresentarem menos de 5% de minerais ferromagnesianos em sua composição, o que os torna mais resistentes ao intemperismo. Estes granitos por apresentarem uma granulometria de média a grossa e ainda, por apresentarem elevada porcentagem de quartzo e feldspato em sua composição mineralógica, apresentam perfis de solos menos espessos. Estas unidades apresentam, *in locu*, um horizonte B, quando presente, incipiente e um horizonte C (saproliítico) na maioria das vezes pouco espesso. Vale dizer que devido ao Granito Ilha apresentar, em algumas regiões, alto índice de fraturamento seu horizonte C pode aparecer mais espesso que o granito Serra do tabuleiro.

- Granito São Bonifácio, Granito Itacorubi e Granito Capivari: Estas unidades geológicas têm em comum o fato de apresentarem grande quantidade de feldspato potássicos como mineral predominante. Percebe-se que, para estes perfis, com a menor presença de quartzo e o aumento de feldspato na composição mineralógica, fez com que o intemperismo fosse mais atuante do que nas unidades anteriores.

- Granito São Pedro de Alcântara e Granito Rio das Antas: Estas unidades têm como predominância petrográfica os monzogranitos e possuem ainda, como um dos minerais predominantes na sua composição química, a biotita. Tal fato pode ser a explicação para o grande desenvolvimento dos perfis de solos destas unidades geológicas. Estas, apresentam *in locu*, horizonte C com espessura maior que 10 metros e horizontes B não muito desenvolvidos.

7 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

7.1- Conclusões

Os objetivos almejados para o presente trabalho foram alcançados com sucesso. Seriam eles: a geração de um mapa de estimativas das unidades geotécnicas que permitisse avaliar as aptidões e restrições do solo em diferentes aplicações; a estruturação de um banco de dados geo-referenciados que tornasse o processo de consulta semi-iterativo; e uma pré-análise da região de uma forma global.

A região apresenta uma geologia heterogênea com solos cujos horizontes C são bastante profundos, contudo, os horizontes B apresentam-se incipientes. As unidades pedológicas distribuem-se de acordo com o relevo. Nas áreas cujo relevo está entre o escarpado a fortemente ondulado aparecem as rochas expostas ou cobertas por uma fina camada de solo. Onde o relevo varia de ondulado a fortemente ondulado encontram-se os solos do tipo Cambissolo e Podzólico – unidades mais representativas da região. Por último, em áreas de relevo plano, aparecem os solos do tipo Glei (às vezes associado com Cambissolo), Mangues, Areias Quartzosas, entre outros. Não foram encontrados solos maduros (latossolos) o que pode estar relacionado com a geologia, pois ao contrário do norte do Rio Grande do Sul e oeste de Santa Catarina não existem derrames basálticos nem substratos de arenito na região.

Verificou-se que a mineralogia está intimamente relacionada com a resistência ao intemperismo. Os perfis de solos originados de rochas cujo teor de plagioclásios e máficos é maior se desenvolvem mais rapidamente. Este processo pode ser mais acentuado se as rochas de origem estiverem muito fraturadas.

7.2- Sugestões

Continuar o desenvolvimento do trabalho, seja adicionando novas informações, seja corrigindo possíveis imperfeições;

Após uma boa quantidade de informações de resultados geotécnicos armazenadas no banco de dados e em conjunto com as curvas de níveis, realizar através de um software de modelagem de dados, o modelo digital do terreno e do subsolo da região como se pode ver na figura 51.

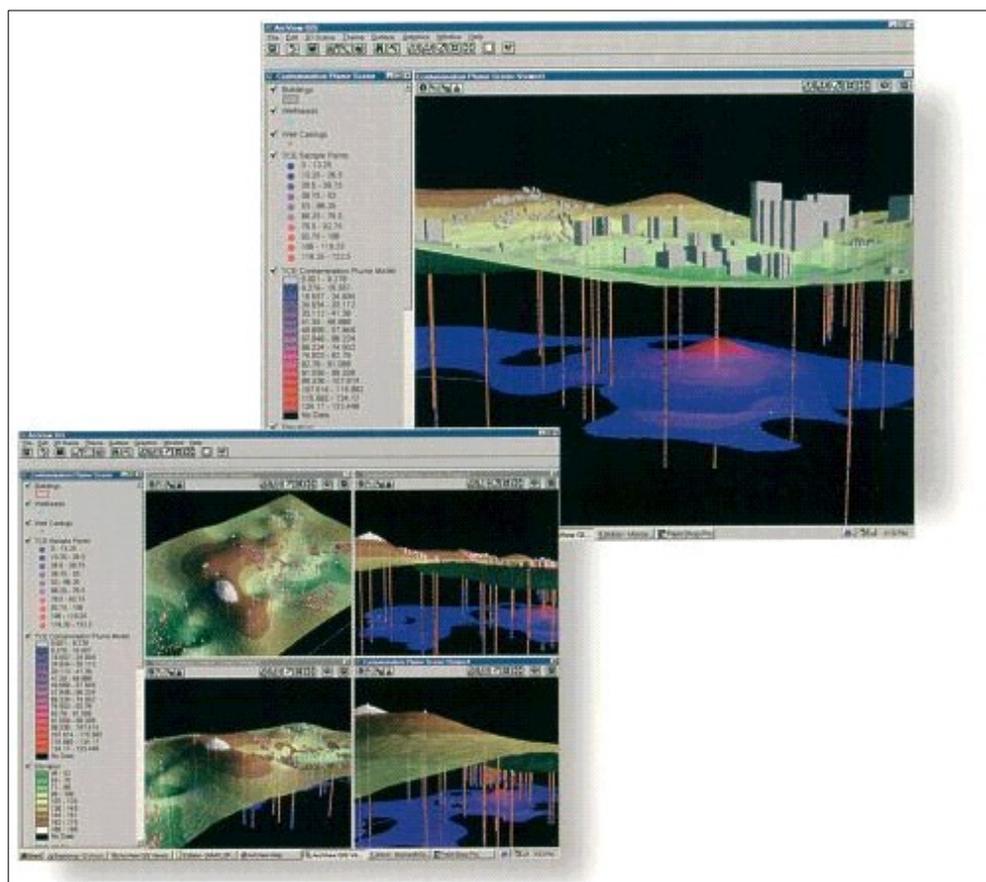


Figura 53 – Modelo Digital do Terreno e do Subsolo

Cadastrar e acrescentar ao banco de dados geotécnicos, resultados de outros ensaios, como o CBR, CPT, granulometria, triaxial, etc.

Elaborar, através de geoestatística e dos laudos SPTs, carta de capacidade de suporte.

Utilizar imagens de satélite para delimitar com maior precisão as unidades geotécnicas.

Adicionar novas fotos de todos os tipos de solos encontrados na região para enriquecer o banco de dados.

Estudar mais detalhadamente as unidades geotécnicas geradas.

Utilizar imagens de satélite para confrontação com as unidades geotécnicas geradas.

REFERÊNCIAS

<http://www.cprm.gov.br/geo/braziltg.html> -mapa geológico do Brasil em inglês – visitado em 12/02/2004

<http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/dados.htm> - clima e temperatura do Brasil – visitado em 12/02/2004

<http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/sul.htm> - temperatura do sul – visitado em 12/02/2004

ABITANTE, E. (1997) – **Proposta Metodológica de Mapeamento Geotécnico com o Uso de Pedologia em Solos Tropicais Visando Obras Rodoviárias** - Dissertação Mestrado. Departamento de Pós-graduação em Engenharia Civil. Área de Concentração: Infra-estrutura e Gerencia Viária – UFSC. Florianópolis – SC.

AYETHEY, J. K., FREMPONG, E. M. (1996) – **Engineering soils mapping in the topical terrain: the Ghana experience**. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, nº 54. Outubro 1996.

ARCVIEW – User’s Guide. 1996.

BORROUGH, P. A. **principles of geographical Information Systems for Land Resource Assessment**. Clarendon Press – Oxford. 1989.

BURITY, Edilce Figueiredo; SILVA BRITO, Jorge Luís Nunes; PHILIPS, Jürgen. **Qualidade de Dados para o Mapeamento**.

CALIJURI, M. L.; CALIJURI, M. C.; RIOS, L.; Tundisi, J. G. **The Use of Geographical Information System as Toll for an Holistic View of Watershed and Reservoir Compartmentalization**. Ninth annual Symposium on Geographic Information System, Vancouver. Vol. II, 697-703 – p. 1995.

CAMARGO, M.N.; KLANT, E.; KAUFFMAN, J.H.(1987) - Classificação de solos usada em levantamento pedológico no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.1, p.11-33, 1987.

CARUSO JUNIOR, F. **Mapa geológico da Ilha de Santa Catarina**. Porto Alegre: Centro de Geologia Costeira e Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. (Notas Técnicas, 6).

CASAGRANDE, A. (1947) - **Classification and identification of soils**. Proceeding of the american society of civil engineers, v. 73, nº6, p.783-810, junho 1947.

CINTRA, J.P. 1994. **Automação de projetos: Uma Ferramenta Útil ou um Brinquedo caro?** São Paulo: Epusp. (apostila de curso).

COELHO, D. A. 2003. **Erodibilidade dos Solos e seu Estudo na Bacia do Rio Cubatão do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso no Curso de Engenharia Civil. Florianópolis – UFSC.

COITINHO, J.B.L.; FERNANDES, E.; ISSLER, R. S. **Contribuição à geologia da Folha S6 22-2-D**: relatório da operação 8017/81. Florianópolis: Projeto RADAMBRASIL, 1981. 35 p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 430-6).

COSTA, J. Botelho da (1999) - **Caracterização e Constituição do solo**, 5ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian/ DINALIVRO, Lisboa, 1999.

CPRM.1997. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. *Florianópolis. (Folha SG.22-Z-D-V) e Lagoa (Folha SG.22-Z-D-VI). Estado de Santa Catarina/Organizado por Luiz Fernando Pardi Zanini, Pércio de Moraes Branco, Eduardo Camozzalo e Gilberto Emílio Ramgrab – Escala 1:100.000*. Brasília.

DAVIS, C.; CÂMARA, G. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. IN: - Câmara, G.; Monteiro, A. M.; Fuks, S.; Camargo, E.; Felgueiras, C. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. São José dos Campos, INPE, 2001.

DAVISON DIAS, R. **Aplicação de pedologia e geotecnia no projeto de fundações de linhas de transmissão**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1987. 309p. Tese (Doutorado em Engenharia) - COPPE/UFRJ.

DAVISON DIAS, R. **Metodologia de estudo do comportamento geotécnico dos solos no Rio Grande do Sul, visando cartografia**. In: COLÓQUIO DE SOLOS TROPICAIS E SUBTROPICAIS E SUAS APLICAÇÕES EM ENGENHARIA CIVIL, 2., 1989, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1989. p. 228-247.

DAVISON DIAS, R. 1995. **Proposta de Metodologia de Definição de Carta Geotécnica Básica em Regiões Tropicais e Subtropicais**. Revista do Instituto Geológico, Volume Especial, São Paulo – SP, pg. 51 a 55.

DAVISON DIAS, R. **Influência da Estrutura pedológica na Colapsividade dos Latossolos**. 2º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados. Recife, abril 1994.

DAVISON DIAS, R. **Proposta de uma Metodologia de Estudos Geotécnicos para Implantação de Rodovias, Estradas rurais e vicinais em solos Brasileiros**. In: Reunião Anual de Pavimentação. Anais. Florianópolis, 2001.

DAVISON DIAS, R.; MILITITSKY, J. **Metodologia de classificação de perfis e unidades geotécnicas desenvolvida na UFRGS**. Revista Solos e Rochas, v. 17, 1994.

DNPM / CRM. 1989. **Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina: Cadastros dos Recursos Minerais de Santa Catarina**. Nota Explicativa Geologia das Ocorrências Minerais. Número 3. Florianópolis.

DUARTE, Paulo Araújo, (2002) - **Fundamentos de Cartografia** / Paulo Araújo Duarte. 2.ed. – Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2002.

FATOR GIS. (2001). “**Qual a melhor definição de SIG**”. Curitiba: Sagres. Ano 2, nº 11, out/nov/dez. 20p.

GANDOLFI, N.; AGUIAR, R.L. (1994) – **Considerações sobre mapeamento Geotécnico em área Urbana Brasileira**. In: 38º CONGRESSO BRASILEIRA DE GEOLOGIA, Anais..., Balneário Camburiu, Sociedade Brasileira de Geologia, p.500-501.

GAPLAN, 1986. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro. 173p. tab. Graf. Col.

GREHS, S. A. (1970) O papel do geológico no planejamento. **Boletim do Instituto de Pesquisas Rodoviárias**, Rio de Janeiro, nº 446, p. 1-15, 1970.

HIGASHI, R. A. R. **Utilização de um SIG no Desenvolvimento de um Banco de Dados Geotécnicos do Norte do Estado do Rio Grande do Sul**. Florianópolis, 2002. 203p. Dissertação Mestrado – UFSC.

LEAL, E. V. 1998. **Análise da Qualidade Posicional em Bases Cartográficas Geradas em CAD**, Dissertação Mestrado. Departamento de Geomática – UFPR. Curitiba – PR.

LOCH, R. E. N.(1994) - **Algumas Considerações sobre a Base Cartográfica**. In: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC. Anais. Florianópolis, SC, 7-10 Agosto 1994. Tomo I p15-21.

NOGAMI, J.S.; VILLIBOR, D.F., (1980) – **Caracterização e Classificação Geral de Solos para Pavimentação** - 15º REPAV, ABPvDER/MG, Belo Horizonte – MG.

OLIVEIRA, CÊURiO de. 1988. **Curso de Cartografia Moderna**. IBGE, Rio de Janeiro, RJ, 152p.

ORLANDINI, Ricardo (1991). **Estimativa das unidades geotécnicas dos municípios de Novo Hamburgo e Campo bom-RS e caracterização geomecânica de perfis típicos de solos de arenito**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da UFRG). Porto Alegre, 1991, 117p.

PAULINO, L. A. e CARNEIRO, A. T. F.: **Base de Dados Gráficos para Sistema de Informações Geográficas (SIG's)**. In: 3º congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário para países do MERCOSUL. **Anais e m CDRoom.**, Florianópolis, SC, Outubro de 1998.

POMATTI, Kátia Elisa. **Estabilidade do Solo de São Pedro de Alcântara – SC com Cal Visando o seu Emprego na Pavimentação**. Florianópolis 2000. Dissertação Mestrado, PPGECC – UFSC.

PRADO, H. **Manejo dos solos – aspectos pedológicos e suas implicações**. São Paulo: Nobel, 1991. 116p.

PRADO, Hélio do. In: POTAFOS - **ARQUIVO DO AGRÔNOMO Nº 1 – DEZEMBRO/95** (2ª edição – ampliada e totalmente modificada), DEZEMBRO/95

SANTOS, G. T. **Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia**. Porto Alegre, 1997. Tese de Doutorado – UFRGS.

SANTOS, P.S. **Tecnologia das Argilas**. Edgard Buucher Edit. e Edit. Universidade São Paulo. Vol. I e II, 1975.

SCHIFINO VALENTE, Antônio Luís (1999) – **Banco de Dados por Meio de Geoprocessamento, para a Elaboração de Mapas Geotécnicos, Análise do Meio Físico e Suas Interações com a Mancha Urbana de Porto Alegre**. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em engenharia de minas, metalúrgica e de materiais - PPGEM. Área de concentração: Metal Extrativa / Geotecnia – UFRS. Porto Alegre.

SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMAZI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. (1974) - **Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná**. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28. Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre: SBG.v.1.p.41-65.

SHEIBE, L. F. & TEIXEIRA, V. H. 1970. **Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina**. Escala 1:100.000. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, n. p.

SILVA, J. X. da (1992). “**Geoprocessamento e análise ambiental**”. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro: IBGE, vol.54, nº3. p.47-67.

TEIXEIRA, A. L. A., MORETI, E., CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informações Geográficas**. Rio claro, 1992.

TRAININI, D. R., DIAS, A. A.; KREBS, A. S. J.; SOUZA, E. C.; CAPELETTI, I.; TONIOLO, J. A.; SILVA, L. C. da SILVA, M. A. S. da. 1978. **Projeto Vidal Ramos-Biguaçu**: Relatório Final. Porto Alegre: DNPM/CPRM. 5v. (inédito).

UNESCO – IAEG. **Engineering Geolical Maps. A guide to Their Preparation**. Paris: The unesc press, 79p.

VARNES, D. J. 1973. **The Logic of Engineering Geolical and Related Maps. A discussion of the definition and Classification of Maps Units, With Special References to Poblems Presented by Maps intended for Use in Civil Engineering** – Professional Paper U.S. Geolical Survey.

VIEIRA, Sálvio José (1999). **Seleção de áreas para o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de Florianópolis/SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFSC). Florianópolis, 1999, 112p.

ZUQUETTE, L. V.(1987) - **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras**. São Carlos/SP, 1987. 3v. (Doutorado – EESC/USP).

APENDICE