

GRACINETE BASTOS

**ESTRUTURAÇÃO DE BANCO DE DADOS A PARTIR DO MAPEAMENTO
GEOTÉCNICO APLICADO À REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO (SP)**

Tese apresentada na Escola de Engenharia
de São Carlos, Universidade de São Paulo,
como um dos requisitos para a obtenção do
título de Doutor em Engenharia - Área
Geotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valentin
Zuquette

São Carlos
2005

FOLHA DE APROVAÇÃO

Gracinete Bastos
Estruturação de Banco de Dados a partir do Mapeamento Geotécnico
Aplicado à Região de Ribeirão Preto (SP)

Tese apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos para
obtenção do título de Doutor.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

*“quando penso que uma palavra pode mudar tudo,
não fico mudo, mudo.
quando penso que um passo descobre o mundo,
não paro o passo, passo.
e assim que passo e mudo
um novo mundo nasce
na palavra que penso.”*

*Dedico este trabalho a meus pais
Tiago Amorim de Souza (in memoriam) e
Maria Bastos de Souza, que sempre me
apoiaram como puderam.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo e pela graça de viver.

A todas as pessoas que direta e indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho, meu muito obrigada!!!!

À CAPES e ao CNPq, agências de fomento da pesquisa.

À Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Geotecnia, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

À Universidade Estadual de Feira de Santana, pelo apoio logístico, mediante a liberação das atividades acadêmicas, para a realização do curso.

Ao Professor Doutor Lázaro Valentim Zuquette, pela orientação e pelos conhecimentos transmitidos em favor da pesquisa.

Aos professores da Pós-Graduação em Geotecnia da EESC-USP, pelos conhecimentos transmitidos, em especial, ao Professor Doutor José Eduardo Rodrigues, pela amizade e o carinho.

Aos Professores Doutores, Manoel Henrique Alba Sória, José Ricardo Sturaro, Ricardo Ernesto Schaal e Caetano Traina, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Professor Doutor Nilson Gandolfi, pelos conhecimentos transmitidos, pelo carinho e a atenção.

Ao Professor Doutor Antenor Braga Paraguassu, pelo carinho, a amizade, o companheirismo, o apoio e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários e amigos do Departamento de Geotecnia da EESC (em especial, Álvaro, Herivelto, Maristela, Neiva e Oscar).

Aos Professores Doutores da Universidade Estadual de Feira de Santana, Liana Maria Barbosa e José Carlos Barreto pela amizade, o apoio e o carinho.

Aos amigos e colegas do Departamento de Geotecnia da EESC pela amizade e o apoio (no decorrer deste trabalho), em especial: Jocy Miranda (um amigo e uma grande pessoa humana); Leonardo, por sua amizade, apoio e por emprestar seus ouvidos; ao pessoal do mapeamento, em especial, Sandrinha e Nívea, grandes amigas; Hoden por sua ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Às amigas e companheiras de apartamento (Túlia, Ezilma, Sarah, Isabel, Cristina e Ana Furlan) pela amizade, apoio, compreensão, durante o período em que vivemos juntas.

Aos meus irmãos, pelo apoio de sempre.

A minha prima e irmã, Rita da Cruz Amorim, pela amizade, companheirismo, compreensão e toda ajuda.

A todos os músicos brasileiros e estrangeiros, que embalaram manhãs, tardes, noites e madrugadas de estudos.

Mesmo quando tudo pede
Um pouco mais de calma
Até quando o corpo pede
Um pouco mais de alma
A vida não pára
Enquanto o tempo acelera
E pede pressa
Eu me recuso, faço hora
Vou na valsa
A vida é tão rara
Enquanto todo mundo espera a cura do mal
E a loucura finge que isso tudo é normal
Eu finjo ter paciência
O mundo vai girando cada vez mais veloz
Agente espera do mundo, e o mundo espera de nós
Um pouco mais de paciência
Será que é tempo que lhe falta pra perceber?
Será que temos esse tempo pra perder?
E quem quer saber
A vida é tão rara, tão rara
Mesmo quando tudo pede um pouco mais de calma
Mesmo quando o corpo pede um pouco mais de alma
Eu sei
A vida não pára

(Lenine e Duda Falcão)

Resumo

Bastos, G (2005). Estruturação de Bancos de Dados a partir do Mapeamento Geotécnico Aplicado à Região de Ribeirão Preto (SP). Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

O objetivo do presente estudo foi demonstrar que as informações produzidas pelos trabalhos científicos, quando organizadas e colocadas em formato eletrônico (digital), facilitam a utilização por pessoas a quem venham interessar. Foi desenvolvido um projeto em mapeamento geotécnico, utilizando-se um sistema de informação geográfica e um projeto dentro do ambiente de uma linguagem de programação (elaboração de um aplicativo). Observou-se que esses instrumentos proporcionam facilidade e rapidez na manipulação, na busca, no armazenamento, na visualização, na consulta e na análise da informação. A Pesquisa teve lugar na região de Ribeirão Preto (SP) e, utilizando-se o desenvolvimento do projeto de mapeamento geotécnico na escala 1:50.000 (escala regional), foi feita a análise das formas de organização das informações no formato eletrônico considerando o sistema de informação geográfica e usando um aplicativo externo ao SIG. Puderam-se verificar vantagens e desvantagens do uso desses instrumentos, em relação ao formato não-eletrônico (e forma de papel). Além do SIG

(SPRING4.0, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE) e o aplicativo desenvolvido na linguagem de programação Visual Basic (comercializada pela Microsoft), recorreu-se a um visualizador de informações georeferenciadas (TERRAVIEW, desenvolvido pelo INPE) e um programa (um applet SPRINGWEB, desenvolvido pelo INPE) que ajuda a disponibilizar as informações na Internet. Ficou comprovado que a informação armazenada eletronicamente é mais fácil de ser manipulada, organizada e consultada.

Palavras-chave: mapeamento geotécnico, sistema de informação geográfica, banco de dados, Ribeirão Preto, São Paulo, linguagem de programação.

Abstract

Bastos, G. Structuration of Database from Geological Engineering Mapping Applied to Ribeirão Preto Area (SP). São Carlos, 2005, 305p.. Thesis (PhD). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

This research had proposed to show that the information produced by scientific jobs, when this information is organized and electronically, this facilitated the use for other interested people. Therefore, a geological engineering mapping design was developed using a geographical information system (GIS) and another project about the elaboration a computer program. It was observed that these tools proposed easier and faster manipulation, search, storage, display, reference and the analysis of geo-referential information. The research was realized in Ribeirão Preto and region in the state of São Paulo, using the development of the geological engineering mapping design on a scale of 1:50,000 (regional scale). Analyse of the ways of organizing of the information electronically: in GIS and using a computer program apart from the GIS. You can verify the advantages and disadvantages when using these tools on paper as well. In addition to using GIS (SPRING, it was developed by Instituto de Pesquisas Espaciais -INPE) and the computer program,

in this research which was developed in Visual Basic (it was sold by Microsoft), a displayer for geo-referential information (TERRAVIEW, it was developed by INPE) and a software were also used, which offers the visualization of the information in the internet (SPRINGWEB is an applet which was developed by INPE). And it proved that the electronically stored information is easier to be manipulated, visualized, organized, and consulted.

Keywords: geological engineering mapping, geographical information system, database, Ribeirão Preto, São Paulo, language program.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
1.1 Objetivos	25
2. GEOTECNIA E CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA	27
2.1 Geotecnia: Histórico, Conceitos e Definições	27
2.1.1 Um Pouco da História da Geotecnia	29
2.2 Cartografia Geotécnica	33
2.2.1 Uma Breve Evolução Histórica do Mapeamento Geotécnico	36
2.2.2 Algumas Metodologias Existentes	38
2.2.2.1 Metodologia IAEG	38
2.2.2.2 Sistema PUCE de Avaliação do Terreno	40
2.2.2.3 Metodologia Francesa	42
2.2.3 Metodologias Utilizadas no Brasil	43
2.2.3.1 Metodologia do IPT	44
2.2.3.2 Metodologia da EESC-USP	44
2.3 Automação da Cartografia Geotécnica	45
3. CONCEITOS BÁSICOS EM BANCOS DE DADOS	47
3.1 Modelo Entidade e Relacionamento - MER (modelo conceitual)	49
3.2 Modelo Relacional	51
3.2.1 Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados	52
3.2.2 Terminologias Usadas no Modelo Relacional	54
3.2.3 Características do Modelo Relacional	56
3.2.4 SQL	57
3.2.4.1 Comandos Básicos da SQL	57
3.2.4.2 Principais Operadores da SQL	59

3.3	Conceitos Iniciais em Banco de Dados Geográficos	59
3.3.1	Termos Usados em Banco de Dados Geográficos	60
3.3.2	Características de um Banco de Dados Geográficos	61
3.3.3	Modelagem Conceitual para Banco de Dados Geográficos	63
3.4	Aplicação de Bancos de Dados	67
4.	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	68
4.1	Definição de SIG	69
4.2	Características Gerais de um SIG	72
4.2.1	Estrutura Interna de um SIG	73
4.2.2	Manipulação da Informação no SIG	76
4.3	Utilização de SIG	79
4.3.1	Uso de SIG em Mapeamento Geotécnico	81
5.	BANCOS DE DADOS EM CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA	84
5.1	Desenvolvimento dos Bancos de Dados em Cartografia Geotécnica no Brasil	100
6.	PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS APLICADO AO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO	116
6.1	Pressupostos para o Desenvolvimento do Banco de dados	117
6.2	Base para Elaboração de um Banco de Dados	119
6.2.1	Modelo dos Dados	122
6.2.2	Modelagem do Banco de Dados no SIG	126
6.2.3	Modelagem do Banco de Dados no Aplicativo	127
6.3.	Recursos Utilizados	129
6.4.	Seqüência da Informação	131
6.5	Etapas da Elaboração da Base de Dados	137

7. CONSULTAS À BASE DE DADOS DOS ASPECTOS GERAIS DO MEIO FÍSICO DO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO	139
7.1 O SIG SPRING	140
7.2 Noções Básicas sobre a Linguagem de Programação Visual Basic (VB)	143
7.2.1 Alguns Símbolos Especiais Usados na Visual Basic	144
7.2.2 Principais Operadores	144
7.2.3 Declaração de Variáveis	145
7.2.4 Principais Estruturas de Controle do Visual Basic	146
7.2.5 Principais Ferramentas (<i>controls</i>) Usadas no Visual Basic	149
7.2.6 Procedimentos	153
7.2.7 Formulários	154
7.3 Aspectos Gerais do Meio Físico da Região de Ribeirão Preto	156
7.3.1 Localização	156
7.3.2 Meio Físico da Região em Estudo	156
7.4 Consulta as Informações Armazenadas no SIG - Projeto no SIG	159
7.5 Consulta aos Dados Reunidos no Visual Basic e Funcionamento do Aplicativo	167
7.5.1 Considerações Gerais	167
7.5.2 Consulta à Drenagem	172
7.5.3 Consulta à Geologia	175
7.5.4 Consulta à Topografia	178
7.5.5 Acessando as Informações da Declividade e Landforms	180
7.5.6 Acessando as Informações do Material Inconsolidado e da Profundidade do Substrato Rochoso	182

7.5.7 Acessando as Informações da Documentação (pontos de observação, ensaios e amostragens), das Áreas-Chave e do Escoamento Superficial	184
7.5.8 Acessando as Informações sobre as Sondagens	187
7.5.9 Consultas Especiais	190
7.6 Outras Tecnologias de Visualização e Manipulação dos Dados Geoespaciais	195
7.6.1 TERRAVIEW	196
7.6.2 SPRINGWEB	199
8 ANÁLISE E DISCUSSÃO SOBRE OS ARMAZENAMENTOS E AS CONSULTAS	202
9 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	218
9.1 Conclusões	218
9.1.1 Comentários sobre os Bancos de Dados Apresentados	218
9.1.2 Conclusões Gerais	219
9.2 Sugestões	221
10 REFERÊNCIAS	223
APÊNDICE A - ARQUIVOS DE DADOS USADOS NO SPRING	241
APÊNDICE B - LISTAGEM DOS CÓDIGOS USADOS NO APLICATIVO	255
APÊNDICE C - PÁGINAS DOS DADOS NA INTERNET - CD-Room	303

LISTAS DE FIGURAS

Figura 3.1: Modelo Hierárquico	48
Figura 3.2: Modelo de Redes	48
Figura 3.3: Abstração da Informação a Ser Armazenada em Banco de Dados	50
Figura 3.4: Exemplo de uma Modelagem Conceitual Usando MER	51
Figura 3.5: Relação Granulometria	56
Figura 3.6: Processo de Modelagem Conceitual	64
Figura 3.7: Notação Gráfica do Diagrama de Classes	66
Figura 3.8: Diagrama de Classes do GeoFrame	66
Figura 4.1: Terminologias Associadas com SIG	71
Figura 4.2: Relação entre SIG e Outras Áreas Correlatas	72
Figura 4.3: Estrutura Interna Básica de um SIG	76
Figura 5.1: Exemplo de um dos Produtos Gerados, Baseado em um Banco de Dados sobre os Escorregamentos na Europa	91
Figura 5.2: Dois Mapas Hipotéticos, NF013 e NF021, Juntam-se para Compor um Terceiro Mapa, os Polígonos do Terceiro mapa Possui os Identificadores	93
Figura 5.3: Estrutura Completa do Sistema Suporte a Decisão (SSD)....	96
Figura 5.4: Fluxo do Processo de Elaboração do Mapa de Combinação - pontos e fotos	99
Figura 5.5: Princípio de Funcionamento da GeoCovilhã XXI	99
Figura 5.6: Fluxograma do Sistema CADTAL 1.0	102
Figura 5.7. Estrutura Funcional do GeoGIS para Windows	105
Figura 5.8: Fases do Desenvolvimento do Banco de Dados Geoambientais do Estado de São Paulo	106

Figura 5.9: Etapas para Integração dos Dados por meio de SIG	107
Figura 5.10: Consulta ao Banco de Dados de Estruturas Geológicas com Visualização do Arquivo Fotográfico	109
Figura 5.11: Fluxograma de Desenvolvimento do SIIGAL - Fase II	111
Figura 5.12: Fluxograma Esquemático da Montagem do SIG	112
Figura 5.13: Fluxograma da Seqüência de Atividades Desenvolvidas no Trabalho de Pesquisa	113
Figura 6.1: Idéia Genérica das Informações a Serem Armazenadas	119
Figura 6.2: Modelo Conceitual do SIG Adaptado para o Banco de Dados Ribeirão	127
Figura 6.3: Modelagem do Aplicativo	128
Figura 6.4: Fluxo Básico das Informações Armazenadas	136
Figura 6.5: Fluxograma Geral para Elaboração de Banco de Dados em Cartografia Geotécnica	138
Figura 7.1: Modelo Conceitual do SPRING	142
Figura 7.2: Ferramentas do VB	150
Figura 7.3: Ferramentas do VB	152
Figura 7.4: Ferramentas da MapObject	152
Figura 7.5: Caixa de Propriedades de um Formulário	155
Figura 7.6: Formulário em Branco do VB	155
Figura 7.7: Localização da Área	157
Figura 7.8: Ativando o Projeto e o Banco de Dados no SPRING	159
Figura 7.9: Ativando um PI no SPRING	160
Figura 7.10: Visualização da Distribuição Espacial das Classes de um PI, Exemplo Geologia (geol)	161

Figura 7.11: Visualização da Seleção de uma Determinada Classe do PI, Exemplo Profundidade do Substrato Rochoso (psr)	162
Figura 7.12: Consulta por Tabela, PI tipo rede, Exemplo, as Linhas de Drenagem (drena)	164
Figura 7.13: Consulta na Categoria Cadastral por Tabela, Exemplo Áreas-Chave (acha)	166
Figura 7.14: Imagens Resultantes do MNT da Região em Estudo	167
Figura 7.15: Janela de Abertura do Aplicativo	169
Figura 7.16: Caixa de Propriedades, Exemplo, CommandButton.....	169
Figura 7.17: Acessando o Formulário da Drenagem	173
Figura 7.18: Acessando a Imagem da Topografia Invertida com a Drenagem	174
Figura 7.19: Acessando a Interação da Drenagem como Outros Aspectos	175
Figura 7.20: Acessando o Formulário da Geologia	176
Figura 7.21: Acessando a Interação entre a Geologia, Material Inconsolidado e Profundidade do Substrato Rochoso	177
Figura 7.22: Acessando a Interação entre "GEO X MI X PSR", em área	178
Figura 7.23: Acessando a Topografia (curvas de níveis e imagem em sombras)	179
Figura 7.24: Acessando a Interação da Topografia com os outros Aspectos	180
Figura 7.25: Acessando a Declividade	181
Figura 7.26: Acessando os <i>LandForms</i>	182

Figura 7.27: Acessando as Informações do Material Inconsolidado	183
Figura 7.28: Acessando as Informações da Profundidade do Substrato Rochoso	184
Figura 7.29: Visualizando os Pontos de Amostragem, de Observação e de Ensaaios	185
Figura 7.30: Visualizando as Áreas-Chave	186
Figura 7.31: Visualizando as Informações sobre o Escoamento Superficial	188
Figura 7.32: Acessando os Dados de Sondagem	188
Figura 7.33: Visualizando os Pontos de Sondagens com outros Aspectos, por exemplo, Geologia	189
Figura 7.34: Visualizando as Consultas com os Dados de Sondagens ...	190
Figura 7.35: Acessando a Consulta "Todos"	191
Figura 7.36: Abrindo um Arquivo <i>shapefile</i>	192
Figura 7.37: Abrindo a Janela sobre Informação do <i>shapefile</i>	192
Figura 7.38: Salvando em JPG um <i>layer</i>	193
Figura 7.39: Imprimindo um <i>layer</i>	194
Figura 7.40: Acessando o Formulário Busca	195
Figura 7.41: Exportando dados do SPRING	197
Figura 7.42: Conectando um Banco de Dados	198
Figura 7.43: Visualizando os Dados no TERRAVIEW, PI PSR	199
Figura 7.44: Visualizando Dados com o SPRINGWEB, exemplo o PI de Escoamento Superficial	201
Figura 8.1: Janela Inicial do Aplicativo	208
Figura 8.2: Formulário da Geologia	209

Figura 8.3: Consulta à Profundidade do Substrato Rochoso	210
Figura 8.4: Consulta aos Materiais Inconsolidados	210
Figura 8.5: Formulário da Sondagem	211
Figura 8.6: Formulário dos <i>Landforms</i>	212
Figura 8.7: Formulário da Declividade	212
Figura 8.8: Formulário da Topografia (curvas de níveis com a imagem em níveis de cinza)	214
Figura 8.9: Ativando um PI, a Geologia	215
Figura 8.10: Plano de Informação do Material Inconsolidado (MI)	215
Figura 8.11: PI da Profundidade do Substrato Rochosos (PSR)	216
Figura 8.12: Plano de Informação dos <i>landforms</i> , PI "land"	216
Figura 8.13: Plano de Informação (PI) da Declividade (dec).....	217
Figura 8.14: Plano de Informação da Documentatação, PI "doc"	217
LISTAS DE TABELAS E QUADROS	
Tabela 3.1: SGBD Comerciais	54
Tabela 3.2: Tipos Básicos de Objetos Espaciais	61
Tabela 4.1: Definições de SIG	70
Tabela 5.1: Resumo das Aplicações em Banco de Dados em MG citadas, Final da Década de 1980 e 2000	115
Tabela 6.1: Grupo de Atributos para Estudos com Finalidade de Planejamento Regional ou Urbano e Aproveitamento de Recursos Ambientais	121
Quadro 5.1: Exemplos de Dicionários	89
Quadro 7.1: Exemplo de Código do VB	149
Quadro 8.1: Bases de Dados: Algumas Vantagens e Desvantagens	205

1 INTRODUÇÃO

Sessenta anos decorridos, aproximadamente, após a invenção dos primeiros computadores, a presença da informática faz-se, a cada dia, mais marcante nas tarefas de pesquisa, educação, trabalho, estudo, domésticas e em tantas outras realizadas pelo Homem. A relação entre o Homem e a informática está se consolidando progressivamente e é irreversível, apesar dos questionamentos a respeito do uso dessa ferramenta.

A informática apenas reproduz o raciocínio humano, assim, é responsabilidade dos usuários o julgamento dos resultados das operações efetuadas por computadores. Importa estar ciente de que, ao usar um programa, a resposta obtida deverá ser analisada sob a luz da capacidade do usuário, logo, precisa-se de habilidade para verificar os resultados (*output*) fornecidos pela máquina.

Na Geotecnia, o emprego da informática se consubstancia em diversas atividades, para exemplificar, pode-se destacar o emprego de programas, como: planilhas eletrônicas, para cálculos provenientes de dados de ensaios (seja de campo ou de laboratório); programas de modelagem numérica, para simulação de determinados fenômenos e aspectos geotécnicos (adensamento, cisalhamento, compressão, deformação, enfim, o comportamento do solo ou da rocha, frente às solicitações); programas estatísticos para análise das informações; sistemas de informações geográficas (SIG) para auxiliar na elaboração de cartas geotécnicas, entre outros fins.

Para Vargas (1996) o sucesso da computação, na Engenharia Geotécnica, deve-se, sobretudo à formulação matemática dos fenômenos naturais.

Galileu confirma essa teoria quando anuncia que o livro da natureza era escrito em caracteres matemáticos; passa pelos físicos e matemáticos dos séculos XII e XIII, quando desenvolveram as primeiras leis da física (tais como: Euler, Bernoulli, Newton, etc.); no século XIX, os cientistas que estudavam e pesquisavam especificamente as propriedades dos materiais (tais como: Hooke, Lagrange, Laplace, etc.) e no século XX, os estudiosos de mecânica dos solos (como Terzaghi, Casagrande, e outros).

Com o avanço da tecnologia, a resolução dos problemas ficou mais rápida e fácil, por esta razão as formulações matemáticas tornaram-se mais sofisticadas, utilizando os métodos numéricos (elementos finitos e de contorno, diferenças finitas, etc.) e ainda os cálculos estatísticos.

Não era mais possíveis fazer-se essas formulações manualmente e nem em calculadoras, sem simplificações, que geravam imprecisões.

Assim, foram surgindo os primeiros programas para simular os fenômenos da mecânica dos solos, a maioria deles baseada em métodos numéricos. Tal fato explica por que, além do uso administrativo (como processadores de texto, planilhas eletrônicas), observa-se o emprego de programas específicos para mecânica dos solos, como é o caso dos usados na estabilidade de taludes, para auxiliar os projetos de túneis, prospecção geotécnica, entre outras finalidades.

Ferreira (2001) fez uso da informática na Geotecnia para auxiliar o ensino da disciplina Mecânica dos Solos I, na Universidade Federal de Santa Catarina. O pesquisador utilizou dois programas: um para auxiliar no aprendizado teórico e outro para a demonstração de ensaios da caracterização física do solo. Concluiu

que intensificou o interesse e a dedicação dos estudantes relativamente ao aprendizado do conteúdo geotécnico.

Almeida (2001) também com objetivo de melhorar o aprendizado da Geotecnia, recorreu à elaboração de planilhas eletrônicas para auxiliar nos cálculos de ensaios laboratoriais, na Universidade Federal Juiz de Fora. Conforme esse autor, os alunos desenvolveram planilhas no sentido do aprofundamento mais no assunto.

Em termos de aprendizado, é importante buscar-se sempre uma maneira para melhor explicitar e explorar o assunto e fazer com que o aluno sinta interesse e perceba a importância de aprender.

Seja no aprendizado ou na pesquisa, deve-se procurar o melhor método para se obter uma resposta mais próxima possível da ideal. A informatização tem muitas vantagens, entre as quais, a rapidez do processo de análise dos dados, mas é preciso considerar que alguns cuidados devem ser tomados ao pensar em aplicá-la.

Em mapeamento geotécnico, o uso da informática está inserido em um novo ramo de estudo, a tecnologia da informação, mais especificamente na da geoinformação ou geoprocessamento (tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados), ou ainda, na geomática, que podem ser definidas como o uso automatizado da informação geográfica.

Para exemplificar o uso da informática no mapeamento geotécnico, podem ser citadas algumas etapas do processo de elaboração das cartas e mapas, tais como: nas atividades de campo, o uso GPS (Geographic Position System), um instrumento automatizado que serve para localizar, calcular distâncias e altitudes, etc; ainda na atividade de campo, podem ser utilizadas fichas de campo, com o

intuito de disponibilizar as informações nelas contidas para serem armazenadas em banco de dados; os ensaios de laboratório podem ser automatizados, pois podem ser acoplados a uma fonte de aquisição de dados e esta, a computadores que utilizarão planilhas eletrônicas ou outros programas específicos para processar os dados; e no processo final de elaboração do mapeamento, que são as análises dos mapas e cartas, usando o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Nos SIGs podem-se manipular vários tipos de dados, como, produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite e radar e de fotos aéreas), figuras gráficas (polígonos, linhas e pontos), atributos descritivos (características do meio físico), etc.

Após ser feito o levantamento e a captura da informação, essa deve ser armazenada de forma mais racional e eficiente, assim, surge a necessidade de utilizar sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD), em especial, no mapeamento geotécnico, e os SGBDs são eficientes instrumentos para integração e organização dos dados. Esses, com os SIGs, podem unir, em uma única base de dados, informações provenientes de vários meios ou dispositivos, gerando sistemas de informações, por exemplo, as geotécnicas.

Entretanto cabe observar que tais programas não geram dados iniciais, ou melhor, necessitam desses dados, *input*, apenas os manipulam, organizam e armazenam. Cabe ao usuário, fornecê-los confiável e de qualidade, para que as análises futuras possam ser realizadas com confiança e suas respostas usadas com uma margem admissível de erro. Entende-se, pois, que a informática é uma ferramenta que com a finalidade de auxiliar o Homem no desempenho das mais diversas atividades.

O mapeamento geotécnico tem demonstrado sua importância e eficiência, como ferramenta e/ou metodologia, tanto para análise do meio físico como para orientar o planejamento territorial, seja ele urbano ou ambiental. Na literatura científica, aparecem muitas utilizações e aplicações do mapeamento geotécnico na orientação do uso do solo.

Otimizar, automatizar, informatizar o processo de elaboração do mapeamento geotécnico faz-se necessário, pois assim pode-se ter um resultado final mais rápido e de melhor qualidade. Deve-se fazer uso de sistemas de informação geográfica para auxiliar na organização e armazenamento, manipulação, análise espacial e integração dos dados geoespaciais e não-espaciais.

O banco de dados figura nesse contexto como um dos elementos principais na estruturação interna (arquitetura) de um SIG, logo, exerce um papel importante na elaboração das cartas geotécnicas e, além disso, como elemento externo ao SIG. Atualmente, é um instrumento muito eficaz no armazenamento, organização, integração e manipulação dos dados a serem utilizados na elaboração de cartas (entrada de dados, input), e, as informações resultantes da elaboração dos mapas geotécnicos (saída de dados, output).

A Cartografia Geotécnica, o SIG e o SGBD devem estar integrados para que sejam um excelente meio de analisar-se as informações sobre o meio físico e de torná-las disponíveis de maneira mais eficiente, rápida e segura ao usuário final.

A integração dos instrumentos Cartografia Geotécnica, SIG e SGBD é realizada por meio de um projeto de banco de dados. Esse projeto deve envolver todas as etapas de um Mapeamento Geotécnico, desde o levantamento das informações, criando um banco de dados de metadados

e de documentação, até a fase final de análise dos produtos gerados. Assim, proporcionar uma verdadeira automação da cartografia geotécnica.

1.1 Objetivos

Com intuito de preencher um vazio na automação da cartografia geotécnica / mapeamento geotécnico, elaborou-se, neste trabalho de pesquisa, um projeto de banco de dados com cartas e mapas geotécnicos.

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um projeto de banco de dados com cartas e mapas geotécnicos e as informações nesses contidas. Pretendeu-se, com essa iniciativa, preencher uma lacuna na automação da cartografia geotécnica/mapeamento geotécnico.

Em função dessa proposta, concebeu-se um banco de dados utilizando um SIG, onde foram armazenadas e reunidas às informações disponíveis e resultantes do mapeamento geotécnico da região de Ribeirão Preto, São Paulo. Igualmente, foi desenvolvido um aplicativo (uma interface gráfica), usando essas informações, para a elaboração do aplicativo no ambiente de uma linguagem de programação em conjunto com a biblioteca cartográfica, para manipulação dos dados geoespaciais.

Além do objetivo principal a pesquisa teve as seguintes metas:

- Realizar um estudo de uso de banco de dados para o armazenamento, organização e manipulação das informações produzidas em um mapeamento geotécnico.

- Mostrar duas formas básicas de armazenamento, integração e manipulação das informações, por meio de sistemas de informação geográfica e por meio do ambiente de linguagens de programação.
- Mostrar as vantagens do uso das ferramentas da geoinformação no armazenamento, visualização, manipulação das informações geoespaciais e quanto estas auxiliam na tomada de decisão.
- Comparar o armazenamento na forma eletrônica com o armazenamento na forma não-eletrônica.
- Comparar o armazenamento no SIG e com o armazenamento utilizando as ferramentas da linguagem de programação.
- Usar programas de baixo custo.
- Criar uma interface de visualização dos dados mais amigáveis.
- Elaborar um projeto de banco de dados para ser utilizado por pessoas da área de mapeamento geotécnico, assim, um usuário específico.

Nesta exposição, descrevem-se os passos seguidos com a intenção de atingir-se os objetivos e as metas que nortearam o trabalho.

Partiu-se de uma fundamentação teórica sobre os temas envolvidos à pesquisa: mapeamento geotécnico/cartografia geotécnica (capítulo 2), bancos de dados (capítulo 3), sistemas de informação geográfica (capítulo 4) e as aplicações de banco de dados em mapeamento geotécnico/ cartografia geotécnica (Capítulo 5). No capítulo 6, tem o relato sobre as etapas de desenvolvimento do trabalho. O capítulo 7 aborda-se os armazenamentos (SIG e aplicativo) e o funcionamento do aplicativo. O capítulo 8 relata as análises e no capítulo 9, expõem as conclusões que se chegou finalizada a experiência.

2 GEOTECNIA E CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA

2.1 Geotecnia: Histórico, Conceitos e Definições

A Geotecnia é uma ciência aplicada que envolve um conjunto de atividades das áreas de Mecânica dos solos, Mecânica das Rochas e Geologia de Engenharia (MACIEL FILHO, 1994).

A Mecânica dos Solos e a Mecânica das Rochas estudam o comportamento do maciço terroso ou rochoso diante das solicitações antrópicas (obras de construção civil - barragens, túneis, edifícios, estradas) ou naturais (inundações, erosões, movimento de massa).

A Geologia de Engenharia pode ser definida como a ciência dedicada à investigação, ao estudo e à solução de problemas de engenharia e meio ambiente, decorrentes da interação entre Geologia e trabalhos de atividades do Homem, bem como à previsão e desenvolvimento de medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos. Esse conceito é o adotado pela International Association of Engineering Geology and the Environment (IAEG) e, também, pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE) (RUIZ e GUIDICINI, 1998).

Alguns pesquisadores da área de Geotecnia ocupam-se da definição dessa e de outras áreas, envolvidas entre os figuram:

- ❖ A Mecânica dos Solos é uma ciência aplicada, que procura descobrir, entender, explicar e correlacionar as características do solo (entendendo solo como material de construção) em seus aspectos que interessam às obras de engenharia (fundações de estruturas, barragens de terra, túneis

- e obras subterrâneas em terra, etc.), com a finalidade de possibilitar o projeto e a construção dessas obras (VARGAS, 1968).
- ❖ Os fenômenos da Mecânica dos Solos precisam ser conhecidos em sua totalidade sejam de caráter físico, geológico ou técnico. Logo a Mecânica dos Solos deixa de ser uma ciência física apenas, para se tornar, sobretudo, uma ciência da natureza, como a geologia ou a biologia (VARGAS, 1968).
 - ❖ A Geologia para engenheiros utiliza e aplica os conhecimentos geológicos, em experiências, para solucionar problemas de engenharia, tais como, construção de ferrovias, barragens, túneis e canais, fundações, obtenção de água subterrânea, etc. (CAPUTO, 1973).
 - ❖ A Geologia de Engenharia tem a finalidade de fornecer informações básicas para o planejamento do uso do solo, construção e manutenção de obras civis (IAEG, 1976).
 - ❖ A Geologia de Engenharia pode ser definida como a aplicação dos conhecimentos das geociências em estudos, projetos e obras de engenharia (RUIZ, 1987).
 - ❖ A Geotecnia deve formar dados sobre as propriedades dos solos e rochas, assim como os processos e fenômenos que ocorrem no meio físico podendo ser naturais e/ou artificiais (ZUQUETTE, 1987).
 - ❖ A Mecânica dos Solos estuda o comportamento dos solos quando as tensões aplicadas, como fundações ou aliviadas, no caso de escavações, ou perante o escoamento de água nos vazios, constitui-se em uma Ciência de Engenharia, na qual o engenheiro civil baseia-se para desenvolver seus projetos (PINTO, 2000).

- ❖ A Engenharia Geotécnica é uma arte que se aprimora pela experiência, pela análise do comportamento das obras, ao que é imprescindível atentar para peculiaridades dos solos com base no entendimento dos mecanismos de comportamento, que constituem a essência da Mecânica dos Solos (PINTO, 2000).

A Geotecnia é uma matéria aplicada que busca os estudos da área de Geologia de Engenharia, Mecânica dos Solos e Mecânica das Rochas, para realizar suas aplicações.

2.1.1 Um Pouco da História da Geotecnia

A Mecânica dos Solos, como a Geologia de Engenharia e a Mecânica das Rochas, desenvolveu-se no Brasil com base nas obras da Engenharia Civil. Existem registros de obras geotécnicas desde a época do Brasil colonial, porém essas não tinham bases científicas, processavam-se por experiência prática.

Na Europa, registram-se estudos geotécnicos iniciais, em 1776, com o trabalho científico de Coulomb, sobre a resistência dos solos e o empuxo em muros de arrimo. Oitenta anos mais tarde, tem-se o trabalho do francês Collin, com estudos sobre a resistência dos solos, e os do escocês Rankine, sobre a resistência e o empuxo do solo (ABMS, 2000). Esses trabalhos são chamados de clássicos da Mecânica dos Solos.

Em 1925, Terzaghi lança o livro *Erbaumechanik*, considerado o marco da era científica e moderna da Mecânica dos Solos. O fato marcou o começo para a organização da Mecânica dos Solos, daí surgiram palestras, seminários, que resultou no primeiro Congresso

Internacional de Mecânica dos Solos realizado em 1936, em Massachusetts, nos Estados Unidos.

No Brasil, a Geotecnia teve um grande avanço nas décadas de 30 e 40 do século XX, em vista da realização de grandes obras de Engenharia Civil, sobretudo, no eixo Rio de Janeiro - São Paulo.

Alguns fatos, dentre outros que poderiam ser citados, dão a prova desse avanço:

- Início da industrialização e da urbanização, na década de 1930;
- Ocorre a construção da usina subterrânea de Paulo Afonso, no começo da década de 1930, dando início aos estudos de Mecânica das Rochas;
- Uso de estacas *franki* no Aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro, em 1935;
- Construção da Rodovia Anchieta no final da década 1930, obra considerada um grande desafio tecnológico, pois existiam problemas de adequação das fundações de pontes, viadutos e da própria pavimentação da via, nesta obra, também, foi introduzida a sondagem do subsolo;
- Vinda de Terzaghi ao Brasil, no final da década de 1930 e início de 1940, para ministrar um curso, no qual enfatizou a importância da Geologia Aplicada a problemas de Mecânica dos Solos.
- Construção, em 1939, da primeira barragem de terra para combater a seca no Nordeste;
- Criação do Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo (IPT), no início da década de 1940;
- O retorno de Terzaghi ao Brasil, em 1947, para fazer consultoria na empresa de energia do Estado São Paulo, pois havia problema de movimentação de massa;

- A vinda de Casagrande ao Brasil, em 1949.

As décadas de 30 e 40 do século XX são tidas como de grande efervescência para Geotecnia, quando se verificou a construção de arranha-céus, o que exigia um desenvolvimento tecnológico para a construção das fundações, diante da necessidade solucionar os problemas da capacidade de suporte dos solos.

Ainda naquelas décadas, pôde-se observar o desenvolvimento das três ciências aplicadas no âmbito da Geotecnia: Mecânica dos Solos, Mecânica das Rochas e Geologia de Engenharia. Assim, ao final da década de 1940, tem-se uma Mecânica dos Solos mais afinada com os problemas do meio físico.

A ocorrência de alguns fatos ajudou a consolidar a Geotecnia no Brasil, a saber:

- Ainda no final da década de 1940, surgem problemas com solos moles, no Rio de Janeiro e São Paulo.
- No final da década de 1940, é criada a Associação Brasileira de Mecânica dos Solos (ABMS).
- Entre as décadas de 50 e 80 do século XX, registra-se a construção de mais de 150 barragens.
- Na década de 1960, ocorre a construção de Brasília, que proporciona o estudo dos solos porosos e colapsíveis do Planalto Central.
- Em 1969, surge uma aplicação de métodos numéricos para resolver problemas de fluxo d'água em uma barragem no Rio de Janeiro.
- Na década de 1970, tem-se o desafio de obras marítimas e costeiras realizadas pela PETROBRÁS.
- Nas décadas de 1960-1970, ocorre a construção dos Metrô de São Paulo e do Rio de Janeiro.

Atualmente, a Geotecnia destaca-se em obras ambientais, como, deposição de resíduos, transportes de poluentes, recuperação de áreas degradadas. Observa-se que a atuação da Geotecnia é marcante, por exemplo, nos trabalhos preventivos em áreas de riscos de deslizamentos de terra, inundações e erosões, ao que se acrescenta, pela sua importância, o uso de geossintéticos nas diversas obras geotécnicas.

Na evolução da Geotecnia, no Brasil, as universidades têm uma participação fundamental, pois uma boa parte dos profissionais atuantes na área eram professores de instituições universitárias.

Para ilustrar essa afirmação tem-se o exemplo, na década de 50, de Victor Mello que lidera um programa de renovação do ensino, na Escola de Engenharia de São Carlos-SP (EESC-USP), na área de Mecânica dos Solos. Em 1956, na Universidade Federal da Bahia, Professor Hernani Sávio Sobral, propõe inovações no curso de Mecânica dos Solos, na graduação. Em 1957, destaca-se a atuação de Homero Pinto Caputo, na Escola Nacional de Engenharia do Rio de Janeiro, é importante que se registre que o primeiro livro brasileiro de Mecânica dos Solos foi escrito por ele. Na metade da década de 1960, na Escola de Engenharia da Universidade do Paraná, tem-se Samuel Chamecki, garantindo uma boa atuação da referida área (Mecânica dos Solos, sobretudo) no curso de graduação (ABMS, 2000).

Após a consolidação da disciplina Mecânica dos Solos na graduação, o passo seguinte foi a criação dos cursos de pós-graduação, assim: em 1965, foram criados os cursos da PUC do Rio de Janeiro e da Universidade Federal do Rio de Janeiro; em 1977, foi criado o curso de pós, na USP, na Escola de Engenharia de São Carlos.

Muitas pós-graduações tiveram lugar, a exemplo, de Porto Alegre (UFRGS), Recife (UFPE), Campina Grande, (UFPB), Brasília (UnB) e Viçosa (UFV).

Toda essa evolução relatada da Geotecnia diz respeito à Geologia de Engenharia, à Mecânica dos Solos e à Mecânica das Rochas, pois grande parte dos estudos geotécnicos envolve essas áreas. Para fazer-se um projeto geotécnico, por exemplo, é necessário estudar Mecânica das Rochas ou Mecânicas dos Solos e, obrigatoriamente, deve-se entender o mínimo de geociências, isto é, de Geologia de Engenharia. Logo, o crescimento da Geotecnia é um resultado do avanço nas Geociências.

Uma área de atuação da Geotecnia, que merece destaque, é a cartografia geotécnica/mapeamento geotécnico, que tem sua aplicação, nas diferentes escalas, relacionada com planejamento territorial (uso e ocupação do solo), ambiental e em diferentes etapas da obra.

2.2 Cartografia Geotécnica

Desde o princípio da civilização, o Homem preocupou-se em representar o espaço em que vivia por meio de estruturas abstratas, símbolos e desenhos que pudessem registrar o ambiente e o espaço físico que o envolviam. No processo evolutivo da humanidade, esta representação foi se transformando e resultou nas estruturas gráficas que hoje chamamos de mapas ou cartas, tem-se registro de cartas desde 6.000a.C., segundo Harley, (1991).

Para a elaboração das cartas ou mapas, de modo sistemático, surgiu a cartografia, definida pela Associação Internacional Cartográfica (ICA), como um conjunto de operações científicas,

artísticas e técnicas baseadas nos resultados de observações diretas ou de análises de documentos com vistas à elaboração e preparação de cartas, mapas, projetos e outras formas de expressões (SÃO PAULO, 1993).

Esse conceito foi atualizado, pois, com a automatização na elaboração de cartas, passa-se considerar o uso da informática, assim sendo, a cartografia é uma organização, apresentação, comunicação e utilização da geoinformação nas formas gráficas, visuais, digital ou tátil que inclui todos os processos de preparação de dados, no emprego e estudo de todo e qualquer tipo de mapa (LAZZAROTTO, 1999; MENEGUETTE, 2001).

Robinson et al. (1995), no livro sobre cartografia, definem-na como a elaboração de estudos de mapas todos seus aspectos, salientando que essa constitui uma importante representação gráfica, desde que seja um eficiente caminho de manipulação, análise, expressão de idéias e formas.

Quanto ao mapeamento, pode ser definido como o ato ou efeito de mapear (mapear é realizar a representação gráfica da dimensão espacial de um dado fenômeno), ou ainda, um conjunto de operações técnicas executadas com a finalidade de elaborar mapas ou cartas (SÃO PAULO, 1993).

O mapa é conceituado como a representação gráfica em superfície plana, com escala definida, referenciada a um sistema de coordenadas, podendo ter ou não um tema; ao passo que a carta pode ser identificada como todo documento cartográfico de escala média a grande (1:25.000 a 1:250.000) e é usada em mapeamento que necessite uma subdivisão da representação em várias folhas.

A representação da cartografia pode ser classificada: quanto à natureza das informações; quanto à representação, seja ela plana, gráfica ou convencional do espaço físico. A cartografia pode ser classificada em dois grandes grupos: a cartografia básica e a temática.

As cartografias temáticas obedecem aos padrões estabelecidos pelas regras da cartografia geral, todavia podem ser simplificadas em certos níveis de detalhes, dando ênfase ao tema abordado na carta. Assim, um mapa geotécnico, por exemplo, entra no contexto das cartografias temáticas e pode ser definido, segundo a UNESCO (1976), como um tipo de mapa geológico que fornece uma representação geral de todos os componentes de um ambiente geológico, sendo fundamental para o planejamento do solo e, também, aos projetos, construções e manutenções quando aplicados à Engenharia Civil e de Minas.

Para evoluir, a cartografia teve de se aliar à ciência da computação, sendo criado um verdadeiro sistema de organização dos dados da informação cartográfica, com técnicas voltadas à coleta e tratamento de informações do espaço físico (geoprocessamento).

Esse sistema, denominado de Sistema de Informação Geográfica (SIG), reúne, em uma única base de dados, informações sobre o espaço físico proveniente de dados cartográficos e cadastrais, produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélites e de fotos aéreas), entre outras formas.

O SIG fornece, normalmente, mecanismos computacionais para unir e combinar essas informações por meio de programas (módulos) de manipulação que permitem consultas, recuperação e visualização do conteúdo da base de dados. Como consequência desse emaranhado de operações, tem-se a geração de mapas, cartas ou plantas.

2.2.1 Uma Breve Evolução Histórica do Mapeamento Geotécnico

Caballero (1973) menciona que as primeiras cartas geotécnicas de que se tem registro são as cartas de caracterização geotécnica da cidade *New York*, nos Estados Unidos da América (EUA), em 1902, elaboradas com base em dados de 1.400 sondagens. Embora tenha iniciada na América, foi na Europa que a cartografia geotécnica teve um grande avanço, especialmente, após a segunda Grande Guerra.

Antes desse conflito alguns trabalhos se destacaram: a Exposição Técnica da Construção de Leipzig na Alemanha em 1913, onde foram apresentados os planos de construção de cidades alemãs; nas décadas de 1920 e 1930, na Rússia, as investigações geotécnicas de caráter regional que resultaram no primeiro mapa geotécnico do país.

Os primeiros estudos de caracterização geotécnica foi na Tchecoslováquia, realizados em 1920, contribuíram para o primeiro mapa geotécnico da cidade de Praga, na escala 1:12.000; no final da década de 1920 e na década de 1930, foi elaborada uma série de mapas na Alemanha, como o da Vila de Danzig em 1929, o de Ostendorff para caracterização geotécnica, em 1932, e da comunidade de Mark para urbanização em 1938 (CABALLERO, 1973).

Após a Segunda Grande Guerra, para realizar a reconstrução de cidades assoladas, surgiram muitos estudos geotécnicos, por exemplo: na década de 1950, sobre a caracterização geotécnica das cidades alemãs de Stuttgart, Ulm e Götturgen; o desenvolvimento no leste Europeu dos estudos geotécnicos, como a planificação territorial da Rússia em 1950; o planejamento urbano e territorial da Tchecoslováquia em 1947; o desenvolvimento de obras e a ocupação

regional na Polônia em 1961; a planificação territorial da Hungria em 1961, entre outros.

Assim, foram surgindo sistemáticas e propostas metodológicas para a elaboração de mapeamento geotécnico, como as defendidas por: Matula e Pasek, em 1966; Keifer e outros, nos EUA, em 1966; Grand, Finlayson e outros, na Austrália, em 1968; Sanejouand, na França em 1972; Dearman e outros, na Inglaterra, em 1974.

Após a consolidação e o aprimoramento da metodologia de mapeamento geotécnico, passou-se ao processo de automatização de elaboração de cartas e mapas. Vários países começaram a elaborar bases de dados digitais, sobretudo, os europeus: a Inglaterra e a França, que iniciaram no final da década de 1960 e deram continuidade nas décadas de 1970 e 1980, resultando na criação de sistemas digitais de armazenamento de informações geotécnicas.

Na década de 1990, quando a informática fornece ferramentas mais confiáveis, como os Sistemas de Informação Geográfica e os Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados, procura-se utilizar mais essas ferramentas, para melhor integrar, numa única base de dados, informações sobre o meio físico e melhorar a elaboração de cartas e mapas geotécnicos.

No Brasil, o desenvolvimento da cartografia geotécnica, segundo informações correntes, começou na década de 1960, com alguns trabalhos pioneiros, entre os quais se pode destacar o trabalho de Heine no mapeamento geotécnico do Estado da Guanabara.

Na década de 1970, surgem alguns trabalhos, com uma fundamentação mais voltada para as metodologias estrangeiras como é o caso dos trabalhos: de Coulon, em 1973, em Morretes e Montenegro no Rio Grande do Sul; de Prandini e outros, em 1976, sobre

planejamento e Geologia Ambiental; de Infanti Júnior, em 1976, no Rio Grande do Sul, que apresenta uma metodologia sobre Geologia de Planejamento. Maciel Filho, em 1977, elabora o mapeamento geotécnico da cidade de Santa Maria, localizada no mesmo estado.

A criação de metodologias para elaboração do mapeamento geotécnico, na década de 1980, resulta na consolidação dos estudos a respeito desse assunto. Servem de exemplo as metodologias do IPT, em 1980, e as da Escola de Engenharia de São Carlos, em 1987.

A década de 1990 é o momento de discussão, organização e divulgação dos trabalhos, é a era dos simpósios e encontros dentre os quais se pode destacar o I Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, realizado em São Paulo, em 1993 (Gandolfi, 2000).

2.2.2 Algumas Metodologias Existentes

A maioria dos países desenvolveu metodologias para elaboração de mapas geotécnicos, sobretudo, os europeus; cada uma com suas características próprias e, muitas vezes, abordando um aspecto específico da geotecnia, por exemplo, a metodologia Zermos, aplicada na França para caracterização de zonas de movimento de massa (erosão, subsidência e sismos); outras metodologias, mais abrangentes, abordando aspectos gerais da Geotecnia como no caso das metodologias da IAEG (a Associação Internacional de Geologia de Engenharia), PUCE (australiana) e Francesa.

2.2.2.1 Metodologia IAEG

A metodologia da *International Association of Engineering Geology* (IAEG) foi apresentada, em 1976, por uma comissão de

profissionais, entre engenheiros e geólogos, sendo proposto um guia de elaboração de mapas geotécnicos; assim sendo, adotado pela mesma (IAEG) para elaboração de cartas e mapas (DEARMAN, 1991). Trata-se de uma metodologia abrangente, com o objetivo de uniformizar o processo de mapeamento geotécnico para os vários países, isto é, de estabelecer uma padronização dos mapas geotécnicos no mundo.

Determinados princípios norteiam a metodologia da IAEG: o mapa geotécnico deve retratar informações objetivas e necessárias para avaliação das características geotécnicas; deve ser feito o possível para prever as variações de situações geológicas; as informações devem ser apresentadas de forma a facilitar o entendimento por profissionais de outras áreas; os mapas geotécnicos podem ter como base os mapas geológicos, hidrogeológicos e geomorfológicos.

A metodologia da IAEG propõe uma classificação para os mapas geotécnicos, de acordo com a finalidade, o conteúdo e a escala.

Conforme a finalidade, o mapa pode ser: de finalidade especial, quando faz uma abordagem específica da Geotecnia; de multifinalidade, quando aborda vários aspectos da Geotecnia (IAEG, 1976).

De acordo com o conteúdo, os mapas podem ser: analíticos, estes avaliam os componentes individuais do ambiente geológico; sintéticos, esses mapas apresentam uma síntese dos atributos geotécnicos e podem ser de condições geotécnicas e de zoneamento geotécnico; auxiliares, quando apresentam informações secundárias, factuais que apóiam a elaboração de outros mapas; complementares, que apresentam informações obtidas por interpretação.

De acordo com a escala, tem-se: grande escala $\geq 1:10.000$; média escala entre $1:10.000$ e $1:100.000$ e pequena escala $\leq 1:100.000$.

2.2.2.2 Sistema PUCE de Avaliação do Terreno

O *Pattern, Unity, Component, Evaluation*, isto é, Sistema PUCE foi desenvolvido no final da década de 1960 por um grupo de pesquisadores australianos.

Essa sistemática compreende duas grandes fases: a classificação do terreno, seguida da avaliação do mesmo para fins de implantação de obras de engenharia e planejamento do uso do solo.

O princípio geral nesse processo é que as áreas com geologias similares submetidas às mesmas condições climáticas tendem a apresentar solos e parâmetros rochosos semelhantes (GRANT, 1975).

O Sistema PUCE baseia-se em determinados critérios para elaboração dos mapas geotécnicos, a saber:

- a classificação dos terrenos é pautada em princípios geomorfológicos;
- os membros das classes de terreno devem ter propriedades do meio físico, homogêneas;
- a avaliação da natureza das classes deve ser rigorosa;
- a classificação dos terrenos deve ser hierárquica, de modo que a classe do topo seja composta de associação de classes precedentes;
- as informações devem ser armazenadas de forma que sejam utilizadas em sistemas computacionais, sendo estabelecido um sistema numérico, no geral os números representam os parâmetros do terreno;
- a observação de fatores, que devem ser considerados na classificação do terreno, esses fatores são os de caracterização de encosta, os geomorfológicos, os geológicos, os de caracterização dos solos e os de vegetação.

A classificação seguindo o sistema hierárquico dos mapas geotécnicos, segundo o PUCE, apresentará classes, como, província, padrão, unidade e componente do terreno, e essas classes são separadas, sobretudo, por critérios geomorfológicos.

Província, classe hierárquica superior, definida por aspectos geológicos e estruturais, determina, com facilidade, mapas em escalas 1: 250.000; sua nomenclatura é baseada em dois dígitos iniciais, que significam a idade geológica da rocha, e três dígitos finais, que significam a ordem do reconhecimento.

Padrão do terreno, classe definida com base em aspectos geomorfológicos, por exemplo, áreas com uma topografia repetitiva e semelhantes; áreas de solos e vegetação natural, ambos semelhante. Sua nomenclatura é apoiada na amplitude do relevo (um dígito) e na densidade da drenagem (um dígito).

Unidade de terreno, classe definida por formas do terreno, associação de solos e formações vegetais semelhantes. Sua nomenclatura é formada pela configuração do terreno, formas do terreno (dois dígitos), textura e perfil dos solos (um dígito) e a cobertura vegetal (um dígito).

Componente do terreno, classe definida por aspectos geomorfológicos, como: tipo de inclinação das encostas (três dígitos), tipo de perfil do solo (dois dígitos), uso e cobertura do terreno (um dígito), vegetação e litologia do substrato rochoso (dois dígitos).

Para garantir uma boa avaliação e classificação do terreno, segundo a sistemática PUCE, deve-se:

❖ Em relação à avaliação, analisar os taludes tridimensionalmente, estes podem ser planares ou convexos; os solos devem ser analisados

por seus parâmetros geotécnicos; a vegetação deve ser analisada em função das espécies, densidade, entre outros;

❖ Em relação à nomenclatura basear no relevo, no perfil do solo, na cobertura superficial, no uso do solo e na vegetação;

❖ Em relação à classificação do terreno, ser realizada em etapas de estudos, começando com a fotointerpretação, seguida de um trabalho de campo para corrigir e garantir uma análise segura.

2.2.2.3 Metodologia Francesa

Na França, em 1966, foi apresentada uma revisão do mapeamento geotécnico local que, inicialmente, se baseava nas diretrizes da elaboração de cartas geotécnicas utilizadas na Tchecoslováquia. Entretanto, em 1972, Sanejouand propõe uma reformulação no processo de mapeamento geotécnico francês, numa tentativa de homogeneização na elaboração das cartas geotécnicas francesas.

Para elaboração dos mapas, são considerados os seguintes fatores: características e propriedades do solo e da rocha; hidrogeologia; geomorfologia; aspectos exógenos (geodinâmicos); recursos naturais para construção e modificação no ambiente natural proveniente de ações antrópicas (SANEJOUAND, 1972).

Com o objetivo de homogeneizar o processo de elaboração do mapeamento geotécnico francês, Sanejouand propõe uma classificação dos mapas, de acordo com a escala, o conteúdo e a forma.

De acordo com a escala, os mapas podem ser: cartas aplicadas no planejamento de áreas metropolitanas, em escala entre 1:100.000 e 1:50.000; cartas aplicadas em áreas urbanas em escalas entre 1:25.000 e 1:10.000; cartas aplicadas com fins específicos, em

escalas entre 1:10.000 e 1:5.000 e cartas de zoneamento para planejamento urbano, em escalas maiores que 1:5.000.

As cartas classificadas, quanto ao conteúdo e à forma, podem ser analíticas ou de fatores e sintéticas ou de aptidão. As cartas analíticas apresentam um ou mais aspectos geológicos, caracterizam-se como a síntese parcial de dados pontuais ou não, abordando, assim, aspectos do meio físico, por exemplo, as cartas hidrogeológicas, de cobertura superficial (material inconsolidado) e geológica.

As cartas de conteúdo e forma podem ser subdivididas em cartas de fatores normais e especiais. As de fatores normais representam informações para um uso abrangente em planejamento local. As cartas de fatores especiais apresentam-se informais, mais específicas, como, as cartas de fundações, por exemplo.

As cartas sintéticas delimitam áreas homogêneas, abordando aspectos, como, a utilização de informações a respeito da qualidade dos solos, por exemplo, as cartas para aptidão às fundações e cartas de materiais de construções, essas cartas, podem, ainda, ser subdivididas em grandes e pequenas escalas.

2.2.3 Metodologias Utilizadas no Brasil

No Brasil, existem muitos trabalhos a respeito de mapeamento geotécnico, realizados desde a 1960, até então, de acordo com esses, muitos métodos e sistemáticas foram empregados para elaboração das cartas geotécnicas, principalmente, nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Entre as metodologias

seguidas podem ser destacadas, por serem mais usadas e abrangentes; aquelas usadas no IPT e na Escola de Engenharia de São Carlos.

2.2.3.1 Metodologia do IPT

Essa metodologia foi desenvolvida na década 1980, baseada em trabalhos realizados nas encostas dos morros de Santos e São Vicente, a partir de situações específicas de problemas do meio físico.

As cartas geotécnicas, conforme a Metodologia do IPT, objetivam: prever o desempenho da interação entre meio físico e uso e ocupação e estabelecer técnicas para prevenção e correção dos problemas, possivelmente encontrados nas áreas de estudo (PRANDINI et al, 1980). Essa metodologia classifica as cartas nos seguintes grupos: cartas geotécnicas propriamente ditas, quando mostram as limitações e potencialidades dos terrenos e definem diretrizes para ocupação; cartas de riscos, quando verificam a potencialidade do risco geotécnico (erosão, inundação, escorregamento).

2.2.3.2 Metodologia da EESC-USP

Desenvolvida com base nos trabalhos realizados na elaboração do mapeamento geotécnico, especialmente no estado de São Paulo, pelo grupo de pesquisadores do Departamento de Geotécnica da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), no período de 1980. Essa metodologia baseia-se em uma análise do meio físico (rocha, solo, água e relevo), fundamento para implementar as diversas formas de ocupação. Por ser uma metodologia abrangente, tem como princípio o procedimento global do processo, desde a obtenção dos atributos até a elaboração de cartas específicas aos usuários, assim como a

relação de todas as regras cartográficas e de conteúdo (ZUQUETTE, 1987 e ZUQUETTE, NAKAZAWA, 1998).

2.3 Automação da Cartografia Geotécnica

Após se organizar e estabelecer as metodologias de elaboração da cartografia geotécnica, pensou-se como otimizar o processo para a realização do mapeamento geotécnico.

O processo de mapeamento geotécnico pode ser resumido nas seguintes etapas: levantamento das informações existentes; investigação de campo (reconhecimento, ensaios e amostragem); fotointerpretação (aerofotos, imagens de satélites, imagens de radar); realização de ensaios laboratoriais; elaboração de mapas e análises.

Pela natureza dessas etapas, pode-se inferir que a informática é usada para apoiar na realização das tarefas a serem desempenhadas, portanto que existe um processo de informatização embutido no mapeamento geotécnico, muitas vezes, é despercebido ou realizado de modo desorganizado, sem uma sistematização.

Assim, muitos pesquisadores perceberam essa falha e resolveram estudar melhor o assunto, então, surgiram trabalhos abordando o tema automatização da cartografia, que envolve a integração das informações em SIG, em banco de dados, análises com geoprocessamento e uso de GPS na etapa de campo, entre outros.

Moreira (1993) estudou a automatização da cartografia geotécnica em sua dissertação, analisando todas as etapas de elaboração do mapeamento e a utilização de programas. Elaborou um banco de dados chamado GEOBASE, com a finalidade de criar uma base de dados

específica para mapeamento geotécnico, já que não existe em Sistema de Informação Geográfica.

Na Universidade Federal de Viçosa, estão sendo desenvolvidos trabalhos na área de automação do mapeamento geotécnico, como, o desenvolvimento do sistema de informações geotécnicas (GEOGIS) (Meira, 1996), e o sistema de GeoCamp, administrador de fichas geotécnicas de campo por Calijuri et. al.(2001), entre outros.

DINIZ (1998) pesquisou a automação da cartografia geotécnica, e observou que essa poderá ser uma ferramenta muito útil, tanto para o planejamento urbano como para o ambiental, que possibilita: cartografia digital, modelagem digital do terreno, produção de cartas de declividade, análise de processos do meio físico; gerenciamento de banco de dados geológico-geotécnicos orientado a objeto (unidades de terreno, município, bacia); a avaliação geotécnica para finalidades específicas e a integração dos temas para zoneamento geral ou das cartas de risco, variação das escalas de trabalho e de recuperação, trabalho com maior volume de atributos do meio físico permitem o armazenamento, a atualização e a recuperação em tempo real; a simulação interativa da dinâmica de uso do solo e do meio físico, ao longo do tempo.

Na literatura sobre automação da cartografia geotécnica, existem vários trabalhos. Nos capítulos sobre SIG e Bancos de Dados em Cartografia Geotécnica, serão mostrados alguns exemplos, pois como o tema dessa pesquisa envolve SIG e Bancos de Dados, procurou enfatizar os temas, destinado capítulos exclusivos.

3 CONCEITOS BÁSICOS EM BANCOS DE DADOS

Os bancos de dados podem ser definidos, de maneira geral, como um método moderno de armazenamento e organização das informações ou um certo número de arquivos referentes a uma determinada área de aplicação, ou um conjunto de aplicações circundando um conjunto de dados, ou ainda, um sistema computadorizado que guarda registros (entende-se por registros, as linhas de uma tabela, grosseiramente falando), com objetivo geral de armazenar, manter e tornar a informação disponível aos diversos usos (DATE, 1999).

Essencialmente, um banco de dados é estruturado por arquivos de dados (*data-base*), um conjunto de softwares e uma linguagem de manipulação do banco de dados (a linguagem de exploração padronizada é a *structure query language - SQL*).

No armazenamento e manipulação de informações, o uso de banco de dados apresenta algumas vantagens em relação aos métodos de armazenamento convencional (arquivos de papéis). Assim, pode-se citar a independência e o controle de redundância de dados; a garantia de integridade e a privacidade dos dados; a facilidade de criação de novas aplicações; a segurança dos dados; o controle automático do relacionamento entre os registros (informações/dados); a otimização do espaço de armazenamento das informações e a utilização simultânea dos dados armazenados por vários usuários.

Os bancos de dados possuem células básicas para armazenamento das informações: os campos, isto é, espaços reservados aos diferentes tipos de dados (similares às colunas das tabelas) e os registros que devem ser tratados, como uma unidade de informação de um dado (as linhas das tabelas).

Ao se fazer uma análise dos dados para que sejam armazenados, deve-se pensar em implementação de um banco de dados o qual pressupõe o uso de um programa, a saber, o sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD).

O SGBD trabalha com os seguintes enfoques no armazenamento das informações: modelo em rede, modelo hierárquico, modelo relacional e, ainda, lista invertida, este último, muitas vezes considerado, também, como um modelo de rede.

Banco de dados em **modelo hierárquico**, os dados e os relacionamentos são representados por registros e ligações (ponteiros, elos), respectivamente, os registros organizam-se como coleções de árvores separadas (Figura 3.1).

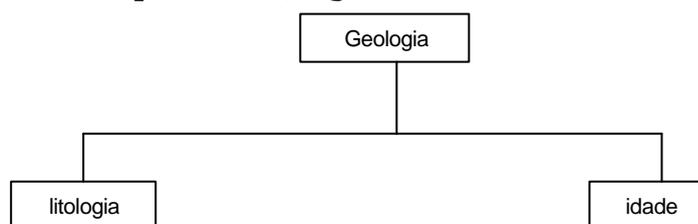


Figura 3.1: **Modelo Hierárquico**

Banco de dados em **modelo de rede**, os dados, seguindo-se esse modelo, são representados por coleções de registros, cujos relacionamentos são representados por elos (ponteiros), esses últimos são vistos como ponteiros (Figura 3.2).



Figura 3.2: **Modelo de Redes**

Banco de dados em **modelo relacional** representa os dados e os relacionamentos por um conjunto de tabelas, cada uma com um número de colunas e nomes únicos. O modelo relacional difere do modelo de rede e do hierárquico no uso de ponteiros ou elos, isto é, os

modelos relacionais não fazem uso desses artifícios, sim, de uma ligação lógica. A ligação lógica é a intersecção entre as linhas (registros) e as colunas (campos) das tabelas, e essa intersecção é chamada de célula.

Atualmente, os sistemas de gerenciamento de bancos de dados estruturam-se à base do modelo relacional, porém, antes do uso do SGBD, deve-se pensar nos modelos de armazenamento das informações, conforme descrito adiante.

3.1 Modelo Entidade e Relacionamento - MER (modelo conceitual)

Ao se elaborar um projeto para organização de uma base de dados, inicialmente, deve-se entender de modo aprofundado a informação a ser trabalhada, para tanto, conforme Setzer (1989), primeiro, deve-se fazer uma abstração das idéias. Para auxiliar na realização desse processo, alguns autores sugerem níveis de abstração do pensamento (Figura 3.3), como: primeiro nível, o mundo real, em que se tem uma idéia geral da informação a ser organizada; segundo nível, o descritivo, em que se detalha a informação, como e de que forma essa pode ser armazenada, de maneira não formal; terceiro nível, o conceitual, a informação é tratada mais formal e tenta-se chegar mais próximo da linguagem computacional; quarto nível, o operacional, neste verifica-se como está estruturado o dado e como a máquina (o computador) vai operar esses dados e o quinto nível, o interno, em que se verificam as estruturas internas de armazenamento (arquivos e tabelas), programas interpretativos. Nesse nível, nota-se, também, como o computador irá armazenar as informações. Os níveis são analogias aos modelos.

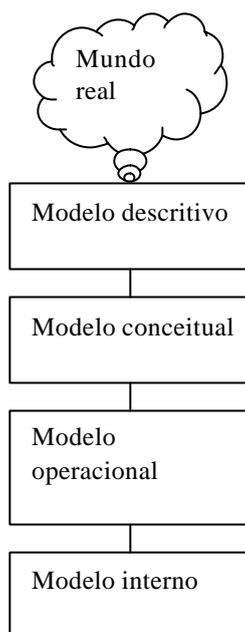


Figura 3.3: **Abstração da Informação a Ser Armazenada em Banco de Dados**
Fonte: **SETZER (1989)**.

O modelo conceitual é importante na abstração das informações, pode ser elaborado juntamente com o modelo descritivo. Um dos modelos conceituais mais usados em banco de dados é o modelo entidade relacionamento (MER), que é mais simples e abrangente, usado para a representação das estruturas de informação.

Como o próprio nome diz, o MER é composto, além dos atributos, por entidades e relacionamentos. As entidades são os objetos do mundo real, por exemplo, o elemento geológico, o substrato rochoso. O relacionamento é uma entidade que une entidades, por exemplo, coordenadas de localização dos pontos de observação, essa informação poderá unir duas entidades, como, a litologia e os dados sobre os materiais inconsolidados. Os atributos são os valores atribuídos às entidades e/ou aos relacionamentos.

Para visualizar melhor os elementos do MER, pode-se observar a Figura 3.4, na qual existe um exemplo de duas entidades geotécnicas

(substrato rochoso e material inconsolidado), com seus atributos (litologia, grau de alteração, mineralogia e textura) e o relacionamento entre as entidades (a localização). Esse exemplo ilustra apenas uma pequena parte de uma modelagem conceitual em banco de dados. Isto é, a figura representa duas informações que estão armazenadas e relacionadas entre si.

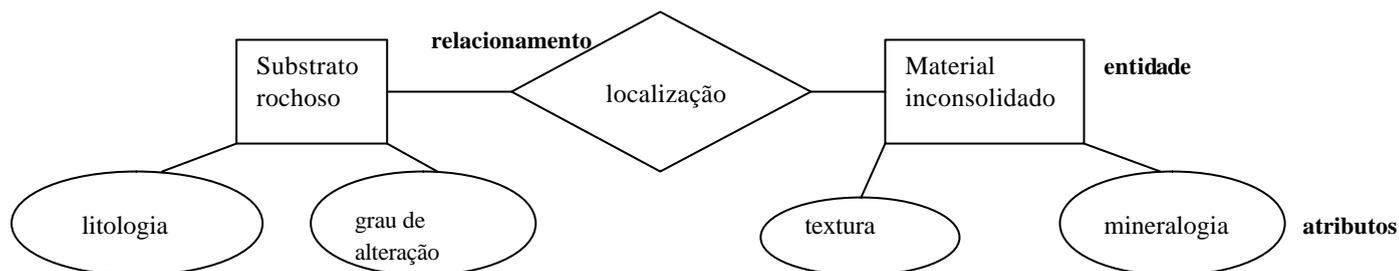


Figura 3.4: Exemplo de uma Modelagem Conceitual Usando MER

3.2 Modelo Relacional

O modelo relacional é um dos mais utilizados no armazenamento de informações. Ted Codd divulgou-o, pela primeira vez, em 1970, por meio da publicação de um artigo que atraiu a atenção imediata, em razão de sua simplicidade e fundamentação matemática (ELMASRI, NAVATHE, 2000).

Para Date (1999), o modelo relacional, é um sistema que, no mínimo, os dados são vistos pelo usuário como tabelas que realizam operações do tipo seleção (restrição), projeção e junção.

Para Setzer (1989), um modelo relacional é um tipo de modelo em que os dados são representados por tabelas de valores, denominadas de relação, são bidimensionais e organizadas em linhas e colunas.

De acordo com Elmasri, Navathe (2000), o modelo relacional representa o banco de dados como uma coleção de relações (tabelas).

Para Silberschatz, Korth, Sudarshan (1999), um banco de dados relacional consiste em uma coleção de tabelas, cada uma tem nome único, próprio, pois as operações (seleção, junção, etc.) que serão realizadas, vão referir a tabela pelo nome.

A maioria dos SGBDs comerciais utiliza modelo relacional para organizar, armazenar e manipular sua base de dados, porém existem alguns que utilizam o modelo relacional juntamente com o modelo operacional orientado a objeto, esse último é a mais moderna abordagem de sistemas de gerenciamento de banco de dados.

3.2.1 Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados

Um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) é um software que manipula o acesso à base de dados, executando operações necessárias à mesma (DATE, 1999).

Assim, um SGBD realiza as seguintes funções: define os dados, isto é, que tipos de dados (por exemplo, se for número, poderá ser inteiro ou decimal) serão trabalhados no banco; manipula os dados (recuperação e atualização); garante a segurança e a integridade dos dados; garante a existência de um dicionário de dados, esse contém informações sobre os dados (metadados) e assegura um bom desempenho do banco de dados, garantindo a realização das funções anteriormente citadas.

Dos SGBDs comerciais existentes, alguns se destacam por serem os mais utilizados e completos:

- **ORACLE**, trata-se de um dos mais conhecidos, é potente e eficiente, tem extensão para orientação a objeto, apresenta uma linguagem proprietária de extensão ao SQL bem completa (PL/SQL), admite o uso

de banco de dados distribuídos (em rede), pode ser executado em vários sistemas operacionais, inclusive, o Windows;

- **INTERBASE**, SGBD não muito popular, porém bastante eficiente para aplicações de pequeno e médio porte, trata-se de um programa que está disponível livremente para cópia (política de expansão do software); sua concepção de SQL também é boa o que facilita a programação da base de dados e pode ser utilizado para aplicações com multiusuários;

- **DB2** (Database 2), esse software é histórico, com o ORACLE é um dos mais potente e eficiente sistema de gerenciamento de banco de dados, ambos são mais usados em grandes aplicações (MARTEENS, 2001);

- **ACCESS** é uma das mais conhecidas implementações do modelo relacional de banco de dados, em uma plataforma para computador pessoal, pode ser empregado em pequenas aplicações, ou melhor, pessoais (ELMASRI, NAVATHE, 2000). Esse sistema de gerenciamento de banco de dados está sendo bastante difundido dentro do mapeamento geotécnico pela sua facilidade na aquisição e de interação com alguns SIG existentes no mercado como é o caso do ARCINFO, do IDRISI, do ARCVIEW e do SPRING.

Alves (2004) mostra a relação dos principais programas de bancos de dados comerciais e algumas linguagens que, também, manipulam base de dados por meio de tabela (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: SGBD Comerciais (Alves, 2004).

SGBD	Descrição
DBASE	Lançado em 1984 pela Aston-Tate, como dBASE II, posteriormente foi adquirido pela Borland. Possuía uma linguagem de programação fácil de aprender, era um sistema com gerenciamento de arquivos planos (flat files) baseados em listas invertidas.
Paradox	Um software de banco de dados bastante poderoso e rápido. Com ambiente integrado de desenvolvimento. Atualmente, a Corel é detentora de seus direitos de produção. Teve versões para DOS mas, atualmente, só há versão Windows.
Dataflex	Um programa que utiliza o ambiente Unix, mas teve versões para DOS e Windows. Possuía ambiente de desenvolvimento integrado, para geração de aplicações completas. Atualmente, é comercializado com o nome de Visual Dataflex.
FoxBase/FoxPro	Nascido no ambiente DOS, foi portado para Windows e hoje se chama Visual FoxPro. Um forte concorrente do dBase, com total compatibilidade em termos de arquivos e programas.
Access	Lançado em meados de 1992, pode-se dizer que é o padrão em banco de dados para microcomputadores. Possui um ambiente integrado e sofisticado, que permite a criação e gerenciamento do banco de dados, desenvolvimento de aplicações e geração de relatórios. Sua linguagem de programação deriva do VB.
Oracle	O número um em banco de dados corporativo (cliente/servidor) e conta com uma variedade muito grande de distribuição, abrangendo desde o Macintosh, passando pelos PCs e até computadores de grande porte. É um sistema de banco de dados padrão SQL, com linguagem própria para desenvolvimento de aplicações.
Interbase	Esse gerenciador tem ferramentas para desenvolvimento na Linguagem Delphi, C++ Builder, JBuilder, etc. Possui uma versão Open Source (código fonte aberto).
MS-SQL Server	Produzido pela Microsoft, inicialmente, era uma versão especial do Sybase, em razão de uma parceria entre as duas empresas. As versões atuais são produtos totalmente novos e independentes. Funciona exclusivamente em Windows (NT, 2000 ou superior)
Sybase SQL Anywhere	Um sistema de gerenciamento de banco de dados de missão crítica que concorre com o Oracle. Sua aplicação é no mercado corporativo. Permite desenvolvimentos com a ferramenta PowerBuilder.
MySQL	Este gerenciador de banco de dados possui versões para vários sistemas operacionais e seu principal atrativo é ser gratuito. É um programa de alta qualidade, poderoso e conta com uma enorme base instalada, sobretudo em aplicações web.
PostgreSQL	Outro gerenciador gratuito. Originalmente, funcionava no Linux, mas pode ser instalado no Windows. É, também, usado para o desenvolvimento de aplicações na web, com a linguagem PHP.
Infomix	Um gerenciador que possui uma boa escalabilidade e desempenho, atualmente, pertence à IBM
DB2	Gerenciador produzido pela IBM, que nasceu nos ambiente de computadores de grande porte, sendo, posteriormente, portado para plataformas mais baixas (microcomputadores).
Clipper	Talvez seja a mais conhecida das ferramentas de desenvolvimento de aplicações e que utiliza arquivos padrão dBase (*.DBF). O Brasil foi o líder mundial em vendas e uso desta ferramenta.
Joiner	Um produto nacional concorrente da Clipper, produzido por uma empresa paulista chamada Tuxon Software, com versões para DOS, Unix e algum suporte para Windows. Apesar de suas qualidades serem superiores ao Clipper, teve vida curta hoje não é mais produzida.
Delphi C++ Builder Jbuilder	Ferramentas de desenvolvimento da Borland, possui suporte nativo a bancos de dados Interbase e MySQL. Delphi e C++ Builder, também, acessam arquivos no formato dBase, Paradox e Access nativamente, as outras base podem ser manipuladas por meio da tecnologia ODBC.
Visual Basic Visual C++	O programador pode criar aplicações que acessam bancos de dados Access ou por meio da ferramenta ODBC.

3.2.2 Terminologias Usadas no Modelo Relacional

Quando se trabalha com o modelo relacional, surgem alguns termos ou palavras que necessitam ser explicitados, para que se possa compreender melhor o funcionamento desse modelo. Sendo assim, Setzer (1989), Date (1999), Silberschatz, Korth, Sudarshan (1999), e Elmasri e Navathe (2000) apresentam os seguintes termos que podem ser encontrados, também, em outras bibliografias que abordem o modelo relacional em banco de dados (Figura 3.5):

- ❖ Relacional, este termo teve origem na matemática e é derivado da palavra relação, logo, o modelo relacional manipula o banco de dados, como uma coleção de relações;
- ❖ Relação pode ser pensada, como uma tabela de valores, ou um arquivo plano (bidimensional);
- ❖ Tupla corresponde a uma linha de uma tabela, quando se pensa numa relação como uma tabela de valores, assim, observa-se numa tupla um conjunto de valores de dados que estão relacionados entre si;
- ❖ Atributo corresponde a uma coluna de uma tabela, tem sempre o mesmo tipo de dado em cada coluna;
- ❖ Cardinalidade é o número de tuplas de uma relação;
- ❖ Grau é o número de atributos de uma relação;
- ❖ Chave primária é um identificador único de uma tabela, será uma coluna ou uma combinação de colunas, que tem a propriedade de que nenhum par de linhas e colunas tenha valores iguais ao desta coluna;
- ❖ Valores, aqui, são os dados do mundo real (que podem ser representados por números, caracteres, dados alfanuméricos, etc.);
- ❖ Base de dados ou banco de dados é um conjunto de relações (tabelas);
- ❖ Domínio é um repositório de valores de atributos (colunas) específicos e de uma relação específica cujos valores se extraem.

Para Setzer (1989), domínio, também, pode ser uma palavra para designar o conjunto de valores que é retirado das células (pares de linha e coluna) de uma relação (tabela).

Para Elmasri, Navathe (2000), domínio é um conjunto de valores atômicos, por atômico entende-se que cada valor do domínio é indivisível.

Na Figura 3.5, há um exemplo ilustrativo de uma relação denominada granulometria, no qual podem ser observados os principais termos referidos anteriormente, que na verdade são simplificações, pois se forem empregados termos formais, às definições vão além das apresentadas.

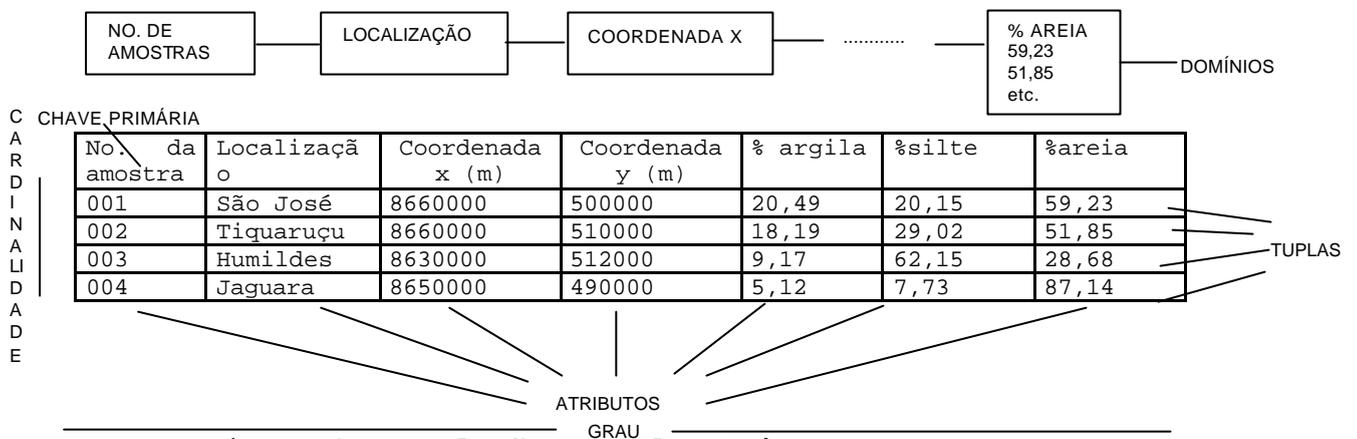


Figura 3.5: **Relação Granulometria**

Fonte: **Baseado em: DATE (1999) e ELMASRI, NAVATHE (2000)**

3.2.3 Características do Modelo Relacional

Setzer (1989), cita algumas propriedades que caracterizam um modelo relacional tradicional, tais como:

- ❖ cada célula de uma relação pode ser vazia ou conter um único valor, ser atômica, monovalorada;
- ❖ a ordem das linhas é irrelevante, isto é, do ponto de vista do usuário;
- ❖ não podem existir duas linhas iguais; cada coluna deve ter um nome; duas colunas distintas devem ter nomes diferentes;

- ❖ a ordem das colunas deve, também, ser irrelevante, visto que estas têm nomes;
- ❖ as tabelas devem ter nomes diferentes uma das outras;
- ❖ os valores de uma relação devem pertencer a um mesmo universo, que é o domínio da coluna;
- ❖ duas colunas podem pertencer ao domínio.

Date (1999) define, ainda, uma propriedade de fechamento que caracteriza um modelo relacional, essa propriedade diz que: qualquer operação (seleção, inserir, apagar, etc.) entre relações (tabelas) sempre resulta em outra relação.

3.2.4 SQL

A Structure Query Language (SQL) é uma linguagem padrão para exploração e comunicação dos dados, utilizada nos sistemas de gerenciamento de banco de dados relacionais.

A SQL é usada como linguagem de definição de dados (DDL) e linguagem de manipulação de dados (DML). Significa uma linguagem estruturada para formulação de consultas ao banco de dados.

3.2.4.1 Comandos Básicos da SQL

Comandos ou operações em SQL são usados para realizar instruções requeridas, por exemplo: atualização ou recuperação dos dados na base de dados. Embora muitos sistemas gerenciadores de banco de dados usem a SQL, a maioria deles tem uma linguagem própria, ou melhor, uma linguagem proprietária, com comandos somente usados no sistema em que foi construída a base de dados. Muitos sistemas usam linguagens proprietárias, como a PL, do SGBD Oracle.

Os comandos mais usados da SQL (SQL, 2001) são:

- *create table*, usado para criar uma nova tabela; pode-se apresentar o formato do comando escrito em SQL:

```
create table "tablename"
("column1" "data type",
"column2" "data type");
```

- *select*, usado para consultar e recuperar dados selecionados com um critério específico; seu formato é:

```
Select [tudo (*) ou destacar a coluna] "column1, column2"
From "nomedataabela"
```

- *insert*, esse usado para inserir ou adicionar uma linha de dados na tabela; seu formato é:

```
insert into "nomedataabela"
primeira coluna....última coluna
value (primeiro valor....último valor);
```

- *delete*, usado para apagar colunas ou linhas da tabela; seu formato é:

```
delete from "nomedataabela"
where "nomedacoluna" Operator " value;
```

- *drop*, usado para apagar uma tabela e todas as linhas dela; o formato é:

```
drop table "nomedataabela";
```

- *update*, usado para atualizar ou mudar colunas por meio de um critério específico, cujo seguinte formato é:

```
update "nomedataabela"
set "nomedacoluna"="novovalor", "próximacoluna" = "novovalor2" ...
where "nomedacoluna" operator "valor" [and | or "coluna" operator
"valor";
```

3.2.4.2 Principais Operadores da SQL

Os operadores usados na SQL são os relacionais, lógicos e aritméticos.

Os relacionais destinam-se a fazer operações condicionais ou de seleção, são estes: = (igual); > (maior que); >= (maior ou igual); < (menor); < = (menor ou igual); < > (diferente); *like* é um poderoso operador, que permite selecionar, apenas, a linha que é especificada, por exemplo: `Select col1, col2, col3`

`From nomedata`

`Where voll like 'er%'`

Os operadores lógicos são usados em operações de decisão, comparação e seleção, resultam das operações falso (false) ou verdadeiro (true). Podem ser destacados os seguintes operadores lógicos: *and*, usados para unir duas ou mais condições, o resultado da operação será verdadeiro (true) se as condições forem verdadeiras; *or*, operador usado para unir duas condições, o resultado da operação será verdadeiro se, pelo menos, uma das condições for verdadeira.

Os operadores matemáticos ou aritméticos são basicamente quatro: + (adição); - (subtração); * (multiplicação); / (divisão) e, ainda, % (módulo).

3.3 Conceitos Iniciais em Banco de Dados Geográficos

Banco de dados denominados de geográficos ou geoespaciais ou somente espaciais são sistemas de gerenciamentos capazes de armazenar e manipular dados com representações geométricas (ponto,

linha e polígonos) e informações referenciadas geograficamente. Na verdade, o banco de dados geográficos é uma especialidade dos bancos de dados espaciais (estes manipulam dados geométricos) em aplicações de geoprocessamento (SILBERSCHATZ;KORTH e SUDARSHAN, 1999).

3.3.1 Termos Usados em Banco de Dados Geográficos

LISBOA FILHO, IOCHPE (1996); ANTENUCCI (1991) apresentam conceitos de alguns termos que aparecem quando se trabalha com banco de dados geoespaciais, conceitos propostos pelo U. S. National Digital Cartographic Standar, enunciados a seguir.

Identidade, os elementos modelados em banco de dados geográficos podem se apresentar em três identidades: as entidades, elementos da realidade; o objeto, que representa, no banco de dados, as entidades, e o símbolo específico para representar a entidade/objeto nos mapas.

Uma entidade pode ser um fenômeno da natureza sem possibilidade de ser dividida em entidades menores, por exemplo, uma cidade, se for dividida não será mais cidade e, sim, bairros ou distritos. As entidades podem apresentar grupos de entidades similares.

Existem alguns tipos de objetos espaciais que podem ser classificados, de acordo com suas dimensões espaciais (Tabela 3.2). Os objetos podem se apresentar em classes, representando um conjunto de entidades, por exemplo, um conjunto de áreas que representa núcleos urbanos.

Atributo é a característica da entidade, normalmente, não-espacial, a que se podem associar valores qualitativos e quantitativos.

Camada (*layer*), os objetos espaciais podem ser agrupados em temas (camadas), por exemplo, um mapa pedológico pode ser uma camada que tem vários objetos espaciais, cujos tipos básicos figuram nesta tabela.

Tabela 3.2: **Tipos Básicos de Objetos Espaciais (LISBOA FILHO, IOCHPE, 1996; ARONOFF, 1993).**

DIMENSÃO	TIPO	DESCRIÇÃO
0D	Ponto	Um objeto com posição no espaço, mas sem comprimento.
1D	Linha	Um objeto tendo comprimento, composto por dois ou mais objetos 0D.
2D	Área	Um objeto com comprimento e largura, limitado por, pelo menos, três objetos 1D.
3D	Volume	Um objeto de comprimento, largura e altura, limitado por, pelo menos, quatro objetos 2D.

3.3.2 Características de um Banco de Dados Geográficos

Os bancos de dados geográficos diferem dos bancos de dados não-geográficos em alguns aspectos, ora citados:

Os dados manipulados têm características especiais, podendo: ser qualitativos e quantitativos; possuir localização geográfica e uma geometria; ter um relacionamento topológico, isto é, relações de vizinhança espacial; possuir um componente temporal, com características sazonais, temporais ou periódicas.

Os dados podem aparecer em três categorias: convencionais, comum a qualquer SGBD, usados para descrever os objetos; espaciais que descrevem a geometria, a localização e os relacionamentos topológicos dos objetos; e os dados pictóricos, que armazenam imagens, segundo Siberschatz, Kiorth, Sudarshan (1999); Gatrell (1994); Burrough (1990).

A aquisição dos dados geográficos passa pela obtenção dos dados. As principais fontes de obtenção dos dados geográficos são os mapas e o levantamento de campo, esse último, o principal processo para aquisição de dados. Mas, o grande problema é a entrada dos dados

que, cada vez, se torna mais complexa. Atualmente, existem vários métodos de aquisição de dados tais como: a digitalização em mesas ou com base em materiais obtidos por scanner e GPS.

O **armazenamento** dos dados geográficos envolve a maneira como os dados serão modelados, os tipos de objetos gráficos utilizados, os tipos de relacionamentos entre os objetos espaciais (gráficos), a topologia dos objetos e os modelos de representação dos dados.

Os tipos de objetos gráficos apresentados anteriormente são os pontos, as linhas e os polígonos, e, ainda, tem a representação das entidades em superfícies contínuas, como é o caso dos modelos digitais de terreno e imagens (satélite, aerofotos, radar, etc.).

Os dados descrevem a complexa realidade geográfica por meio de registros ou de objetos de um banco de dados, para tanto, os modelos de dados geográficos apresentam-se sob diferentes tipos, tais como:

- a) amostragem regular e irregular de pontos, que é uma base de dados com valores pontuais e de diferentes localizações;
- b) contornos, que são uma base de dados com um conjunto de linhas, e cada linha possui um valor associado;
- c) polígonos são áreas que poderão ser divididas por vários polígonos menores, com localização e um valor pertencente a cada polígono;
- d) grade de células, na qual se tem uma área dividida em vários quadrados, formando uma malha regular, cada quadrado tem um valor em toda sua extensão, como exemplo, tem uma imagem, rede triangular irregular. Neste último caso, a área é dividida em triângulos, no vértice do triângulo tem o valor da célula, segundo Burrough (1990); Tomlin (1994).

Quanto ao tipo de relacionamento, os dados geográficos podem ser: os usados para construção de objetos complexos com base nos objetos mais simples; os que podem ser calculados com apoio em coordenadas; e os que precisam ser fornecidos no momento da entrada de dados e, assim, passam a existir os relacionamentos entre os objetos espaciais (pontos, linhas e polígonos).

Com relação à topologia (ramo da geometria que se baseia na noção de um espaço não-quantitativo e, no qual, apenas se consideram as relações de posição dos elementos das figuras), os bancos de dados espaciais que armazenam esse relacionamento entre os objetos gráficos podem proporcionar a realização de análises geográficas e espaciais, aos dados armazenados.

Quanto aos modelos de representação dos dados geográficos, podem ser observadas duas abordagens: a matricial ou raster, em que a informação é vista como uma grande massa e que é dividida em uma grade regular; e a vetorial, cuja informação é tratada como objetos gráficos (pontos, linhas e polígonos).

3.3.3 Modelagem Conceitual para Banco de Dados Geográficos

Uma abordagem clássica para projeto em banco de dados compreende três subprojetos: o conceitual, o lógico e o físico. No projeto conceitual, deve-se elaborar um esquema com requisitos para descrever os dados da aplicação. Assim, pode-se apresentar um estudo sobre modelagem em banco de dados geográficos, enfatizando o modelo conceitual direcionado a objeto, pois esse representa melhor os elementos do universo geográfico que o MER (NASSU, SETZER, 1999).

O processo de modelagem conceitual de banco de dados compreende uma descrição da definição dos possíveis conteúdos dos dados, além de estruturas regras a eles aplicáveis. A maioria dos modelos conceituais são baseados no formalismo entidade-relacionamento e na orientação a objetos.

O modelo conceitual direcionado a objeto é representado por uma linguagem chamada léxica e por uma notação gráfica, esta última é mais adequada ao entendimento e à comunicação entre os seres humanos. Na Figura 3.6, pode-se notar como, genericamente, se processa a modelagem conceitual direcionada a objeto.

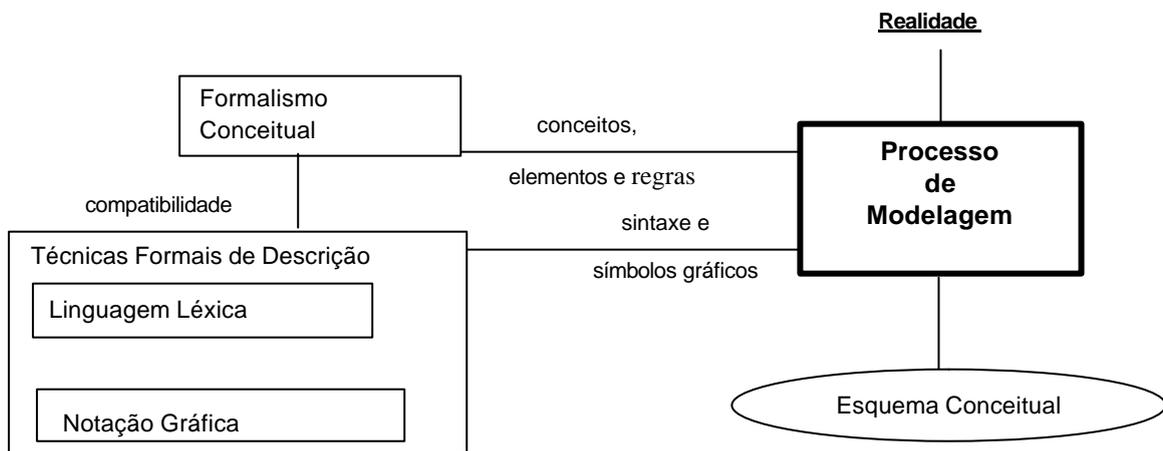


Figura 3.6: **Processo de Modelagem Conceitual**
 Fonte: LISBOA FILHO et al (1999).

Numa modelagem orientada a objeto o banco de dados pode ser visto como um modelo abstrato de uma porção da realidade.

Para modelar uma base de dados conceitualmente, necessita-se de mecanismos de abstração.

No modelo orientado a objeto, têm-se os seguintes mecanismos de abstração: classificação, processo pelo qual os objetos que representam elementos semelhantes têm suas propriedades descritas em uma única classe; generalização e especialização, onde as classes que descrevem objetos semelhantes podem ser generalizadas em uma

nova classe ou (especialização) serem detalhadas a partir de classes genéricas; associação, nesta, os relacionamentos entre os objetos são especificados e, por fim, a agregação que é um tipo especial de associação em que se tem um objeto geral (complexo), que é formado por outros objetos (LISBOA FILHO et al, 1999; PENDER, 2004).

Na Figura 3.7, podem ser verificados os elementos utilizados para fazer a notação gráfica para o diagrama de classes, definidos em uma modelagem orientada a objeto. A linguagem utilizada para esta notação é a Unified Modeling Language (UML).

Para auxiliar a modelagem conceitual em um banco de dados geográficos, Lisboa Filho, Costa, Iochpe (2001) propõem o GeoFrame (Figura 3.8), que é um framework conceitual que fornece um diagrama de classes, este é um projeto genérico em um domínio que pode ser adaptado a aplicações específicas, servindo, assim, de molde para a construção de aplicações (PENDER, 2004).

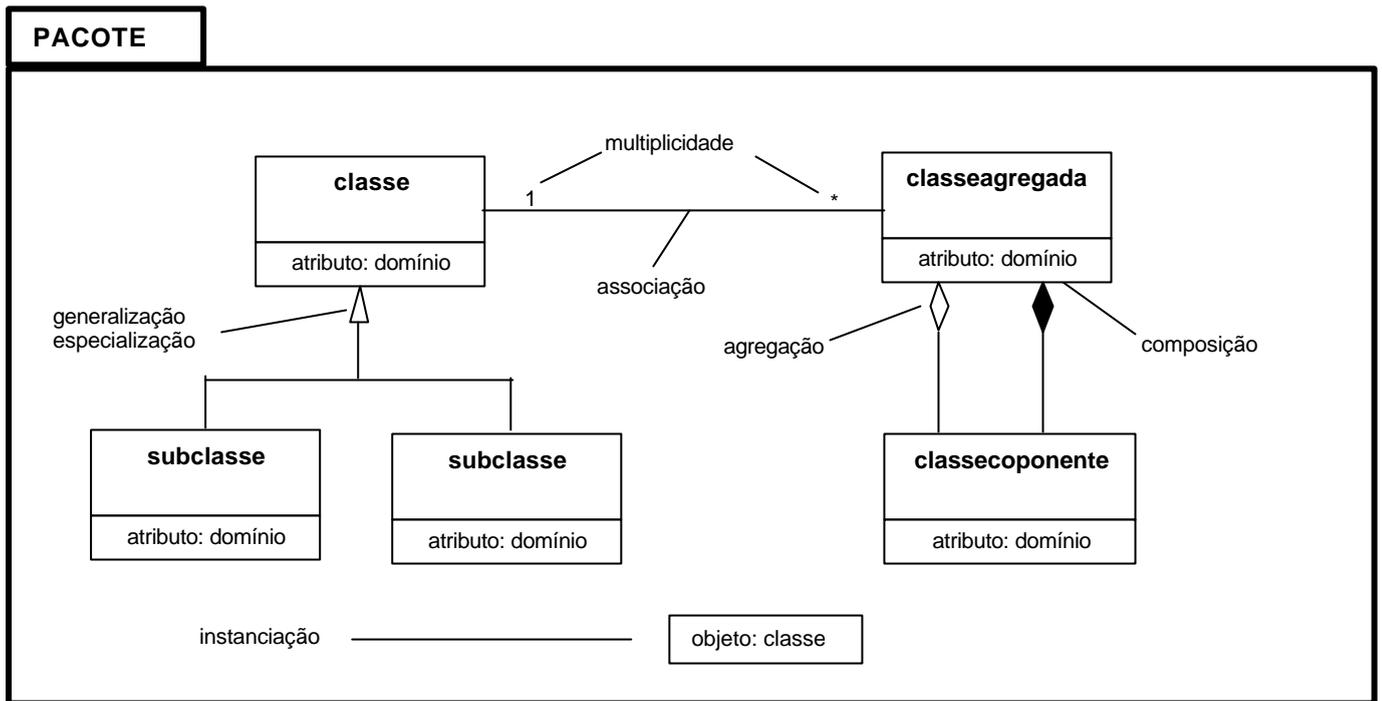


Figura 3.7: Notação Gráfica do Diagrama de Classes.
 Fonte: LISBOA FILHO et al (1999); PENDER (2004).

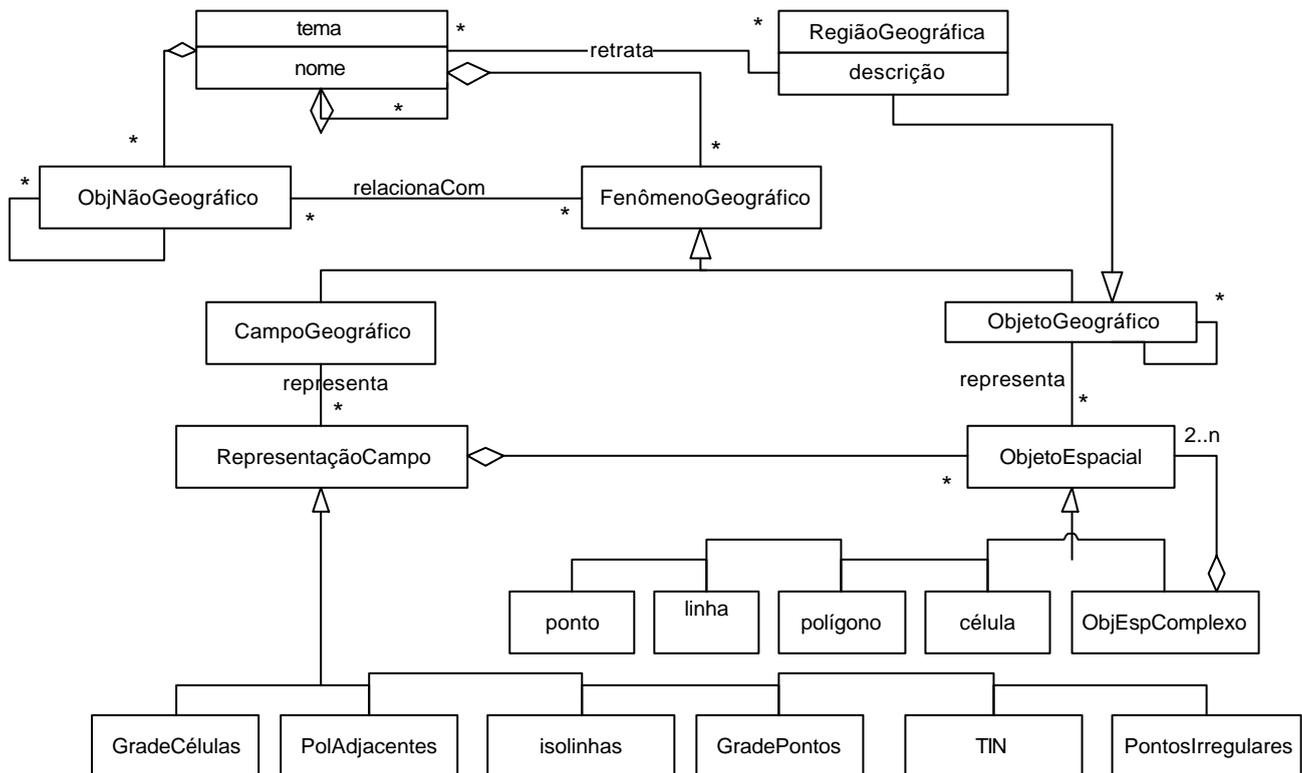


Figura 3.8: Diagrama de Classes do GeoFrame.
 Fonte: LISBOA FILHO, COSTA e IOCHPE (2001); PENDER (2004).

3.4 Aplicação de Bancos de Dados.

Atualmente, o uso de banco de dados se faz presente em atividades mais diversas desde as atividades científicas (bancos de dados de imagens médicas), comerciais (os sistemas bancários de armazenamento das contas correntes) e até as pessoais/domésticas (agenda telefônica).

Neste item, destacam-se duas utilizações muito importantes para o mapeamento geotécnico, que são o sistema de informação geográfica (SIG) e o sistema de suporte à decisão (SSD).

Em SIG, os bancos de dados são usados em sua estrutura interna, que é composta por banco de dados interligados (bancos de dados descritivos, banco de dados geoespacial), e esses bancos de dados podem ajudar estruturalmente os SIGs para a realização de análises geográficas.

Além disso, atualmente, os SIGs suportam a elaboração de tabelas que podem ser conectadas aos mapas e realizam consultas que, muitas vezes, resultam em outro mapa ou em uma tabela.

No caso do SSD, o que se processa, na verdade, são consultas ao banco de dados porém, consultas mais refinadas, detalhadas, complexas e específicas (SILBERSCHATZ, KORTH, SUDARSHAN, 1999) e que, normalmente, não são escritas na linguagem SQL, pois esta linguagem não as suporta. A linguagem SQL realiza apenas consultas básicas.

4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O primeiro software considerado como sistema de informação geográfica (SIG) foi o Canadian Geographic Information System (CGIS), desenvolvido por R. Tomlinson na década de 1960, com a finalidade de automatizar a realização de um cadastramento agrário (COPPOCK, RHIND, 1994). Mas, anteriormente a este, existiram muitos outros programas, desenvolvidos, sobretudo nos Estados Unidos, nenhum, todavia, com a abrangência nem com o ideal de um SIG, isto é, os programas iniciais não realizavam análise da informação geográfica, apenas ajudavam a desenhar.

No final da década de 1970, a indústria da informática começa a amadurecer e, no início da década de 1980, surgem as primeiras versões comerciais dos primeiros sistemas informatizados (MENEQUETTE, 2001). Deste modo, no final da década de 1980 e durante a de 1990, registrou-se um grande aumento no uso de SIG nas atividades cartográficas e similares, em paralelo à disseminação dos computadores pessoais.

A história dos SIGs caminha com a própria evolução da informática, até se pode dizer que desde o emprego das primeiras máquinas de calcular para processar os dados geográficos do censo americano, no final do século XIX até os atuais Pentium.

No Brasil, a iniciativa para o emprego do SIG teve lugar quando da criação da Comissão de Atividades Espaciais na década de 1960 a qual, mais tarde, se transformou no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Mas, os primeiros trabalhos desenvolvidos no INPE foram, em sua maioria, em sensoriamento remoto.

4.1 Definição de SIG

Na literatura, aparecem muitas definições de sistema de informação geográfica (SIG), em relação as quais verifica-se duas linhas de pensamento: uma que pensa um SIG como apenas um software e outra que o pensa como uma ferramenta mais abrangente que envolve pessoas e instituições. Neste estudo, o SIG será analisado do ponto vista do programa (software). Maguire (1994) apresenta uma tabela que contém vários conceitos (Tabela 4.1), na qual se podem notar as duas abordagens. Outras definições interessantes serão apresentadas aqui, nas quais se pode observar, também, essa dualidade.

❖ De acordo com Meira e Calijuri (1995), sistema de informação geográfica é uma coletânea organizada de hardware, software, dados geográficos e pessoas (usuário), idealizado para capturar, armazenar, atualizar, manipular e analisar, de maneira eficiente, todas as espécies de informações referenciadas geograficamente.

❖ Para Phil Parent (1988, citado por Antenucci et al, 1991), SIG é um sistema que contém dados espacialmente referenciados que podem ser analisados e convertidos em informação para um conjunto específico de finalidades ou aplicações. A grande vantagem de um SIG é a análise dos dados para produzir uma nova informação.

❖ Francis Hanigan (1988, citado por Antenucci et al, 1991) descreve o SIG como um sistema de gerenciamento da informação que pode: coletar, armazenar e recuperar a informação baseada em sua localização geográfica; identificar localizações de um alvo ambiental apoiado em um critério específico; explorar relações entre os dados nesse ambiente; facilitar a seleção e a passagem de dados para uma aplicação específica com modelos de análises capazes de

avaliar o impacto das alternativas de escolhas e mostrar o ambiente selecionado geográfica e numericamente, antes e depois da análise.

Tabela 4.1: **Definições de SIG (modificada de MAGUIRE, 1994).**

AUTOR	DEFINIÇÃO
DOE (1987)	Um sistema para capturar, armazenar, checar, manipular, analisar e mostrar os dados que são espacialmente referenciados na Terra.
ARORNOFF (1989)	Um processo manual e automatizado que envolve um conjunto de procedimentos usados para armazenar e manipular dados geograficamente referenciados.
CARTER (1989)	Uma entidade institucional que reflete uma estrutura organizacional que integra a tecnologia com a base de dados, especialistas e um suporte financeiro.
PARKER (1988)	Uma tecnologia da informação que armazena, analisa e mostra dados espaciais e dados não-espaciais.
DUEKER (1979)	Um caso especial de sistema de informação em que a base de dados é constituída de observações de aspectos espacialmente distribuídos, atividades ou eventos, que são representados por pontos linhas ou áreas. Um SIG manipula dados sobre estes pontos, linhas e áreas e recupera dados para consultas e análise ad hoc.
SMITH et al. (1987)	Um sistema de banco de dados em que a maioria dos dados é espacialmente indexada e que um conjunto de procedimentos são realizados para atender as consultas sobre entidades espaciais no banco de dados
OZEMOY, SMITH, SCHIMAN (1981)	Um conjunto de funções automatizadas, com avançada capacidade para o armazenamento, manipulação e recuperação dos dados geograficamente localizados.
BURROUGH (1986)	Um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformando e mostrando dados espaciais para o mundo real.
COWEN (1988)	Um sistema suporte decisão que envolve a integração de dados espacialmente referenciados e uma solução para problemas ambientais.
KOSHKARIOV, TIKUNOV, TROFIMOV (1989)	Um sistema com uma avançada capacidade de modelar geograficamente.
DEVINE, FIELD (1986)	Uma forma de sistema de gerenciamento da informação que permite mostrar mapas das informações gerais

Em face das várias definições de SIG, pode-se verificar que existem alguns termos-chave que lhes dizem respeito, tais como: mapeamento automatizado, gerenciamento de recursos e análise de redes, sistema de informação do uso do solo, cadastro de multifinalidades, projeto auxiliado por computador (CAD).

Na Figura 4.1, pode-se observar como esses termos estão associados, outros termos, portanto, ocorrem, quando se fala em SIG, como, geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Geoprocessamento ou geomática, ou ainda, geoinformatização pode ser definido como um conjunto de técnicas computacionais

relacionadas com a coleta, o armazenamento e o tratamento de informações espaciais e geográficas (georreferenciadas, ou melhor, referenciadas geograficamente), para que sejam usadas em sistemas específicos para cada aplicação.

Sensoriamento remoto é uma ferramenta para obtenção e análise da informação fornecida por dispositivos distantes dos materiais (naturais ou não), objetos ou fenômenos na superfície da Terra.

Um sistema de informação geográfica conta com a integração de três diferentes aspectos da computação, isto é: o gerenciamento de uma base de dados, com dados gráficos ou não-gráficos; as rotinas para manipulação; a visualização e a elaboração de representação gráfica de dados; e os algoritmos e técnicas que facilitem a análise espacial.

Sendo assim, pode-se chegar à conclusão que um SIG está intrinsecamente associado com outros ramos, como, a cartografia automatizada, o sistema de gerenciamento de banco de dados, o sensoriamento remoto e o CAD (Figura 4.2).

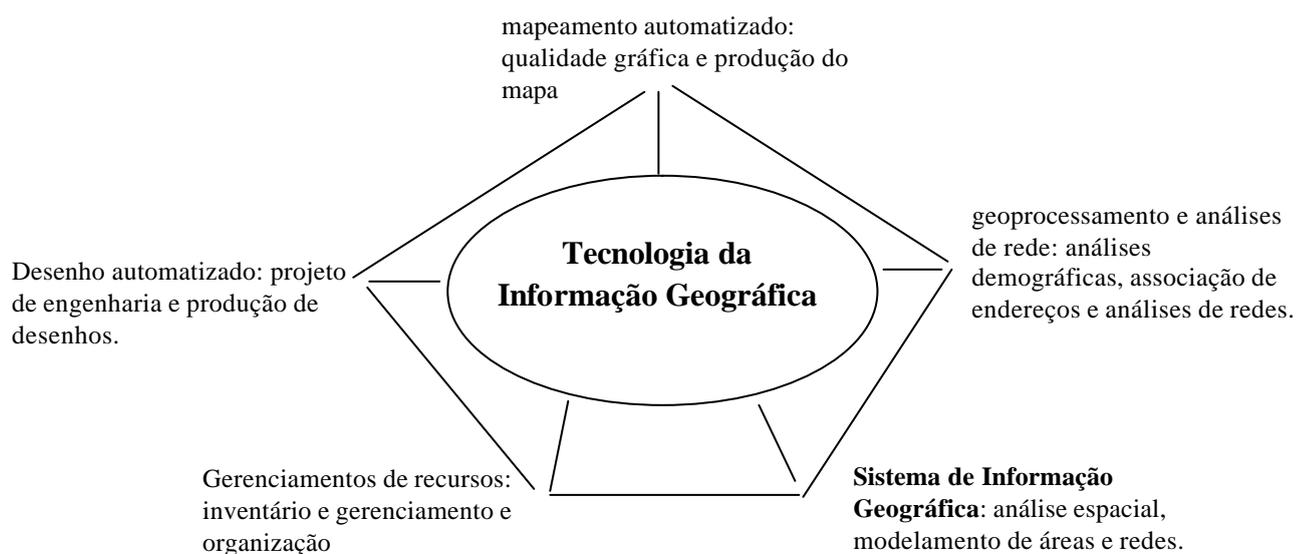


Figura 4.1: **Terminologias Associadas com SIG**
 Fonte: **ANTENUCCI et al (1991)**.

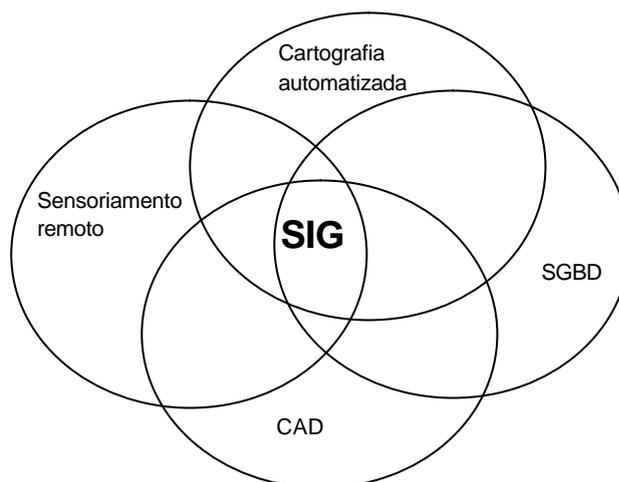


Figura 4.2: **Relação entre SIG e Outras Áreas Correlatas**
 Fonte: **MAGUIRE (1994)**.

4.2 Características Gerais de um SIG

Como anteriormente foi relatado, o SIG tem características peculiares, próprias, o que justifica fazer abordagem exclusiva para este aplicativo.

Assim, para caracterizar um SIG têm-se os elementos básicos, tais como: o equipamento, os programas e os dados. Alguns autores ainda citam como elemento: o usuário e o ambiente que o envolve. Souza (1994) considera quatro os componentes de um SIG: o hardware, o software, a base dados e o usuário, que é designado como *liveware*.

Para que um SIG desempenhe suas funções com êxito, deve-se ter os seguintes componentes básicos: subsistema de armazenamento e recuperação dos dados, que organizam os dados espaciais, dando a capacidade de acesso rápido e atualização da base de dados; subsistema de manipulação e análise de dado, que geram estimativas, modelagens e simulações e o subsistema de relatório dos dados, no qual se tem a saída sob a forma de tabelas, mapas, gráficos ou figura, e este reúne dados originais e manipulados (MEIRA E CALIJURI, 1995).

Paredes (1994) considera os seguintes elementos do SIG: o **usuário**, que faz parte do SIG, realizando tarefas complexas, como as análises espaciais e as modelagens; o **sistema**, que proporciona a entrada de dados, consultas, análise e manipulação dos dados, visualização e geração dos resultados produzidos; **banco de dados**, que registra e armazena as informações e, por fim, o **mundo real**, que envolve todas as aplicações do SIG e dos elementos nele contidos.

4.2.1 Estrutura Interna de um SIG

A estrutura interna do software SIG é, sobretudo, composta por bancos de dados que, por sua vez, organizam o armazenamento das informações por meio de registros e campos. Alguns registros descrevem a posição e a forma de um determinado elemento no globo terrestre, e outros descrevem os atributos gráficos e não-gráficos do elemento.

Muitos SIGs usam banco de dados para armazenar, tanto as informações das características dos dados comuns a qualquer banco de dados (dados descritivos - números e alfanuméricos), quanto às informações que têm dados gráficos (bancos de símbolos, linhas, pontos e polígonos), dados locais (coordenadas geográficas, que localizam a informação no globo terrestre) e, ainda, os relacionamentos entre esses. Ao armazenar os relacionamentos, os SIGs tornam-se capazes de realizar análises, sejam elas geográficas ou não.

Na verdade, os SIGs são bancos de dados interligados, que possuem um sistema de gerenciamento de banco de dados para manipular os dados não-geográficos, geográficos (locais), espaciais

(gráficos) e as relações entre si. Este sistema faz uma conexão entre os bancos de dados (não-geográficos, geográficos, espaciais) para permitir a visualização e produzir mapas, tabelas e gráficos.

Segundo Alves (1989), um SIG incorpora dados com diversas características e representações; assim, podem-se diferenciar os formatos de dados, tais como: o vetorial e o matricial ou raster, modelos numéricos de terreno e dados tabulares. Esse aspecto faz com que o SIG seja um software muito utilizado e sua estruturação interna seja bastante complexa.

Davis, Câmara (2000) relatam que o requisito de armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos, representa uma dualidade básica aos SIGs. Para cada objeto geográfico, o SIG precisa armazenar seus atributos e as várias representações gráficas associadas.

Segundo esses autores e Silva (2002), o SIG está estruturado internamente, de maneira geral, para proporcionar melhor uma interface com o usuário, entrada e integração de dados, funções de consulta e análise espacial, visualização e impressão e armazenamento e recuperação de dados.

Para operacionalizar tais funções, os SIGs podem se apresentar com as seguintes estruturas internas (DAVIS, CÂMARA, 2000; SILVA, 2002):

- **SIG convencional** ou a arquitetura dos primeiros SIGs, essa forma de estrutura interna de armazenamento das informações gerencia, separadamente, as entidades gráficas e as alfanuméricas. Essa arquitetura armazena a parte gráfica da informação, em estruturas de dados concebidas e implementadas dentro do ambiente interno do

próprio SIG; como exemplo dessa forma de arquitetura, a estrutura básica do ARC INFO.

- **Arquitetura dual** é similar á dos primeiros SIGs, mas utiliza um gerenciador de banco de dados alfanumérico externo, tipicamente relacional.
- **Arquitetura de SIG baseada em CAD**, os elementos gráficos são manipulados por um pacote de CAD que geralmente, é externo ao SIG, enquanto que os dados alfanuméricos são gerenciados por um SGDB externo.
- **Arquitetura de um SIG relacional**, os dados gráficos e alfanuméricos são armazenados em um banco de dados relacional de forma integrada e externa ao SIG.
- **Arquitetura de SIG baseada em imagens**, as informações gráficas são, geralmente, armazenadas como arquivos independentes, em razão de grande volume, interage com um banco de dados externo, por meio de vetores que são definidos sobre a imagem, como exemplo, tem-se o IDRISI.
- **Arquitetura de SIG integrado** (matrizes-vetores), o gerenciamento dos dados gráficos e tabulares é separado. O armazenamento de gráficos é feito por estruturas proprietárias; o armazenamento dos dados alfanuméricos é feito em banco de dados relacional e tem a capacidade de processar dados vetoriais, grades e imagens, como exemplos, tem-se o SPRING, ARCINFO e o ARC-VIEW.

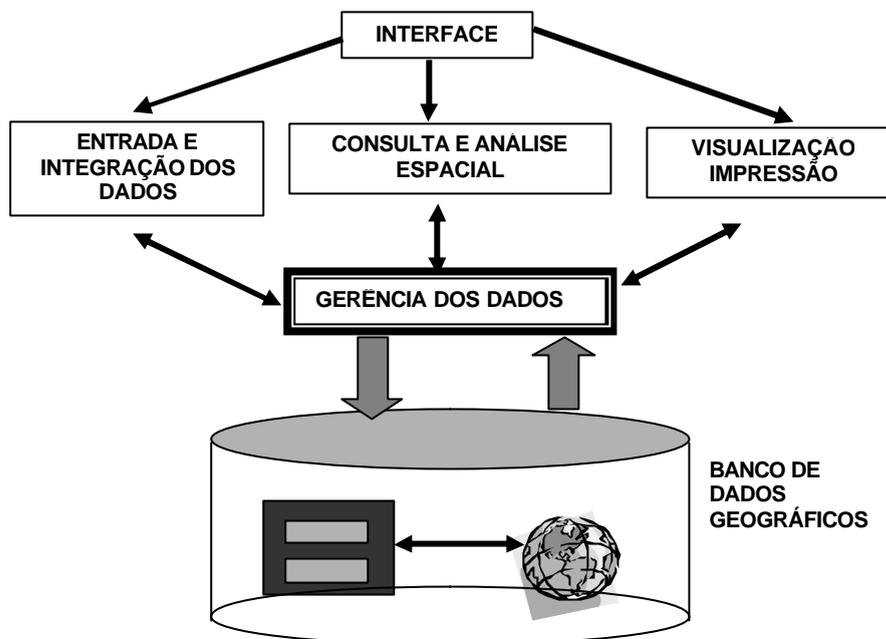


Figura 4.3: Estrutura Interna Básica de um SIG
 Fonte: DAVIS, CÂMARA (2000).

4.2.2 Manipulação da Informação no SIG

Para fazer as análises dos dados, o SIG executa algumas etapas que são reunidas em quatro grandes grupos (LISBOA FILHO, IOCHPE, 1996; ARONOFF, 1995): manutenção e análise de dados espaciais, manutenção e análise de atributos descritivos, análise integrada de dados espaciais e descritivos e formatação de saída.

Na manutenção e análise de dados espaciais, tem-se um pré-processamento, no qual os dados são organizados e preparados para análises posteriores. Logo, nessa etapa são executadas estas operações:

- ❖ Transformação de formato, quando os arquivos importados para SIG são convertidos para formatos internos próprios ao SIG em uso.
- ❖ Na transformação geométrica, são utilizadas funções que definem ou ajustam as coordenadas terrestres em um mapa.
- ❖ Na transformação entre projeções geométricas, se as informações de entradas possuem projeções diferentes, essas são ajustadas para uma mesma projeção e, assim, podem-se realizar as operações.

- ❖ O casamento de bordas é realizado quando a área em estudo está distribuída em mais de uma folha ou o mapa é maior que a área útil do scanner ou da mesa digitalizadora, assim é realizada a junção das bordas entre as coberturas adjacentes, em que os objetos que ultrapassarem os limites de uma cobertura têm suas coordenadas ajustadas nos limites.
- ❖ Edição de elementos gráficos é utilizada para adicionar, eliminar e modificar posições geográficas de objetos no mapa.
- ❖ A redução de coordenadas tem o objetivo de diminuir a quantidade de pares de coordenadas pertencentes às linhas.

Manutenção e análise de atributos descritivos (não-cartográficos) diz respeito ao armazenamento de informações descritivas independentes das informações espaciais para que se possam realizar operações, sem a necessidade de acessar as informações espaciais e, deste modo, essa função envolve outras duas: a edição e a consulta dos atributos descritivos.

A edição de atributos descritivos possibilita a alteração dos dados descritivos sem que os dados geoespaciais sejam afetados. A consulta aos dados descritivos de forma separada dos dados espaciais possibilita que seja realizado o acesso à informação mais facilmente.

Na análise integrada de dados espaciais e descritivos, o SIG mostra seu principal potencial, que é conseguir realizar operações de análise espacial, envolvendo dados espaciais e descritivos. Para realizar essa operação, o SIG executa outro conjunto de funções agrupadas nas seguintes categorias: recuperação/classificação/medidas; sobreposição; vizinhança e conectividade.

A função de recuperação/classificação/medidas é realizada separadamente. Assim, a função de recuperação de dados envolve a busca seletiva, a manipulação e a geração de resultados, sem alterar os valores anteriormente armazenados no banco de dados.

A classificação é utilizada para unir objetos espaciais, de acordo com algum padrão. Enquanto a generalização é um processo inverso, no qual as classes mais específicas são agrupadas para formar classes mais genéricas.

Funções de medidas são realizadas nos objetos espaciais, como, pontos, linhas, polígonos e conjunto de células. Algumas operações, como, cálculo da distância entre dois pontos, comprimento de linhas ou cálculo de áreas, podem ser citadas.

A função de sobreposição de camadas ou *overlay* é executada por meio de operações aritméticas (soma, subtração, multiplicação ou divisão) ou por operações lógicas (e, ou e ou exclusivo), em duas ou mais camadas (*layer*) de dados. Trata-se de uma das operações mais utilizadas na realização da análise espacial.

Na função de vizinhança, são avaliadas as características de uma área circunvizinha, em relação a uma determinada localização. Mas, para executar essa função, existem três parâmetros básicos: uma ou mais localizações-alvo; uma definição de área circunvizinha e uma função a ser executada sobre os objetos. Assim, as funções de vizinhança envolvem as seguintes subfunções:

- busca - localiza e calcula os elementos; identificação de linhas - em - polígonos e pontos - em - polígonos;
- funções topográficas - são declives, aspecto, gradiente, ângulo azimutal, etc., são representadas por diferentes modelos numéricos de terreno;

- funções de interpolações - geração de contorno, em que são usadas para representar superfícies, linhas de contorno com o mesmo valor.

Funções de conectividade são as que se baseiam em três argumentos: especificação do tipo de interconexão existente entre objetos espaciais; conjunto de regras que especificam os tipos de movimentos possíveis; unidades de medida (km, m, kg, etc.). Essas funções envolvem outras, como:

- medidas de contigüidade - são funções que avaliam características de objetos espaciais que estão sendo conectados;
- funções de proximidades - permitem a análise da aproximação, em que estão associadas à geração de uma zona ao redor dos objetos espaciais (*buffer*);
- função de rede - é usada para solucionar problemas, como a otimização de rotas, alocação de recursos e prognóstico de carga da rede;
- funções de intervisibilidade - permitem a identificação de áreas que podem ser visíveis baseadas em localizações específicas.

Para finalizar, as funções de análise da informação em SIG, tem-se a função de saída que envolve formatações cartográficas das quais podem ser citadas: anotações diversas em mapas, posicionamento de rótulos, padrões de textura e estilos de linhas e símbolos gráficos.

4.3 Utilização de SIG

O SIG é um software desenvolvido para auxiliar na manipulação da informação geográfica, assim, sua estrutura interna foi projetada para armazenar, manipular (trabalhar, tratar) e fazer análises com

dados geográficos. Portanto, pode-se dizer que o SIG é utilizado em cartografia geral (seja básica ou temática), planejamento urbano, gerenciamento dos recursos naturais, análises ambientais, entre outras finalidades.

Na literatura científica, existem diversos exemplos de aplicações do SIG nas variadas áreas, por exemplo, o do Projeto Nacional de Conservação, Manejo e Pesquisa das Tartarugas Marinhas (TAMAR), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), assim foi montado um projeto em SIG, para integrar as diferentes bases de dados em um banco de dados único e pretende disponibilizar os dados na Internet (FatorGIS, 2003).

Atualmente, as aplicações do SIG estão voltadas para criar um ambiente de integração de dados, todos os dados (espaciais e não-espaciais) reunidos em um só projeto, além disso, a disponibilização dos dados na rede internacional de comunicação, *Internet*, também chamada de SIG-WEB. Outro tipo de aplicação é a criação de pequenos aplicativos com ferramentas do SIG, os chamados *small GIS*.

Alguns SIGs, mais atuais, disponibilizam ambientes com linguagens próprias dos sistemas, para o desenvolvimento de pequenas aplicações, como exemplo, pode-se citar o trabalho desenvolvido por Augusto Filho, Akiossi, Kertzman (2002) que elaboraram um sistema de gerenciamento de passivo ambiental, com auxílio do SIG ARCVIEW.

Uma interface gráfica foi desenvolvida utilizando uma linguagem de programação proprietária, chamada Avenue, isto é, do próprio SIG, ARCVIEW. Assim, a consulta às informações do passivo ambiental tornou-se mais rápida e ilustrativa, sem a necessidade de treinamento especial de pessoal para uso do aplicativo.

O exemplo citado mostra uma nova tendência do uso de SIG em cartografia, que é a criação de um ambiente próprio para uma aplicação específica aos dados armazenados, o que leva à criação do chamado "small GIS" (CÂMARA et al, 2003). Os "small GIS" são pequenas aplicações com dados geoespaciais.

4.3.1 Uso de SIG em Mapeamento Geotécnico

Em mapeamento geotécnico, utiliza-se SIG essencialmente para auxiliar na elaboração das cartas, isto é, na construção da carta propriamente dita e em algumas análises geotécnicas (estatísticas, paramétricas e determinísticas).

Para exemplificar o uso do SIG em mapeamento geotécnico, ora passa a ser citados alguns autores que se utilizaram desta ferramenta.

Romão e Souza (1996) empregaram os recursos de geoprocessamento, no caso SIG, produtos de sensoriamento remoto e programa para manipular os produtos de sensoriamento remoto, e o SIG utilizado SGI, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), foi o programa para manipulação dos produtos de sensoriamento remoto foi o SITIM, igualmente, desenvolvido pelo INPE.

O mapeamento, a que se vem referir, abrangeu a área de 110km², envolvendo um bairro da região administrativa de Taguatinga, no Distrito Federal, denominada Águas Claras. A finalidade desse trabalho foi elaborar documentos que orientassem o planejamento da expansão urbano-residencial.

Viviane, Sória, Silva (1998) realizaram um estudo a respeito das estradas rurais não-pavimentadas do município de São Carlos, região

central do Estado de São Paulo, fazendo uso da tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas (no caso deste trabalho foi utilizado o SIG TransCAD) e um programa para digitalizar os mapas (AUTOCAD).

Os dados básicos levantados sobre o município em foco foram: curvas de nível, pedologia, estradas não-pavimentadas, limites do município e da área urbana. As informações foram obtidas mediante um levantamento de campo.

Assim, com o auxílio dos recursos disponíveis na tecnologia do SIG utilizado, os autores desse trabalho: elaboraram diversos mapas temáticos; identificaram facilmente os pontos mais críticos, por meio do módulo de consulta condicionada; por meio do módulo de interseção, obtiveram a pedologia de cada trecho da estrada. Ainda com a base de dados das curvas de nível, elaboraram o modelo digital do terreno onde foram gerados mapas temáticos, como os de grade de pontos cotados e dos gradientes da região.

Lopes, Pejon (2001) realizaram uma análise dos aspectos do meio físico das bacias do Rio Passa Cinco e do Rio da Cabeça, ambos afluentes da margem direita do Rio Corumbataí. Os aspectos do meio físico analisados foram substrato rochoso, materiais inconsolidados, pedologia, declividade. Foi elaborada a Carta de Extensão do Menor Percurso da Água Superficial (CEMPAS). Tudo representados na escala de 1:50.000.

Os procedimentos metodológicos empregados nesse estudo seguiram a proposta metodológica de cartografia geotécnica desenvolvida no Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos EESC-USP (Zuquette, 1987), além dos fundamentos básicos da cartografia geoambiental.

O IDRISI foi utilizado como Sistema de Informação Geográfica, sobretudo, por seu potencial de manipulação das informações (armazenamento, recuperação, tratamento). Na análise dos aspectos, assim como na manipulação das informações dentro do SIG, foram consideradas todas as restrições e potencialidades do meio, com a principal finalidade de manutenção da qualidade ambiental do meio físico.

Como resultado final das análises realizadas, pôde-se chegar a obtenção de alguns documentos cartográficos derivados e interpretativos, como, a Carta de Potencial à Infiltração, a Carta de Susceptibilidade à Erosão e a Carta de Potencial Agrícola.

Mendes, Lorandi (2004) utilizaram o SPRING 4.0, desenvolvido pelo INPE, para realizar o mapeamento do potencial de colapso dos solos do município de São José dos Campos, envolvendo uma área de 61km².

Para elaboração da carta de potencial de colapso dos solos, foram considerados os resultados dos ensaios edométricos (adensamento) com inundação. As condições hidrológicas e topográficas da área de estudo também foram analisadas. Chegou-se à conclusão que, na área urbana, existiam regiões predominantemente representadas por classes: severa e restritiva, com área de 24,4km² e 10,5 km².

As regiões foram classificadas em: favorável, o potencial de colapso do solo será insignificante; moderada, o potencial de colapso do solo poderá ter magnitude apreciável; severa, o potencial de colapso do solo será alto, e, restritiva, o potencial de colapso do solo atingirá uma magnitude muito elevada.

5 BANCOS DE DADOS EM CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA

Atualmente, verifica-se o uso de banco de dados em cartografia geotécnica com uma freqüência considerável, pois existem muitas vantagens em armazenar as informações geotécnicas em banco de dados e na forma digital.

Uma das vantagens é a facilidade na análise da informação por outros programas, seja a análise estatística, a determinística ou a paramétrica. Em cartografia geotécnica, os bancos de dados, normalmente, são acoplados a SIGs que fazem as análises geográficas em cartografia geral.

A aplicação de banco de dados em cartografia e ou mapeamento geotécnico abrange várias áreas da Geotecnia: ambiental, mecânica dos solos, movimento de massa e outras.

Para melhor verificar a utilização do banco de dados em cartografia geotécnica e/ou mapeamento geotécnico. Os exemplos citados adiante ilustram a versatilidade que caracteriza essa aplicação.

Zuquette (1987); Ferreira (1988) fizeram uma abordagem a respeito do uso de bancos de dados em Geotecnia, no final da década de 1960, na década de 1970 e no início da década de 1980. No relato desses autores, pode-se constatar que o uso dos bancos de dados difundiu-se, sobretudo, na Europa e na América do Norte, no que se destacando a Inglaterra, a França e os Estados Unidos.

Nos bancos de dados então mencionados, ficou constatado que, para elaboração da base de dados, fez-se uso de linguagens de programação e, não, de sistemas de gerenciamento de banco de dados, assim como, para as análises dos dados, utilizaram-se as linguagens

de programação, o que dificultava as análises espaciais, ou seja, não se utilizavam sistemas de informações geográficas.

Eis alguns dos sistemas (bancos de dados) relatados por Zuquette (1987); Ferreira (1988):

- ❑ Sistema GERET usado na Itália, na região de Veneza, com informações de logs de sondagens, em 1979;
- ❑ Sistema GEOSYS (CRIPPS) utilizado na Inglaterra para armazenar logs de sondagens, em 1978;
- ❑ Bancos de dados usados na França, no Laboratório des Ponts et Chaussées, utilizavam dados de logs de sondagens, em 1969;
- ❑ Bancos de dados baseados em registros de sondagens para a área de Edinburgh na Escócia, em 1971;
- ❑ Bancos de dados provenientes de logs de sondagens da Escócia Central, em 1971;
- ❑ Banco de dados com informações de logs de sondagem da cidade de Madri, na Espanha, o Geo-Madrid, em 1986;
- ❑ Sistema Geoshare que armazena logs de sondagens utilizados na Inglaterra, em 1970;
- ❑ Banco de dados Sueco destinado a armazenar informações do solo, em geral, em 1981;
- ❑ Bancos de dados desenvolvidos na região da Indiana, nos Estados Unidos, com informações de características geotécnicas de solo, em 1982;
- ❑ Banco de dados de Newcastle Upon Tyne na Inglaterra contendo informações provenientes de mapas com informações do meio físico, em 1979;
- ❑ Banco de dados da Cidade do México, sistema Geodata Base, em 1984;

- Sistema de Mapeamento Computadorizado na Cidade de Fairfax, na Virgínia, nos Estados Unidos, que armazenava informações do terreno, como, topografia, hidrologia, característica do solo rocha, em 1976;
- Banco de dados utilizado na elaboração de Cartas de Aptidão de Uso de Solo, em que foram armazenadas informações das características do meio físico de uma região dos Estados Unidos, em 1967;
- Banco de dados para o planejamento urbano de Johannesburg, na África do Sul, em 1976;
- Sistema GCARDS, desenvolvido nos Estados Unidos e no Canadá, em 1971;
- Banco de Dados Geotécnicos da Bélgica, desenvolvido no Laboratório de Mecânica dos Solos, com informações sobre geotecnia, geologia, pedologia, hidrologia, em 1969;
- Banco de Dados Geocientíficos Aplicado no Mapeamento Computadorizado do Canadá, com informações, como, litologia, tipo de solo, propriedade do solo, nível d'água, etc., em 1972;
- Banco de dados desenvolvido pelo *Common wealth Scientific and Industrial Research Organization* da Austrália, em 1978;

A partir do final da década de 1980, com a consolidação dos sistemas de informação geográfica e dos sistemas de gerenciamento de banco de dados (estes se tornaram mais confiáveis, seguros, completos e de fácil utilização e aquisição), a elaboração de bases de dados geotécnicos foi difundida em todo mundo, mas, ainda, verifica-se a predominância na Europa.

A seguir, será apresentado um relato com alguns exemplos de uso de bases de dados em Geotecnia, na década de 1990 e nos anos 2000.

Nota-se a predominância dos países europeus e a diversidade desse uso, o que comprova as vantagens de utilizar essa ferramenta na manipulação dos dados.

Kunte (1995) realizou um levantamento dos bancos de dados em Geologia Marinha, utilizados no mundo inteiro, totalizando 7.500 bancos, dos quais, 110 estão relacionados com Geologia Marinha, aproximadamente, 29% são bibliográficos e 71% são de natureza numérica. A maioria dos bancos de dados, analisada pelo autor, utilizou dBASE III como gerenciador de banco de dados. Verificou-se, também, o emprego de sistemas de informação geográfica, imagens capturadas e multimídia.

As informações levantadas, por Kunte (1995) foram armazenadas em um banco de dados e, também, foram feitas análises estatísticas para tratamento das informações. Por fim, o banco de dados foi usado para armazenar, organizar informações cadastrais dos bancos de dados em Geologia Marinha e, com isso, tentar mostrar o estado da arte dos bancos de dados no início da década de 1990.

Asproth, Hakansson, Révay (1995) referiram como poderiam introduzir informações dinâmicas em um SIG; como eram as características dessa informação e como o SIG as armazenava.

Conforme esses autores, tais informações são tratadas como objetos geográficos que mudam com o tempo, com a posição ou com seus atributos. Como exemplos dessa informação, tem-se: os problemas ambientais que mudam suas informações qualitativas e quantitativas em um intervalo de tempo; assim, um caminhão que muda sua posição, conforme vai passando por uma estrada; ou ainda, um sensor que mede a velocidade média de veículos que passam por uma estrada, sua posição é fixa, porém o atributo velocidade vai mudando.

Conforme os autores referidos, para trabalhar com esse tipo de informação, deve-se ter em mente suas características, mas, para isso existe a necessidade de saber o conceito de fluxo e suas características.

Assim, um fluxo é dotado de componentes, como, quantidades, aceleração e desaceleração e ponto inicial-final. O fluxo poderá formar redes, que conterão nós e links. Apoiados nesses conceitos, os autores fizeram um estudo aprofundado das características das informações dinâmicas utilizadas em SIG, do sistema suporte decisão (DSS) e do sistema espacial de suporte à decisão (SDSS).

Os autores tentam mostrar a importância de entender o uso de informações dinâmicas em SIG, pois, em muitas áreas da Geotecnia, trabalha-se com esse tipo de informação, como é o caso da Geotecnia Ambiental.

Giles, Lowe e Bain (1997) criaram dicionários geológicos para auxiliar na elaboração dos bancos de dados. Os dicionários, dentro de um banco de dados relacional, devem seguir três importantes regras: proporcionar, ao usuário, confiança nos dados a ser utilizados; esclarecer o significado de determinados termos ou conjunto de termos; apoiar a utilização da informação em diversos processos.

Os autores identificaram, nesse trabalho, quatro tipos de dicionários que podem ser chamados de: não-estruturado, um dos mais comuns que usam listas de valores não estruturados para validar os dados de entradas em um banco de dados, por exemplo, valores de ensaios hidrogeológicos (Quadro 5.1a); os estruturados, que compreendem sistemas simples de classificação dos dados de entrada por meio de uma avaliação cuidadosa (Quadro 5.1b); o seqüencial, que

representa um sistema de classificação que separa em partes iguais, em uma escala contínua e numérica, dentro de discretas classes de intervalos; o multidimensional é um modelo da mais complexa classificação usada na Geologia, como exemplo, têm-se os esquemas bioestratigráficos, litoestratigráficos e cronoestratigráficos.

Os dicionários são poderosas ferramentas para auxiliar na validação da base de dados, eles ajudam eliminar valores não-reais introduzidos pelos usuários. Esse tipo de trabalho é muito importante na elaboração de sistemas de banco de dados para manipulação de dados geológicos.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DET	Ensaio de extração discreta
DST	Ensaio de perfuração
EPM	Medidas de pressão ambiental
FST	Ensaio da área
SEPM	Medidas de pressão ambiental Swabbing

a: Exemplo de dicionário não-estruturado

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
SDST	Arenito
LMST	Calcário
MDST	Siltito

b: Exemplo de dicionário estruturado

Quadro 5.1: Exemplos de Dicionários

Fonte: **modificado de GILES, LOWE, BAIN (1997)**

Laxton, Becken (1996) utilizaram a ferramenta banco de dados para armazenar os mapas geológicos da região de Wrexam, na Inglaterra, produzidos pelo Serviço Geológico Britânico (BGS), em escala de 1:10.000.

Em vista da idéia que o motivou, o projeto desenvolveu-se em função destes objetivos: a) fazer uma conexão entre os dados dos mapas digitalizados e as tabelas de bancos de dados relacionais contendo informações básicas e espaciais; b) estruturar as consultas espaciais e não-espaciais, e com a união de dados alcançadas, produzir mapas derivados; c) aperfeiçoar a qualidade da cartografia dos mapas geológicos da referida região.

Para atingir tais objetivos, foram analisadas, inicialmente, as informações contidas em um mapa geológico (sejam elas litológicas,

estruturais, cronológicas, etc.), construiu-se, assim, um modelo conceitual dos dados a serem armazenados. Depois, foi elaborado um modelo lógico do banco de dados; seguindo o projeto, foi elaborado o modelo físico que se utilizou, como sistema de gerenciamento de banco de dados, o ORACLE.

Por fim, foi efetuada a alimentação do banco de dados produziram cartas derivadas dos mapas armazenados nesse banco de dados, por exemplo, mapa de substrato rochoso e mapa de zona de proteção ambiental.

Dikau, Cavallin, Jäger (1996) apresentaram um trabalho realizado na Europa, no início da década de 1990, sobre a ocorrência de escorregamentos dentro do projeto European Program on Climatology and Natural Hazards (EPOCH).

Por tal fim, organizaram um inventário baseado nos dados cadastrais, geotécnicos, litológicos e geomorfológicos, fornecidos pelos países, Inglaterra, Alemanha, Itália, Espanha e Suécia. No inventário, existia um questionário-padrão que levantava a questão do uso do banco de dados e do SIG no registro da ocorrência, entre outras informações.

De posse das informações, foram gerados: mapa de inventário; mapa de pontos de ocorrência, onde constava uma conexão com uma tabela (Figura 5.1), que mostrava alguns dados sobre o evento, e mapa de hazards. Assim, o projeto fez uma análise temporal e espacial dos dados dos movimentos de massa na Europa, usando para organizar o armazenamento das informações o sistema de gerenciamento de banco de dados Dbase.

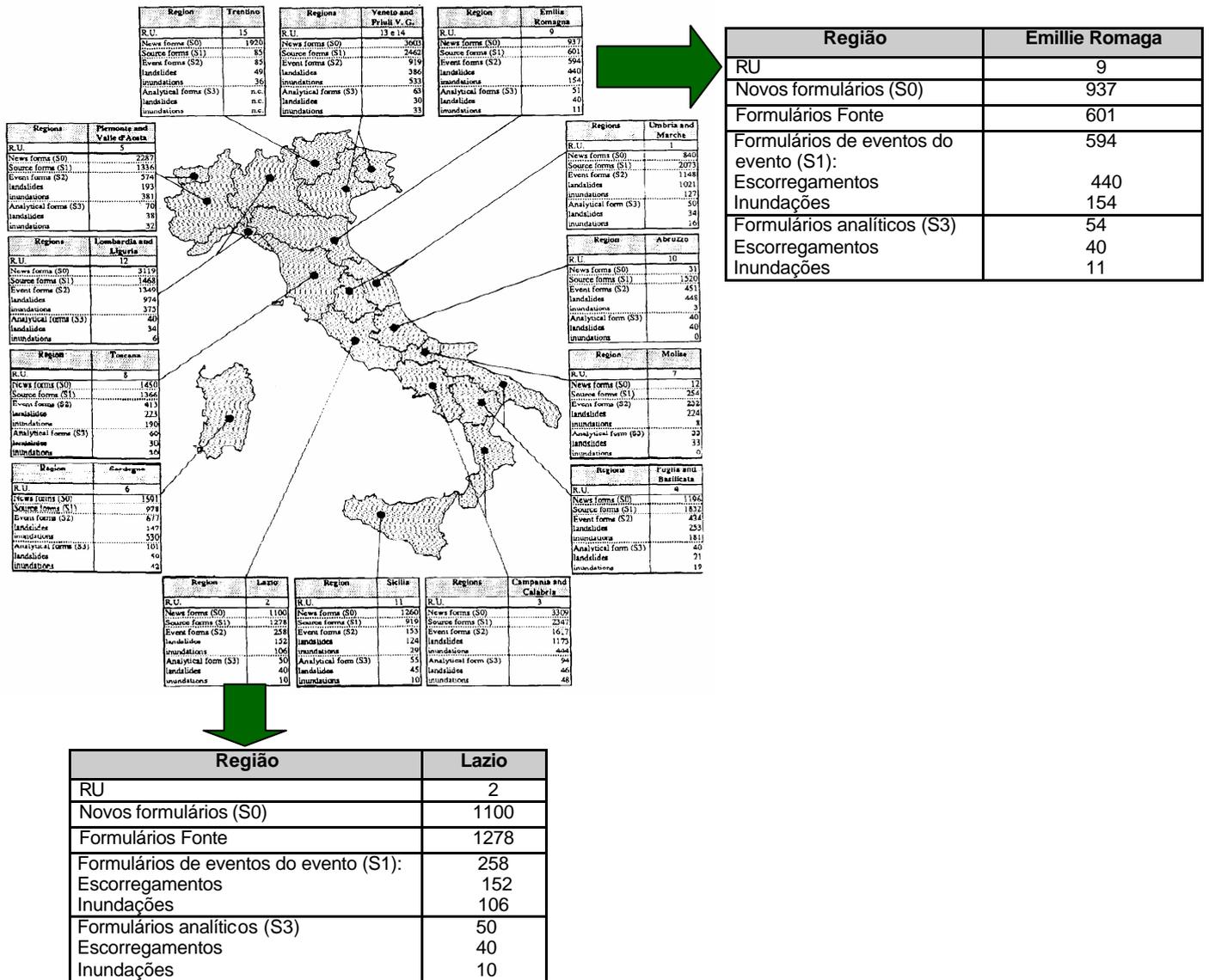


Figura 5.1: Exemplo de um dos Produtos Gerados, Baseado em um Banco de Dados sobre os Escorregamentos na Europa
 Fonte: modificado de DIKAU, CAVALLIN, JÄGER (1996)

Colman-Sadd, Ash, Nolan (1997) desenvolveram um banco de dados para elaborar legendas de mapas geológicos, o GEOLEGEND. Este é um sistema de banco de dados com estrutura relacional para gerenciamento de unidades de mapas geológicos em um sistema de informação geográfico, usado no Serviço Geológico de Newfoundland, no Canadá (Figura 5.2).

O GEOLEGEND tem os seguintes objetivos: a) produzir mapas que descrevem detalhes da geologia; b) habilitar o usuário a ser capaz

de selecionar uma área independente da topografia ou do mapa de contornos geológicos; c) elaborar um sistema alfanumérico para legenda; d) estabelecer um padrão na descrição das unidades geológicas.

O banco de dados GEOLEGEND segue alguns procedimentos gerais na realização das legendas, tais como: primeiro, digitaliza o mapa, ou após obter o mapa digitalizado, passa para uma identificação das áreas das unidades, que é a identificação dos polígonos por meio de um código.

Logo, cada unidade do mapa tem um polígono identificador, e cada mapa, também, tem seu identificador. É realizada uma redefinição das unidades dos mapas; faz-se, então, uma legenda específica para cada tipo de conteúdo do mapa, como, a litofáceis e a estratigrafia. As tabelas foram criadas com informações a respeito das características geológicas presentes nos mapas.

Os dados armazenados no GEOLEGEND em distintas tabelas devem ser exportados para diferentes tipos de softwares, normalmente SIGs. Essas tabelas foram organizadas em um sistema de gerenciamento de banco de dados específico do Canadá, chamado *Helix Express Database*. Esse trabalho tem certa importância na elaboração de mapas geológicos, pois o sistema irá auxiliar na montagem das legendas dos mapas.

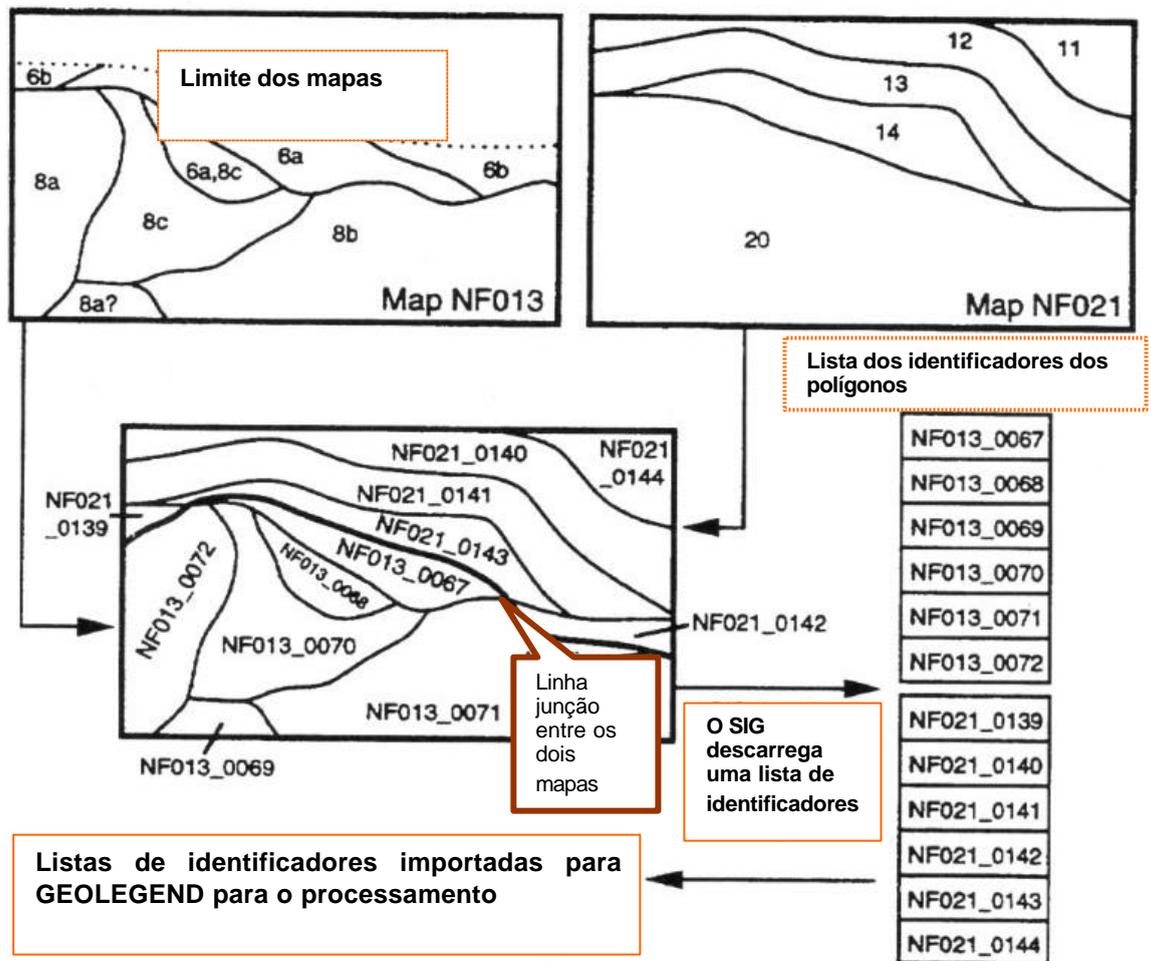


Figura 5.2: Dois Mapas Hipotéticos, NF013 e NF021, Juntam-se para Compor um Terceiro Mapa, os Polígonos do Terceiro Mapa Possui os Identificadores
Fonte: COLMAN-SADD, NOLAN (1997)

Tarveinem, Paukola (1998) utilizaram banco de dados para armazenar informações geoquímicas das argilas, sedimentos orgânicos e águas subterrâneas de toda Finlândia, sobretudo, das áreas rurais. O Serviço de Geologia da Finlândia executou uma amostragem de água subterrânea menos profunda, com uma malha de espaçamento entre as amostras medindo 50km².

Assim, foram coletadas, no embasamento cristalino, as amostras de poços escavados e perfurados. Uma concentração natural de Arsênico e Floreto e de outros elementos foi detectada, e os teores de todos os elementos estavam acima do recomendado por norma.

Com base nos dados armazenados em um banco de dados, foi elaborado um amplo conjunto de mapas mostrando as áreas de concentração de: cromo, cobre, arsênico, fluoreto, entre outros. Este exemplo de uso de banco de dados em mapeamento mostra um conjunto de dados descritivos utilizados na elaboração de mapas; para tanto, houve o auxílio de sistemas de informação geográfica.

Nathanail, Resenbaum (1998) usaram banco de dados para gerenciar informações geotécnicas espaciais, com a finalidade de selecionar um local que fosse favorável à instalação de um forno de uma indústria de aço, localizada na porção nordeste da Inglaterra.

Para se chegar ao local adequado, foram realizadas várias investigações durante um período de 20 anos, após a indústria ser instalada. Os dados das investigações, como os 147 furos de sondagens, foram armazenados em um banco de dados e desenvolveram-se técnicas para o gerenciamento dos dados espaciais, usando-se um sistema de informação geográfica e geoestatística.

A manipulação dos dados obtidos ocorreu através destas etapas: fez-se uma compilação dos dados geotécnicos, mapas digitalizados e escanerizados; elaborou-se um modelamento geoestatístico dos parâmetros selecionados; integraram-se as informações obtidas na investigação do terreno, com estimativas de geoestatística, em um SIG, chegando aos possíveis locais para instalação do forno da indústria.

Para fazer o tratamento das informações, os autores utilizaram estes programas: Dbase, para o gerenciamento do banco de dados; IDRISI, como sistema de informação geográfica; GEOEAS e GSLIB, como programas de modelamento geoestatístico; o SURFER, um programa para modelamento de superfícies de contornos e o GRAPHER, um programa

para plotar gráficos. O banco de dados foi estruturado com sete tabelas relacionais, que eram interligadas com programas escritos no Xbase a fim de, a partir daí, chegar-se ao local ideal para a construção do forno industrial.

Haastrup et al. (1998) usaram um banco de dados para armazenar informações geológicas geotécnicas, com a finalidade de identificar possíveis locais para deposição de resíduos sólidos (lixo) na Ilha Sicília, na Itália, englobando 27 municípios, entre Palermo e Trapani, numa área de 215.000 hectares.

Após organizar as informações, foi elaborado um sistema de suporte a decisão (SSD), para auxiliar na escolha do local específico. Para implementar o sistema, foram usados algoritmos de otimização combinatória, com base em um modelo multicriterial (NAIADE - Novel Approach to Imprecise Assesment and Decision Enviroments). O sistema foi desenvolvido para ser capaz de comparar os três tipos de tratamento dos resíduos (aterro sanitário, incineração e compostagem) e fazer uma lista dos melhores e dos piores locais para a deposição dos resíduos sólidos.

O SSD foi planejado com três componentes principais que interagem entre si: o sistema de interface com o usuário, o de gerenciamento de dados e de gerenciamento de modelos (Figura 5.3).

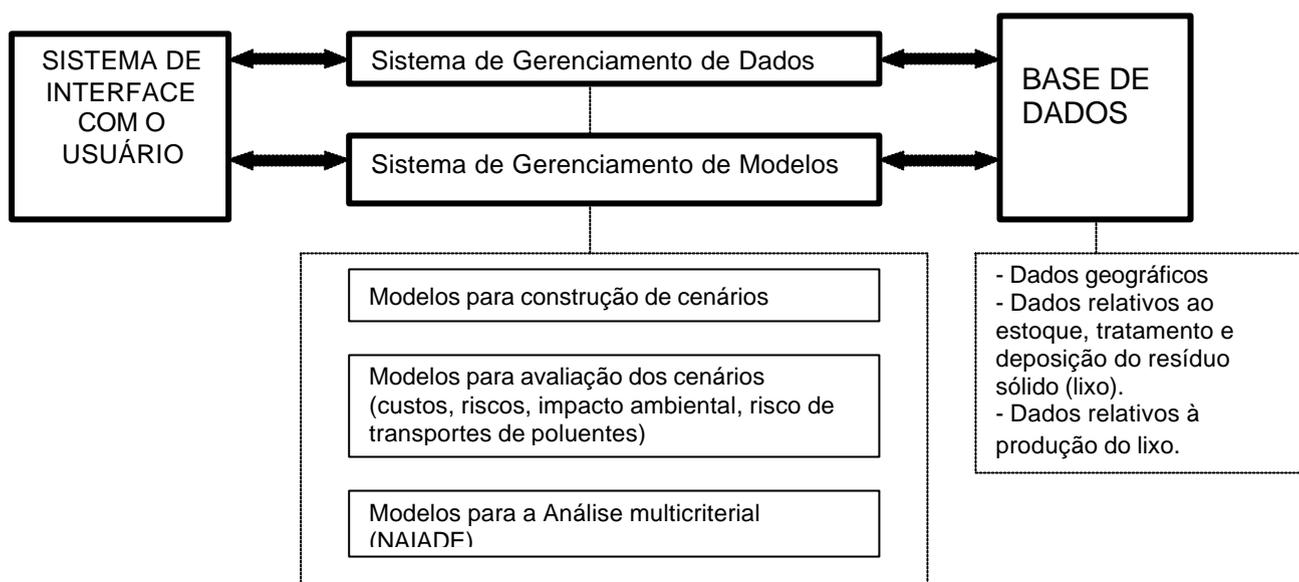


Figura 5.3: **Estrutura Completa do Sistema Suporte a Decisão (SSD)**
 Fonte: **modificado de HAASTRUP et al.(1998)**

Brodie (1999) fez uma integração entre o SIG e o sistema de banco de dados relacional para a elaboração dos modelos regionais de águas subsuperficiais nas regiões sudoeste e sul da Austrália. A elaboração desse modelamento foi realizada em razão do aumento do nível freático e conseqüentes inundações na região que provocavam salinização dos solos e despejos de cargas de sal no Rio Murray.

Assim, o banco de dados foi elaborado para armazenar os dados provenientes de furos de sondagens, estruturado com registros e em várias tabelas, elaboradas no sistema gerenciador de banco de dados ORACLE.

As informações contidas nos registros são: o nome, a localização, a cota e a profundidade do furo; a estratigrafia; as medidas do nível d'água, a constituição química da água e detalhes sobre os poços provenientes de ensaios de bombeamento. O SIG foi utilizado para se fazer uma análise dos dados espaciais e unir essas informações com a geologia local.

Na modelagem da superfície freática, foi usado o software MODFLOW, que tratava os dados armazenados no banco de dados para gerar modelos da hidrogeologia das regiões.

Kim, Pyeon, Eo (2000) desenvolveram um hipermapa, que interage com um banco de dados e SIG, para o sistema inteligente de transportes (ITS) da Coréia. Com a finalidade de criar um sistema que unisse imagens de vídeos a mapas digitais, nesse caso, mapas de rodovias, usando, como área-teste, as vias da Universidade Nacional de Seoul (SNU).

Este trabalho, também, foi uma tentativa de demonstrar que os mapas não são apenas de informações estáticas, mas podem ser dinâmicos, como um aplicativo de multimídia, sendo assim, o mapa não será apresentado na forma de papel e, sim, em uma tela de computador. O usuário poderá consultar um ponto no mapa e este associar uma imagem de vídeo (em tempo real).

Para desenvolver o trabalho, foi usado o banco de dados a fim de armazenar as informações do mapa das vias e das imagens, também, foi feita uma associação entre as imagens e os mapas, por meio de pontos localizados nas vias.

Para georreferenciar as imagens, foi empregado um método específico, pois as imagens mudavam constantemente, porém os pontos eram fixos. Foi elaborado um mapa (hipermapa), com pontos fixos, com coordenadas adquiridas por um GPS, e os pontos eram associados a imagens de vídeo. Na Figura 5.4, pode ser visualizado o fluxo de desenvolvimento do mapa.

Para aquisição dos dados, os autores consideraram que a área-alvo era uma via de circulação, estradas parciais e suas construções periféricas da SNU. Foram usados equipamentos de aquisição de imagem

de vídeo, um modelo de GPS para localização dos pontos, um programa para processamento de imagens e um SIG. Consideraram que os dados que alimentaram o banco de dados eram extraídos de mapas de vias e topográficos (em uma escala de 1:500); fotos aéreas digitalizadas, imagens de vídeo (da via de circulação), das ruas parciais e suas construções periféricas) e aquisição de dados locacionais com o DGPS.

As estações de GPS eram fixas e móveis, além do GPS possuía uma câmara filmadora. Esse exemplo é bastante peculiar, pois a informação está constantemente mudando, no caso, a imagem da rodovia. Assim, o banco de dados será atualizado constantemente, logo o SGBD deve suportar essa característica. Um detalhe importante é que o mapa não poderá ser apresentado na forma de papel, em razão de a informação estar sempre mudando.

Em 2001, teve lugar um projeto para elaboração da base de dados geotécnicos da região de Covilhã, em Portugal, chamada de GeoCovilhã XXI, um projeto criado e desenvolvido no sistema de gerenciamento de banco de dados, ACCESS, conectada a um SIG.

Conforme Cavaleiro (2001), esta base de dados teve como objetivo armazenar, de forma organizada, um conjunto de dados geotécnicos resultantes de ensaios *in situ* e em laboratório (em solos e rocha) de prospecção geofísica e mecânica. Na Figura 5.5, pode-se observar o princípio de funcionamento da base GeoCovilhã.

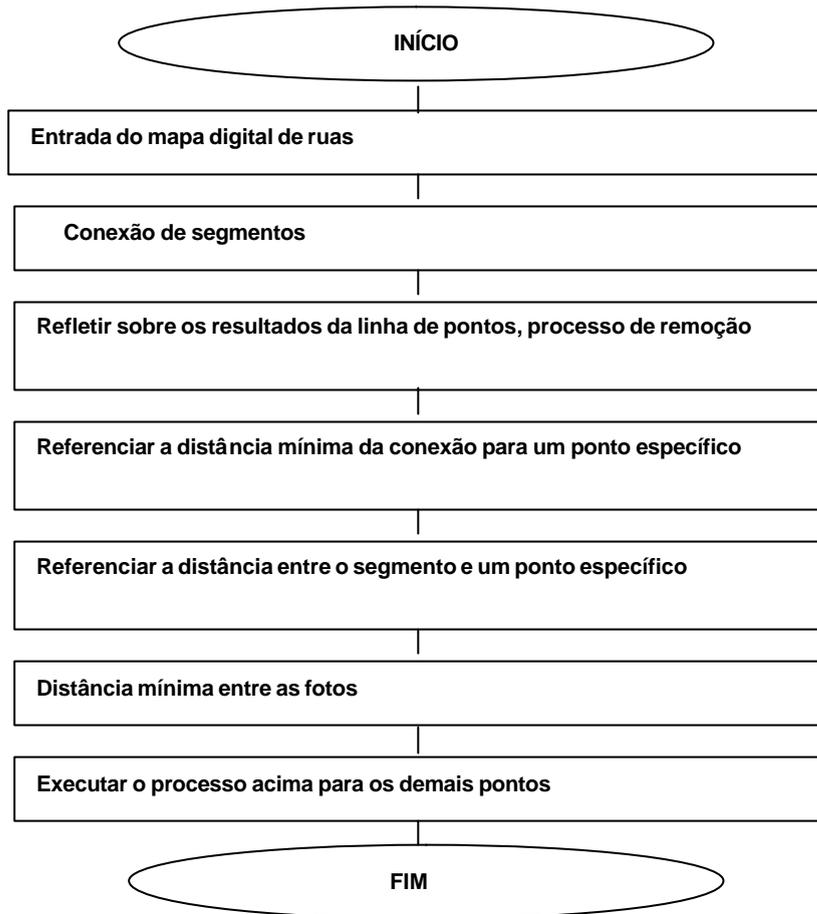


Figura 5.4: Fluxo do Processo de Elaboração do Mapa de Combinação - pontos e fotos
 Fonte: modificado de KIM, PYEON e EO (2000)

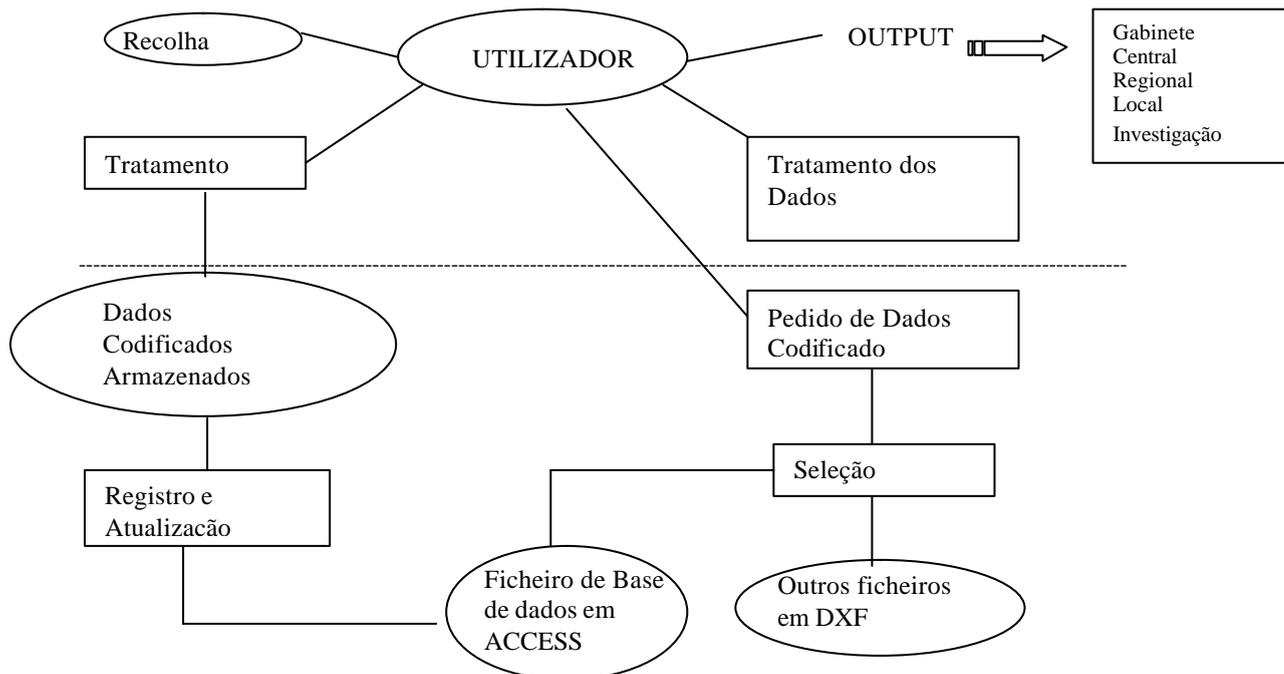


Figura 5.5: Princípio de Funcionamento da GeoCovilhã XXI
 Fonte: CAVALEIRO (2001)

5.1 Desenvolvimento dos Bancos de Dados em Cartografia Geotécnica no Brasil

No final da década de 1980 e início da década de 1990, houve um grande avanço na cartografia geotécnica no Brasil, e em torno do assunto vários grupos formaram-se por todo país. Em meio a essa movimentação, surgem metodologias para elaboração do mapeamento geotécnico, por exemplo, a do IPT e da Escola de Engenharia de São Carlos (USP).

Em termos de informatização do processo de elaboração das cartas geotécnicas, verifica-se a existência, na literatura científica, de trabalhos que abordam os temas (mapeamento geotécnico e bancos de dados), conforme será contado adiante.

Ferreira (1988) apresenta uma proposta metodológica para o desenvolvimento de bancos de dados em mapeamento geotécnico. Trata-se do sistema DATAGEO, que tem a finalidade de construir um subsistema de visualização gráfica, um subsistema de digitalização de mapas e, ainda, subsistemas de tratamento discreto e estatístico da informação, todos eles integrados.

O banco de dados do sistema DATAGEO foi desenvolvido mediante o uso de algoritmos construídos na linguagem de programação Pascal, e a estrutura de armazenamento das informações era na forma hierárquica.

As informações armazenadas no banco de dados eram: mapas (geologia, pedologia, topografia e pluviometria); cartas interpretativas digitalizadas (de fundações, escavabilidade, materiais de cobertura, erodibilidade) e informações pontuais de sondagens.

Assim, o referido sistema integrou informações advindas de distintos meios, armazenou-as e gerou diversas consultas, que foram divididas nos subsistemas (por coordenadas e por características do meio físico); portanto, a autora desenvolveu um sistema de gerenciamento da informação geotécnica.

Junqueira, Silva Jr. (1991) apresentam o CADTAL1.0, um banco de dados para fichas de cadastro de problemas de estabilidades de taludes em obras viárias. Esse sistema foi empregado nos taludes da BR 101, Rio de Janeiro, no trecho Itaguaí-Angra dos Reis. Na Figura 5.6, pode -se verificar como o sistema está estruturado, em módulos.

De acordo com Souza (1992), a organização sistemática das informações contidas em cartas geotécnicas, de uma determinada região, em um banco de dados, resultaria em uma automação do processo de elaboração da cartografia geotécnica e, ainda, facilitaria a obtenção e a manipulação das informações. A autora propõe uma ficha de campo que poderá ser implementada no computador (automatizada) e interligada em um banco de dados.

Em seu trabalho de mestrado, Moreira (1993) elaborou um banco de dados, GEOBASE, com informações geotécnicas para produzir um mapa de unidades geotécnicas do terreno. Mostrou a necessidade de se construir uma base de dados específica para seu trabalho, pois os SIGs são genéricos para qualquer aplicação com informações geográficas.

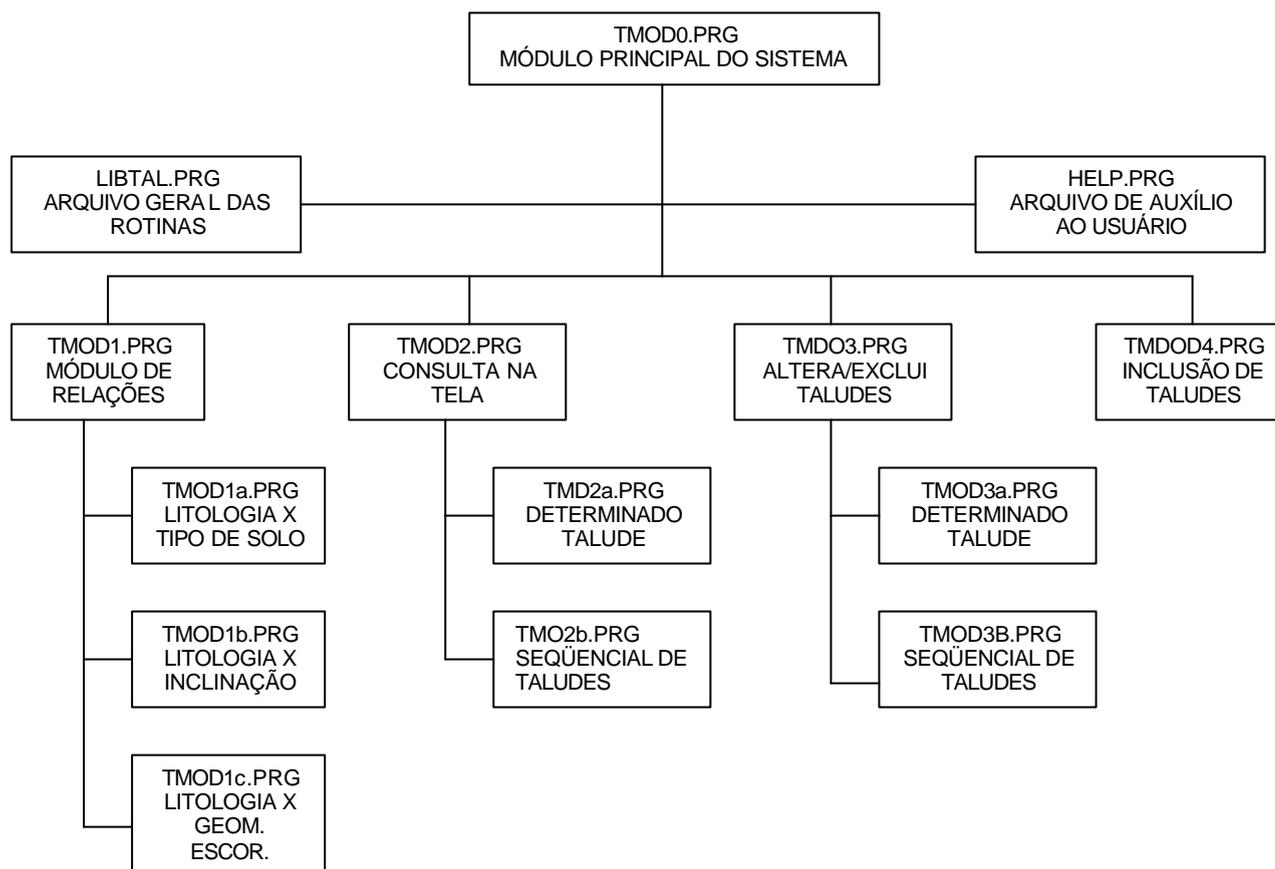


Figura 5.6: Fluxograma do Sistema CADTAL 1.0
 Fonte: JUNQUEIRA e SILVA Jr. (1991)

Na elaboração desse aplicativo, o autor usou a linguagem de programação CLIPPER 5.0; foram implementadas, no banco de dados fichas de campos e planilhas de ensaios de laboratório em materiais inconsolidados e rocha, para auxiliar as construções de mapas.

Associado a esse aplicativo, foi usado um SIG, o MIPS (Map and Image Processing System), para elaboração de cartas e de análises espaciais. Para testar o banco de dados, foram utilizados os dados do Mapeamento Geotécnico da Folha de Aguaí, São Paulo, elaborado por Souza (1992).

Nesse trabalho, o autor elaborou um sistema de aquisição ou entrada de dados (campo e laboratório) e, após os dados armazenados em banco de dados eram elaborados mapas com auxílio de um SIG, parte-se, portanto, da captura para a geração de mapas.

Pinheiro e Especchit (1994) desenvolveram um Sistema de Gerência de Rodovias (SGR), que armazenava informações sobre as estradas brasileiras, especificamente, as rodovias federais e o estado de conservação que as caracteriza. Um banco de dados foi montado com essas informações que foram conectadas a um mapa abrangendo todo o Brasil, onde se podia clicar no trecho de uma estrada de interesse representada no mapa e obter informações a respeito do trecho da via, portanto, um módulo de pesquisa.

Assim, um módulo de análise foi criado para gerar gráficos com as informações armazenadas no banco de dados. Inicialmente, o sistema foi elaborado na linguagem de programação "C" com o banco de dados em xBASE, porém a idéia foi abandonada, e o banco de dados foi desenvolvido no ORACLE, com linguagem MDL em C, usando o SIG CAD MicroStation. Nesta utilização de banco de dados, os autores armazenaram um conjunto de informações sobre as estradas brasileiras e, conseguiram, com ajuda dos SIGs, conectá-las a mapas.

Coutinho, Monteiro, Oliveira (1996) elaboraram um banco de dados para armazenar as informações das argilas orgânicas, moles e médias de Recife-PE, que foi implementado em uma planilha eletrônica com construções de macros (são rotinas de programa computacional ou bloco de instruções identificadas por uma única palavra ou um rótulo) na linguagem de programação Visual Basic.

As informações armazenadas no banco de dados eram provenientes de ensaios de campo e laboratoriais realizados em pontos na região metropolitana de Recife. O banco de dados, isto é, o sistema de gerenciamento de banco de dados, é usado para armazenar e organizar um conjunto de dados, neste caso, os autores não empregaram o SGBD, implementaram o banco em uma planilha eletrônica.

Com a finalidade de automatizar o processo de elaboração de mapeamento geotécnico, foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, na década de 1990, um sistema para auxiliar no mapeamento geotécnico chamado GeoGIS, elaborado com a finalidade de unir o mapeamento geotécnico convencional com a chamada cartografia geotécnica digital.

Para tanto, foram desenvolvidos módulos para gerenciamento das investigações de campo, para ensaios laboratoriais, mapoteca digital e um módulo para análises geotécnicas (MEIRA, CALIJURI, 1996; MEIRA, 1996).

Na Figura 5.7, visualizam-se a estrutura do funcionamento deste sistema e, ainda, os três módulos do GeoGIS: o GeoIVN, onde, estão as fichas de campo (de localização e descritiva, geológica, geotécnica, hidrológica, antrópica, biológica e laudo/diagnóstico), planilhas de ensaios de laboratório (caracterização geotécnica-granulometria, limites de consistência e índices físicos) e ensaios in situ (apenas o SPT); o GeoCART, módulo para análise de dados cartográficos, permitindo visualização de mapas temáticos, no qual existem outros dois módulos o GeoVIS (para visualização de mapas) e o GeoLINK (para filtrar as informações e deixá-las no padrão para ser utilizadas no SIG); o GeoCALC, módulo de cálculo e análises (estatísticas, determinísticas e paramétricas). Pode-se verificar, também, que esse sistema envolve as etapas básicas do mapeamento geotécnico: a investigação (campo e laboratório) e a elaboração de cartas.

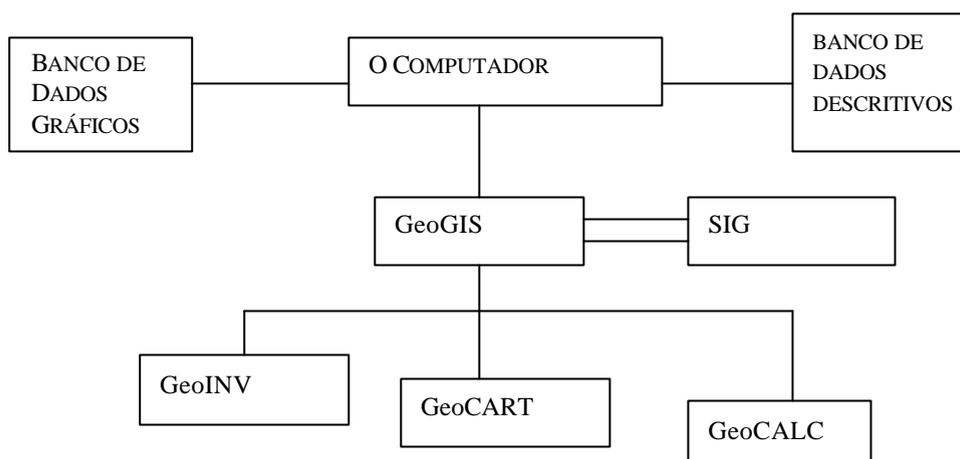


Figura 5.7: **Estrutura Funcional do GeoGIS para Windows**
 Fonte: **modificado de MEIRA, CALIJURI (1996)**

Diniz (1998) coordenou um projeto para elaboração de um banco de dados geoambiental do Estado de São Paulo, partindo das várias cartas geotécnicas já existentes. Realizou, portanto, uma compilação dessas cartas, reunindo, integrando e organizando tudo numa única base de dados e disponibilizando essas informações de maneira mais eficiente para os diversos usuários, um aplicativo em CD-Room. O aplicativo consta das informações geoambientais do Estado de São Paulo.

Na Figura 5.8, expõe-se um fluxograma com as etapas do desenvolvimento desse banco de dados que foi implementado em ACCESS. Este trabalho usa um banco de dados para armazenar um conjunto de dados (neste caso, cartas, mapas, dados de campo, etc.) que gera um sistema de banco dados, específico para uma região.

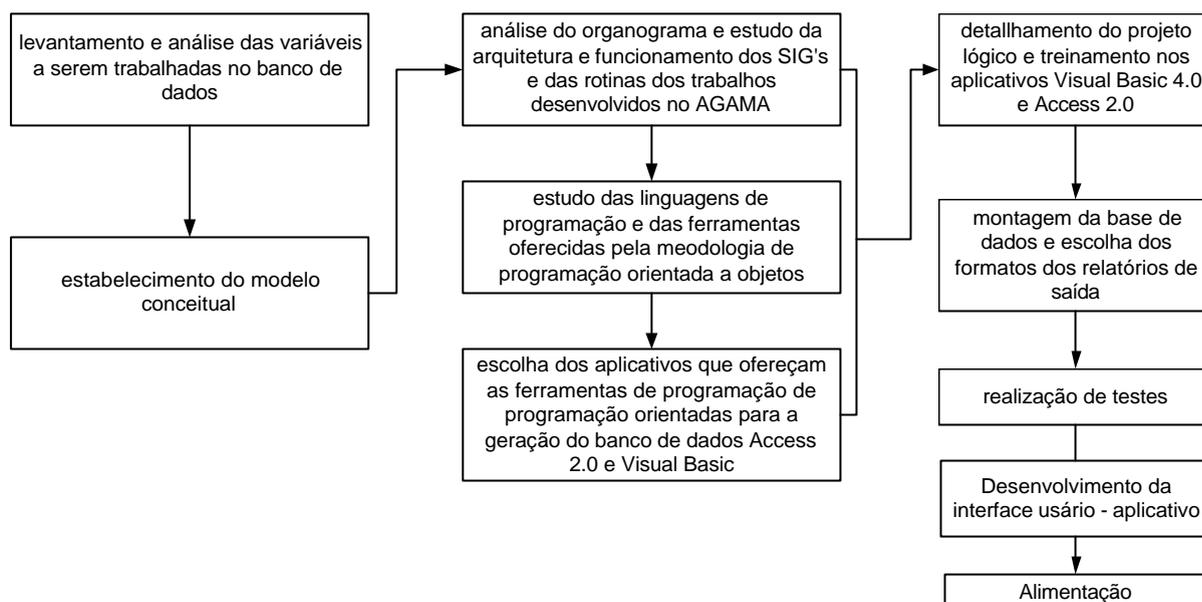


Figura 5.8: **Fases do Desenvolvimento do Banco de Dados Geoambientais do Estado de São Paulo**
 Fonte: **DINIZ (1998)**

Valente, Strieder, Quadros (1998) abordaram a integração de dados em SIG; assim, definem integração de dados como a combinação em uma única base cartográfica, dentro de um ambiente computacional unificado, com informações espaciais (gráficas e locacionais) de formatos diversos (imagens, textos e desenhos), cujo objetivo é realizar o gerenciamento, a análise e a visualização do conjunto de dados armazenados.

Para sintetizar o processo, os autores propõem um fluxograma em que se podem observar as etapas para integração dos dados em SIG (Figura 5.9).

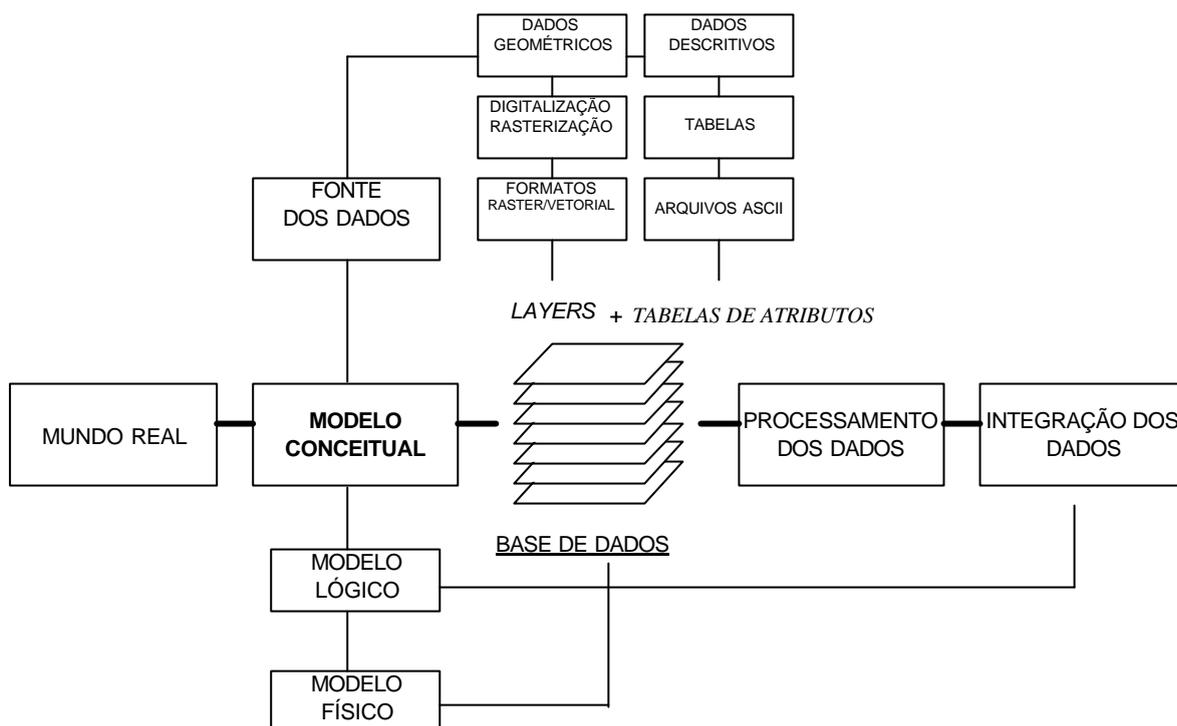


Figura 5.9: **Etapas para Integração dos Dados por meio de SIG**
 Fonte: VALENTE, STRIEDER, QUADROS (1998)

Apenas para ressaltar, em termos de cartografia geral, Moretti (1998) comenta a respeito da importância de se criar um banco de dados de metadados, pois, quando se implanta um SIG em uma empresa, o volume considerável de documentos secundários existentes deve ser armazenado de maneira mais racional.

Para exemplificar e justificar a importância de criar um banco de dados para essa finalidade, o autor cita o mapeamento sistemático do Brasil, especificamente, os mapas produzidos pelo Projeto Radam, IBGE e DSG, no qual se tem um mapa-índice que abrange as escalas de 1:1.000.000, 1:250.000, 1:100.000, e 1:50.000.

Na verdade, esse mapa-índice é uma maneira de visualizar a informação sobre a sistemática do mapeamento (o conteúdo do banco de dados, uma consulta, um relatório de saída).

Para cada uma dessas escalas, criou-se uma cobertura contendo um quadriculado correspondente, em que são armazenadas as informações genéricas de cada folha, tais como: o código, nome, tipo (planimétrico, planialtimétrico, imagem de radar e outras) e qual a entidade responsável pela elaboração da folha (DSG, IBGE ou outros).

Baseado na vantagem que os bancos de dados facilitam a criação de novas aplicações, Davis Junior (2000) faz uma abordagem sobre a necessidade de se elaborar um banco de dados para múltiplas representações. O autor salienta que, ao se pensar no esforço e custo envolvido para desenvolver um banco de dados geográficos (que é um banco de dados mais complexo), devem-se procurar recursos, para que se amplie a utilidade do banco, compartilhar dados entre os diversos grupos de usuários, cada grupo com seu conjunto de aplicação.

Essa preocupação é, de certa maneira, pertinente, mas deve-se tomar cuidado, pois um banco de dados muito grande, muitas vezes, torna-se inviável para utilização, então, deve existir um banco de dados que possa ser empregado por muitos usuários, mas, ao mesmo tempo limitado a um grupo de usuários, por exemplo, um banco de dados geotécnicos, mas, que não envolva todas as áreas da Geotecnia.

Calijuri et al. (2001; 2002) elaboraram um sistema administrador de fichas de campo chamado GeoCamp, que gerencia dados geológicos e geotécnicos e permite a visualização espacial da informação.

O Geocamp desenvolveu-se na Universidade Federal de Viçosa (UFV) e foram utilizados para sua elaboração os programas: Delphi, ambiente de desenvolvimento de programação orientada a objetos; MapObjects, como Sistema de Informação Geográfica, usado para apresentação de mapas e consultas espaciais e o Opus, que gerenciou

o banco de dados descritivos. O sistema foi testado, usando um mapeamento de risco geológico urbano de erosão e de instabilidade de taludes na cidade de Viçosa-MG.

Na Figura 5.10, é apresentada uma imagem de uma das telas de consulta ao sistema. Assim, empregou-se banco de dados para armazenar dados não-espaciais fornecidos por fichas de campo (entre os dados poderia haver croquis e fotos dos pontos visitados). Desse modo, os dados armazenados podem ser vistos pelo usuário, portanto, é um sistema de aquisição, armazenamento, recuperação e visualização dos dados.

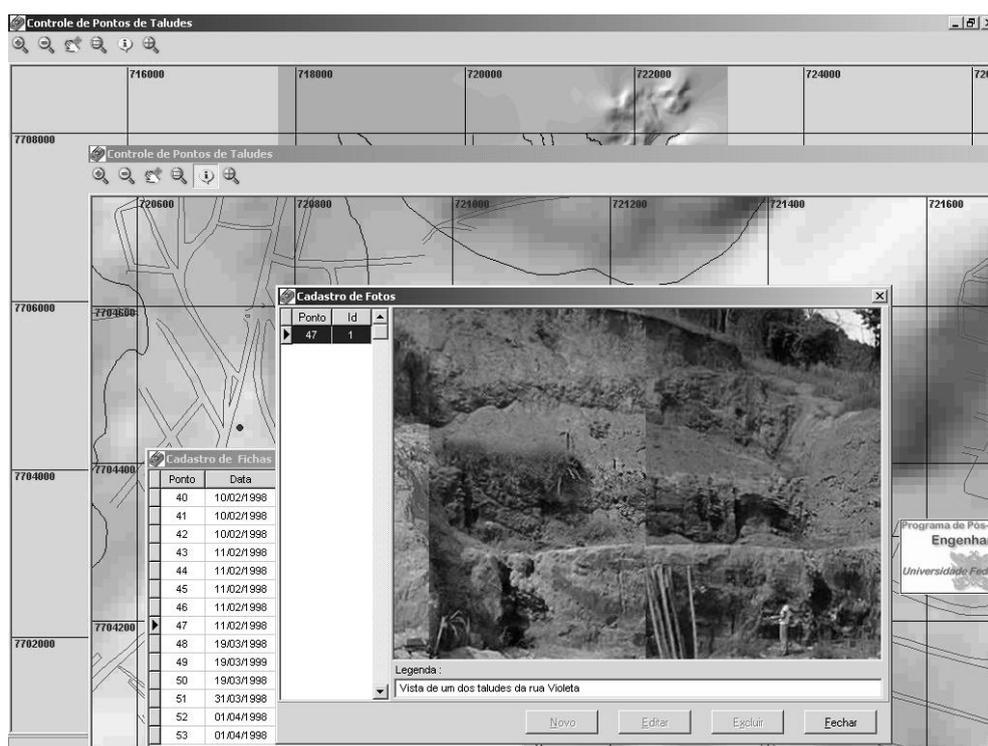


Figura 5.10: Consulta ao Banco de Dados de Estruturas Geológicas com Visualização do Arquivo Fotográfico
Fonte: CALIJURI et al., (2001)

Souza et al. (2001) apresentaram o Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral de São Paulo (SIIGAL), com

os objetivos: contemplar os estudos de riscos geológicos (movimento de massa gravitacional, inundação, erosão), riscos de poluição de solos, águas superficiais e subterrâneas e poluição do ar e áreas degradadas; identificar as áreas críticas, segundo o ponto de vista geoambiental; e, por fim, fazer uma análise da qualidade ambiental.

Esses estudos empregaram mapeamento geotécnico para orientar e auxiliar nas atividades a serem realizadas. Sendo assim, o resultado do projeto forma cartas temáticas associadas ao banco de dados referenciados geograficamente e todos conectados em um sistema de informação geográfica (SIG). Na Figura 5.11, pode-se verificar como o SIIGAL se efetiva.

Chamecki et al (2001) utilizaram um banco de dados, com dados preexistentes, com informações geotécnicas e inseriram pares de coordenadas de pontos (edificações), permitindo o emprego do SIG. Os dados geotécnicos, que envolviam o trabalho, eram de estudos de solos para a fundação de 300 edificações da cidade de Curitiba. Os mapas usados foram: mapa físico da região metropolitana de Curitiba; mapa contendo o sistema hídrico superficial e mapa geológico. A localização dos pontos foi obtida com o apoio nos de mapas. O banco de dados foi implementado em ACCESS, com uma conexão com o Arcview. Os autores armazenaram, organizaram e manipularam dados sobre fundações de edifícios e as conectaram a mapas com o auxílio de SIG, integrando os dados geotécnicos.

Salamuni, Stellfeld (2001) elaboraram uma base de dados com informações georreferenciadas da geologia e da geomorfologia da Bacia sedimentar de Curitiba. Os dados eram provenientes de mapas geológicos e geomorfológicos, dados de sondagens, fotografias de afloramentos rochosos. Para manipulação e integração dos dados cartográficos, foi utilizado um sistema de informação geográfica (Figura 5.12).

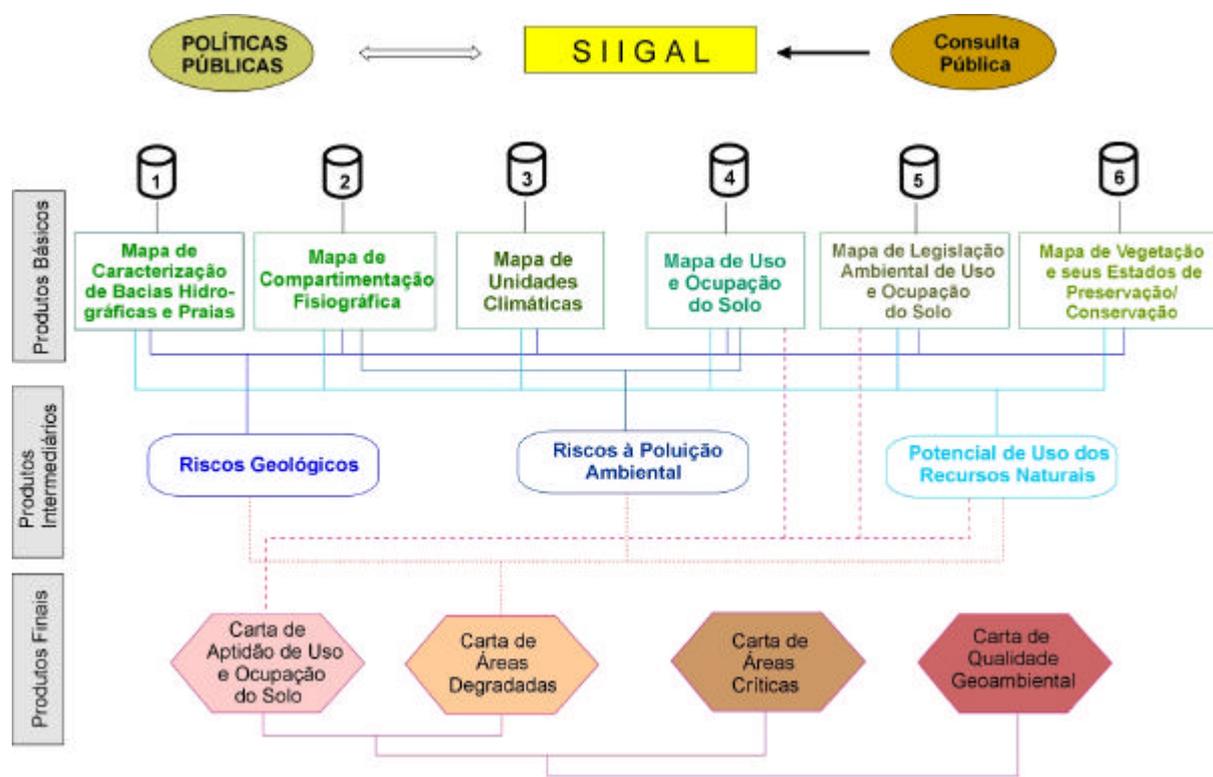


Figura 5.11: Fluxograma de Desenvolvimento do SIIGAL - Fase II
Fonte: SOUZA et al (2001)

Talamini Neto, Celestino (2001) usaram SIG para fazer a integração de informações provenientes de cartas topográficas, de boletins de sondagens, levantamento de campo e análises geoestatísticas e, assim, elaborar o mapeamento do subsolo da cidade

de Curitiba, o qual teve a finalidade de orientar o planejamento do uso do espaço subterrâneo.

Na Figura 5.13, é mostrada a seqüência de atividades realizadas no trabalho para obter-se o produto final, isto é o mapa orientativo para obras subterrâneas.

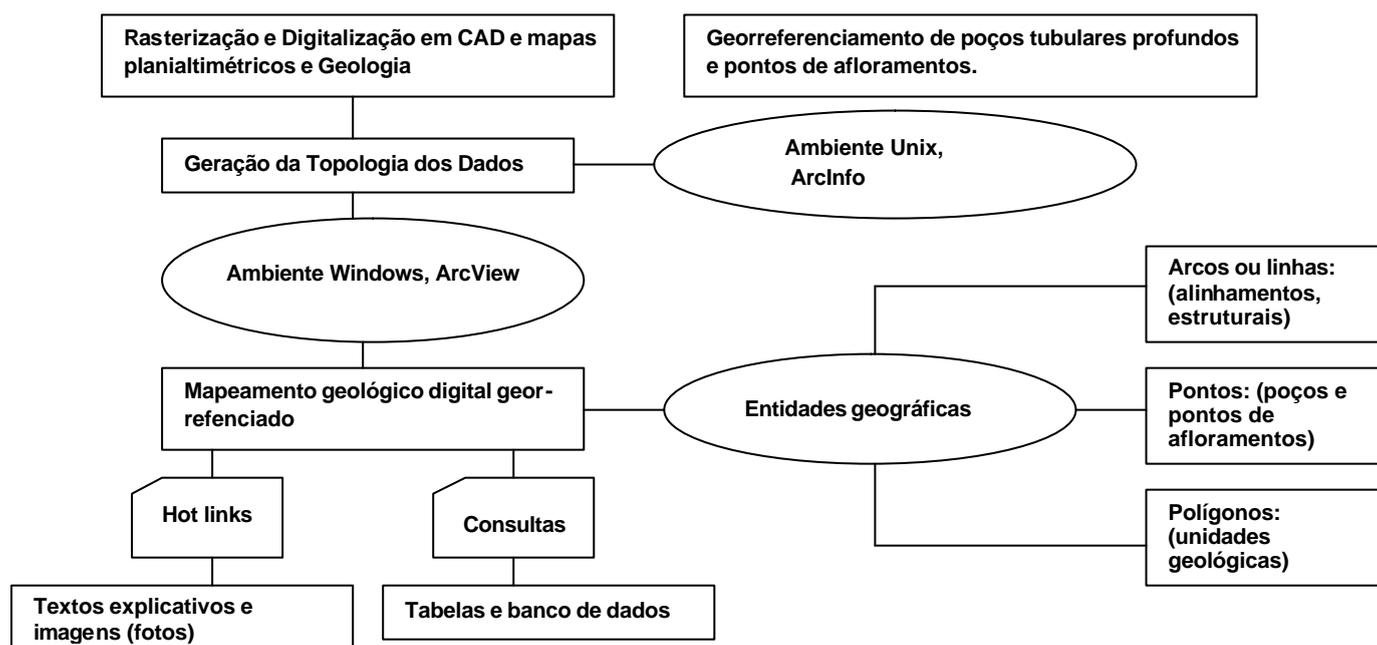


Figura 5.12: Fluxograma Esquemático da Montagem do SIG

Fonte: SALAMUNI e STELLFELD (2001)

No Brasil, estudos mais teóricos sobre bancos de dados e SIG, no âmbito da ciência da computação, estão sendo realizados com bastante eficiência, assim, alguns grupos vão se sobressaindo, por exemplo, o grupo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da Universidade de Campinas (Unicamp) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Em estudos com banco de dados em cartografia geotécnica, destacam-se alguns grupos, como, da Universidade Federal de Viçosa e do IPT, que realizaram trabalhos mais abrangentes e, também, o grupo

do Rio Grande do Sul, que realiza estudos, sobretudo, na área ambiental.

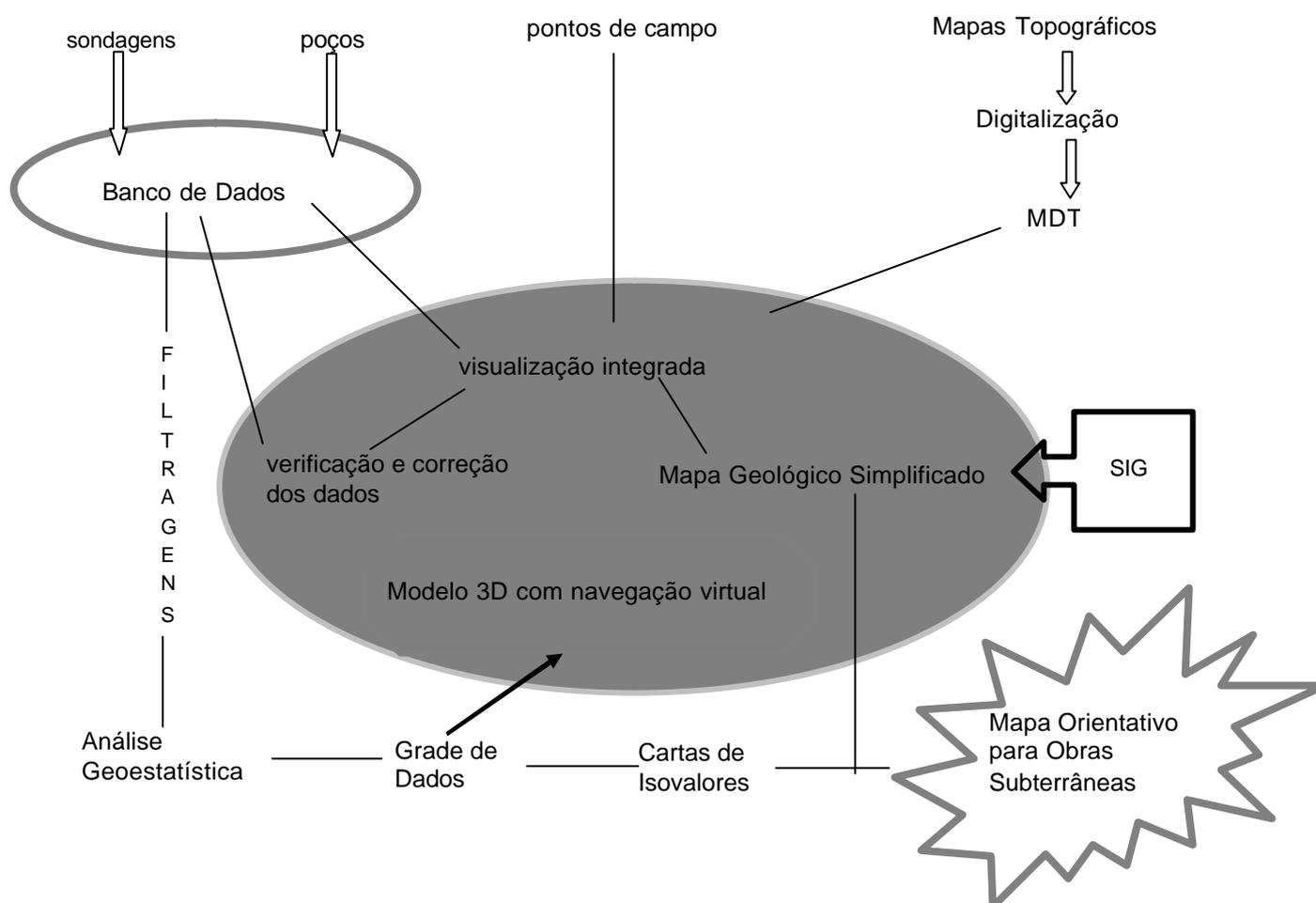


Figura 5.13: Fluxograma da Seqüência de Atividades Desenvolvidas no Trabalho de Pesquisa

Fonte: modificado de TALAMINI NETO e CELESTINO (2001)

Atualmente, as aplicações em bancos de dados e SIG em mapeamento geotécnico estão convergindo para disponibilidade dos dados na *Internet*, para tal, deve-se fazer uma modelagem específica e utilizar programas próprios para essa rede. A grande vantagem de usar tal recurso é a facilidade e a rapidez da consulta aos dados armazenados. Podem-se citar, como exemplos, os trabalhos de:

- Rex et al (2002) usaram o programa Geomedia Web Map, desenvolvido pela Intergraph, para elaborar uma aplicação em SIG na web, para as informações do Parque Estadual Morro do Diabo no Estado de São Paulo.

- Dias et al (2004), utilizaram os programas ARCIMS e ColdFusion, desenvolvido pela ESRI, para disponibilizar os dados da bacia hidrográfica do Alto Taquari no Pantanal, Mato Grosso do Sul.

Como se pode notar, essa ferramenta tem sua importância no mapeamento geotécnico, sobretudo, em sua otimização.

Na Tabela 5.1, é mostrado um resumo dos trabalhos aqui apresentados para que se possa ter uma noção das aplicações de banco de dados na Geotecnia e da diversidade de uso dessa ferramenta.

Tabela 5.1: **Resumo das Aplicações em Banco de Dados em MG Citadas, Final da Década de 1980 e 2000.**

AUTOR	LOCAL	ASSUNTO ABORDADO
FERREIRA (1988)	São Carlos – SP-Brasil	Dados geotécnicos, para mapeamento.
MOREIRA (1993)	Aguai - SP-Brasil	Dados geotécnicos para mapeamento.
JUNQUEIRA E SILVAJR.	Rio de Janeiro	Cadastro de problemas de taludes em obras viárias.
PINHEIRO E ESPECCHIT (1994)	Brasil	Informações sobre as rodovias federais
KUNTE (1995)	---	Informações sobre os bancos de dados em geologia marinha
LAXTON E BECKEN (1996)	Wrexam – Inglaterra	Armazenamento de informações de mapas geológicos
DIKAU, CAVALIN E JÄGER (1996)	Europa	Cadastramento dos movimentos de massa
MEIRA E CALIJURI (1996)	Ouro Preto – MG - Brasil	Automação do processo de elaboração do mapeamento geotécnico
TARVAINEM E PAUKOLA (1996)	Finlândia	Informações geoquímicas do solo e da água subterrânea
COUTINHO, MOTEIRO E OLIVEIRA (1996)	Recife-PE Brasil	Informações sobre as argilas orgânicas
COLMAN-SADD, ASH E NOLAN (1997)	Newfoundand - Canadá	Armazenamento de legendas geológicas
HAASTRUP ET ALL (1998)	Sicília Itália	Informações geológicas geotécnicas.
NATHANAIL E ROSENBAUN (1998)	Nordeste da Inglaterra	Dados de furos de sondagens
BRODIE (1998)	Sul da Austrália	Águas subsuperficiais
DINIZ (1998)	São Paulo Brasil	Informações geoambientais
KIM, PYEON, EO (2000)	Seul - Coréia	Vias urbanas
SILVA (2000)	Portugal	Cartografia geotécnica
CALIJURI ET AL (2001)	Viçosa – MG- Brasil	Mapeamento geotécnico, sistema de visualização das informações.
SOUZA (2001)	Litoral de São Paulo-Brasil	Informações geoambientais
CAVALEIRO (2001)	Covilhã Portugal	Informações geoambientais
CHAMECKI ET AL (2001)	Curitiba – Brasil	Resistência dos solos para fundações
SALAMUNI E STELLFELD (2001)	Curitiba - Brasil	Informação geológicas e geomorfológicas

6. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS APLICADO AO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO

Quando se faz uma pesquisa científica abordando um determinado tema, os dados e/ou informações obtidos, devem ser organizados da maneira mais criteriosa, a fim de que venham a ser consultados e utilizados de modo racional e objetivo por profissionais e/ou pessoas interessadas.

E a maneira mais moderna de organizar essas informações é o banco de dados, que pode ser manipulado por sistemas de gerenciamento de bancos de dados - SGBD. Os SGBDs estão cada vez mais sofisticados, pois, pode-se armazenar vários tipos diferentes de dados (imagens, gráficos, desenhos, etc.), que atendem às diversas exigências (saídas de dados, visualização, relatórios) de vários tipos de usuários.

Os dados gerados em pesquisas na área da Geotecnia são muitos, porém pouco tem sido usado desses dados em obras urbanas, sobretudo no Brasil, embora seja notória sua importância na realização das obras civis, em geral, do planejamento urbano e ambiental

Em sua tese de doutoramento, Ferreira (1988) relata que a consulta por meio de um banco de dados é uma forma de agilizar a busca às informações geotécnicas, até então, dispersas e, portanto, de obtenção demorada. Daí, a necessidade de organizar melhor esses dados, se possível, na forma eletrônica, pois isso tornará seu uso na prática, mais fácil.

Em Geotecnia, mesmo atualmente, pode-se perceber que as informações e ou dados produzidos por pesquisas, muitas vezes, estão armazenados de forma desorganizada, mesmo que eletronicamente (não

existe um projeto de armazenamento em bancos de dados). Logo, isso pode resultar em uma não-utilização dos dados, por outros profissionais, pois existirá dificuldade na busca, obtenção, manipulação, visualização e captura dos dados armazenados.

Banco de dados com informações geoespaciais (locacionais e gráficas) possui dados mais complexos de serem armazenados. Os bancos de dados comuns armazenam números e cadeias de caracteres (letras, números, símbolos). Um banco de dados geoespacial, além desses dados citados anteriormente, possui dados gráficos (linhas, pontos, polígonos) e posicionais (coordenadas geográficas).

6.1 Pressupostos para o Desenvolvimento de um Banco de Dados

Não se pode deixar de pensar como recuperar, manipular, buscar, consultar e visualizar estas informações ou dados quando se tem em mente armazená-los.

Este trabalho procurou mostrar a importância do uso de banco de dados no armazenamento das informações, em especial, as geradas em um mapeamento geotécnico, e a facilidade de se armazenar essas informações no formato eletrônico, conseqüentemente, a rapidez para consultá-las, buscá-las, realizar manipulação com a vantagem da segurança do armazenamento eletrônico.

Atualmente, com o avanço da informática, podem-se integrar as informações geradas em um mapeamento geotécnico, tanto em um SIG como em um aplicativo externo ao SIG.

No caso deste trabalho, os dados, além de serem armazenados no SIG, foram, também, em um aplicativo, elaborado em um ambiente de uma linguagem de programação, utilizando para visualização dos dados

geoespaciais uma biblioteca cartográfica. A importância de armazenar as informações em um aplicativo é que esse torna o ambiente de visualização da informação armazenada mais rápido, mais dinâmico e mais flexível que no armazenamento em um SIG.

Cabe salientar que os bancos de dados em mapeamento geotécnico são usados, essencialmente, de duas maneiras básicas: criando um projeto em SIG ou criando um aplicativo externo ao SIG.

Assim, quando se desenvolve um projeto em SIG, esse organiza as informações em categorias ou campos, como, temática, cadastral, rede e imagem, de acordo com a modelagem do SIG, SPRING (INPE, 2003). As categorias armazenam os *layers* ou planos de informação.

No caso do armazenamento em SGBD relacional, as informações são organizadas em tabelas que possuem campos (colunas), registros (linhas) e células que são a junção de um campo com um registro.

O aplicativo a ser elaborado neste trabalho deverá ser simples, de fácil utilização e armazenar as informações de um mapeamento geotécnico.

A grande vantagem de ter as informações armazenadas, organizadas e na forma eletrônica é que estas devem estar facilmente disponíveis para a visualização, e fornecer suporte para a tomada de decisão dos planejadores urbanos, por exemplo.

Neste estudo, os dados usados são pré-existent e não estavam no formato eletrônico, logo, precisando de um tratamento e devem ser colocados na forma digital.

Ao elaborar um mapeamento geotécnico, procurou-se mostrar que se deve ter cuidados na busca e na produção da informação, para que essa informação possa ser armazenada de forma organizada e que o

usuário desta informação possa usá-la com confiança, facilidade e rapidez.

A Figura 6.1 fornece uma idéia das características da informação de entrada que foi armazenada e, assim, pode-se ter uma visão geral de como é essa informação e o modo de armazená-la.

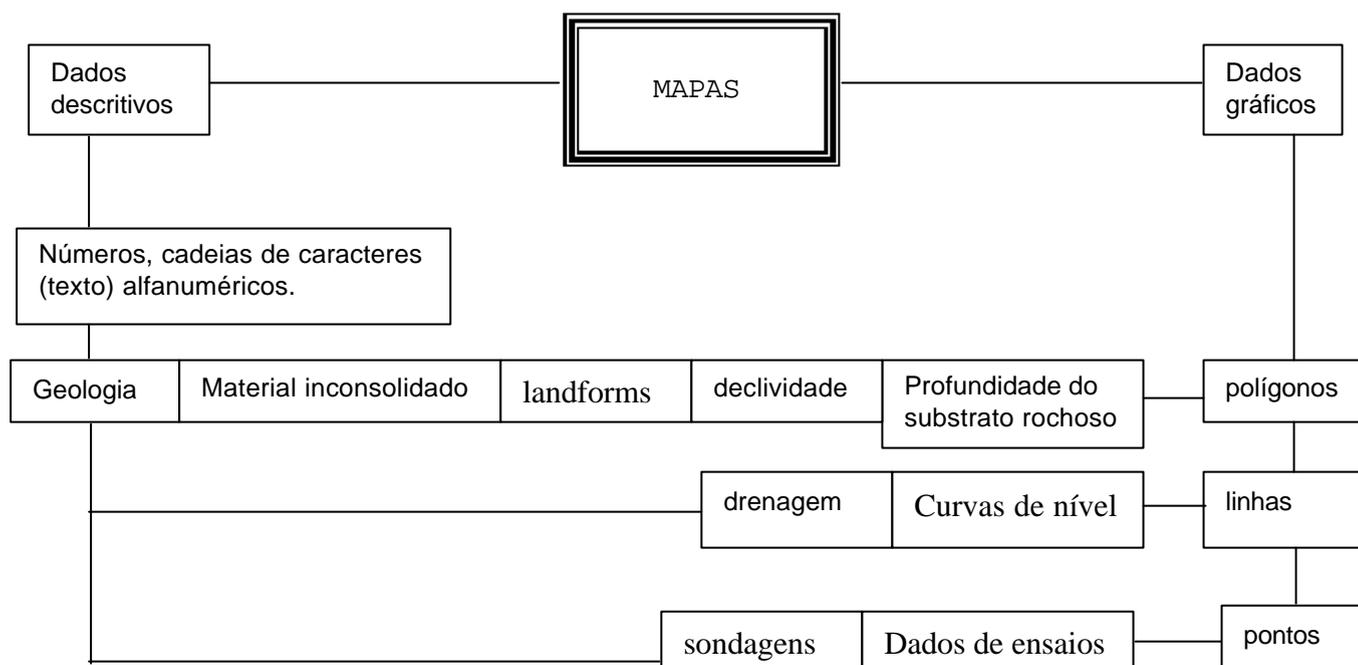


Figura 6.1: **Idéia Genérica das Informações a Serem Armazenadas**

O projeto de banco de dados, tanto dentro do SIG como externo a esse, foi idealizado para ser utilizado por pessoas da área de mapeamento geotécnico. A busca rápida da informação e a demonstração do projeto para pessoas interessadas necessitam de profissionais especializados.

6.2 Base para Elaboração de um Banco de Dados

Cabe enfatizar que, um banco de dados comuns armazena dados numéricos e cadeias de caracteres, enquanto o banco de dados geoespaciais armazena, também, os dados locais e gráficos.

Assim, em um banco com dados de mapeamento geotécnico podem-se armazenar dados provenientes de ensaios laboratoriais, ensaios de campo, mapas, produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélites, aerofotos, etc.), entre outros recursos.

Zuquette (1993) faz um relato sobre os possíveis atributos que devem ser levantados na elaboração de um mapeamento geotécnico e chega por esse caminho, assim, a uma lista com os componentes e aspectos do meio físico (atributos), conforme demonstrado na Tabela 6.1, logo em seguida.

No presente trabalho, foram levantados os aspectos do meio físico, tais como: águas superficiais, geomorfologia, geologia, material inconsolidado, provenientes do mapeamento geotécnico da região de Ribeirão Preto, São Paulo, realizado por Zuquette (1991).

Desses aspectos, podem ser destacados alguns atributos, como, canais de drenagem, bacias hidrográficas, declividade, landforms, tipo rochoso, litologia, distribuição espacial do material inconsolidado, textura do material inconsolidado (silte, areia e argila).

Com a ressalva que os dados a serem manipulados são os produtos gerados de um mapeamento geotécnico, que não estavam armazenados digitalmente, assim, os dados a serem armazenados correspondem a:

❖ folhas planialtimétricas nas escala 1:50.000, que foram produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1971), isto é, as de Ribeirão, Bonfim Paulista, Cravinhos, Serrana, Guariba, Porto Pulador e Rincão.

Tabela 6.1: Grupo de Atributos para Estudos com Finalidade de Planejamento Regional ou Urbano e Aproveitamento de Recursos Ambientais (modificado de ZUQUETTE, 1993)

COMPONENTES	TIPO/ASPECTO	ATRIBUTOS
ÁGUAS	Superficiais	Escoamento superficial Infiltração (infiltração potencial) Características físico-químicas Densidades de canais Bacias hidrográficas de 3ª ordem (STRAHLER) Tempo de concentração
	Subterrâneas	Interferência de lentes salgadas Aquíferos (livres e confinados) Áreas de recarga Profundidade/espessura Poços Senilidade Características físico-químicas
GEOMORFOLOGIA	Morfometria	Altitudes (amplitudes) Declividade e sentido
	Morfologia	Landforms (encostas, bacia de inundação) Formas de encostas Comprimentos das encostas ou dos landforms
GEOLOGIA	Substrato rochoso	Tipo rochoso ou grupo litológico Litologia Mineralogia Densidade Resistência mecânica Permeabilidade Estruturas (descontinuidades e atitudes) Distribuição (em área e em profundidade) Profundidade Grau de intemperismo Alterabilidade (resistência) Erosão (ocorrência de feições) Deposição (indícios de assoreamento) Sismicidade Subsidência (áreas de calcários) Movimento de massa (escorregamento, creep, etc.)
	Materiais inconsolidados	Textura e equivalente areia Origem Fator de retardamento, dispersividade, etc Distribuição em área Permeabilidade Índice de vazios Mineralogia, Erodibilidade, Fertilidade, Potencial de Salinidade Expansibilidade, Colapsividade, características químicas, resistência suporte, massas (específica, aparente seca)
Climáticos		Pluviosidade, temperatura, umidade do ar, ventos, insolação, evapotranspiração
Sócioeconômicos	Sociais, educacionais, econômicos.	População, saúde, escolas, uso do solo, necessidades da população, indústrias e tipos de rejeitos, postos de gasolina, dutos

❖ cartas ou mapas dos aspectos do meio físico da região de Ribeirão Preto (Cravinhos, Bonfim Paulista, Serrana), elaborados por

Zuquette (1991), abordando os seguintes aspectos: geologia, profundidade do substrato rochoso, declividade, landforms, material inconsolidado, mapas de áreas-chave e de pontos de sondagens, de observações, amostragens e de ensaios de campo. E ainda, o mapa de escoamento superficial elaborado por Zuquette, Pejon e Sinelli (1991).

❖ **Dados descritivos:** ensaios de campo e laboratório, sondagens.

Os dados utilizados neste trabalho foram todos adquiridos de trabalhos de pesquisa anteriormente realizados na região de Ribeirão Preto-SP, logo, dados preexistentes. Partiu-se do princípio que, após se realizar um trabalho de pesquisa em mapeamento, uma das coisas que podem ser feitas com os dados produzidos é armazená-los em um SIG ou SGBD para depois serem manipulados.

6.2.1 Modelo dos Dados

As informações manipuladas foram procederam, principalmente, de cartas e mapas geotécnicos. As cartas e mapas geotécnicos são produtos resultantes de um mapeamento geotécnico, e esse, pode ser descrito como um processo que busca avaliar e retratar as características dos componentes do meio físico, bem como os possíveis comportamentos frente às diferentes formas de uso do solo, segundo Zuquette e Gandolfi (2004).

De acordo com esses autores, deve-se elaborar o mapeamento geotécnico tendo em vista um modelo geológico de alta complexidade. O modelo geológico é mais teórico e deve ser voltado para os parâmetros de engenharia, enquanto o geotécnico é mais voltado para aplicação o uso do solo.

Os dados manipulados neste trabalho são, na sua maioria, de mapas e cartas, provenientes do mapeamento geotécnico regional, na escala 1:50.000, enfocando os aspectos gerais do meio físico da região de estudo, tais como, Geologia (formações geológicas, profundidade do substrato rochoso e materiais inconsolidado), Geomorfologia (curvas níveis, landforms e declividade) e águas (linhas de drenagens, escoamento superficial).

Na sua maioria, os mapas foram do tipo fundamentais básicos, segundo a classificação de Zuquette (1993). Conforme esse autor, um documento fundamental básico registra as características dos componentes do meio físico, biológico e antrópico.

Os mapas manipulados na base de dados são caracterizados conforme descritos a seguir

Mapa do Substrato Rochoso, denominado no trabalho como Mapa de Geologia, classificado como documento fundamental básico, no qual se pode visualizar a distribuição espacial em área, das formações geológicas da região, tais como: Formação Serra Geral, Botucatu e Pirambóia, sedimentos recentes.

O Mapa da Profundidade do Substrato Rochoso, onde se pode visualizar a distribuição em área, das classes de profundidade, sendo menores que 2 metros, entre 5 e 2 metros, entre 5 e 10 metros e maiores que 10 metros.

O Mapa de Materiais Inconsolidados, nesse se pode visualizar a distribuição espacial em área, dos materiais: hidromórficos, residuais arenosos, residuais argilosos, mistos arenosos, mistos argilosos e mistos arenosos argilosos.

Mapa de landforms, ou também de Feições do Terreno, podem ser visualizadas espacialmente as seguintes unidades de feições da

superfície da Terra: 1.1, que são platôs planos; 1.2, platôs irregulares; 1.3, platôs abaulados; 2.0, vales de encostas irregulares; 2.1 vales de encostas irregulares e íngremes; 2.2, vales de encostas irregulares intermediárias; 2.3, vales de encostas irregulares suaves; 3.0, vales de encostas regulares; 3.1, vales de encostas regulares e íngremes; 3.2, vales de encostas regulares intermediárias; 3.3, vales de encostas regulares suaves; 4.0, morros arredondados; 5.1; encostas associadas a topos (platôs) irregulares; 5.2, encostas com colúvio e declividade moderada; 5.3, encosta localizada e íngreme; 5.4, encosta mista; 5.5, encosta com seqüência a escarpas; 5.6, encostas com colúvio e declividade suave; 5.7, encosta irregular; 5.8, encosta anterior a escarpa; 6.1, morros isolados com material inconsolidado; 6.2, morros isolados sem material inconsolidado; 7.0, escarpas; 8.0, bacias de inundação, 9.0, cristas alongadas; 10.0, áreas planas; 10.1, áreas planas - onduladas; 10.2, áreas planas - com canais de drenagem; 10.3, áreas planas de superfície única; 11.0, platô meso-encosta; 12.0, sistema de drenagem evoluindo para anfiteatro; 13.0, montante de bacia hidrográfica; 14.0, área de confluência de canais de drenagem; 15.0, conjunto de landforms com particularidades; 16.0, interflúvio.

Mapa Topográfico, nesse tipo de mapa são apresentadas as linhas das curvas de níveis e a eqüidistância entre estas. Foi elaborado por meio das folhas planialtimétricas do IBGE na escala 1:50.000, com curvas eqüidistantes de 20 em 20m.

Na Carta de Declividade, derivada do Mapa Topográfico, tem-se a distribuição espacial, em área, das seguintes unidades: A, com declividade menor que 2%, AI, com declividade menor que 2%, mas com

inundação; B, com declividades entre 2 a 5%; C, com declividades entre 5 a 10%; D, com declividades entre 10 a 20%.

Mapa de canais de drenagem, obtido a partir das folhas planialtimétricas do IBGE, no qual constam os principais canais de drenagem da Região, tais como, Rio Pardo, Ribeirão das Onças, Ribeirão do Pântano, Ribeirão Preto, entre outros.

Carta de Escoamento Superficial, obtida a partir da Carta das Taxas de Escoamento Superficial e Infiltração, elaborada por Zuquette, Sinelli, Pejon (1991), na qual se pode visualizar a distribuição espacial em área, das classes de escoamento superficial, cujos códigos são 2, 4, 6,8 e 10. Essas classes registram: declividades, características da superfície do terreno, espessura do material inconsolidado, textura e estrutura do material inconsolidado, permeabilidade, densidade dos canais de drenagem, litologia, existência ou não da cobertura vegetal, profundidade do nível freático, ação antrópica (usos) e feições favoráveis ao armazenamento superficial, como lagoas. Essa carta é classificada por Zuquette (1993) como documento cartográfico interpretativo e derivado.

Carta de Áreas-Chave, esse documento representa espacialmente porções do terreno onde foram realizadas investigações geotécnicas, mais detalhadas. Selecionaram-se 31 áreas, com características geotécnicas, tais como, granulometria, índices de plasticidade, além das feições do terreno.

Mapa de pontos de observação e coleta, de ensaios de campo e sondagem (Documentação), como se pode perceber, esse mapa foi derivado dos pontos da investigação de campo realizada na área em estudo.

Os dados descritivos são, fundamentalmente, extraídos dos mapas e cartas. São, na sua totalidade, as características das unidades dos mapas e cartas. Assim, os dados foram colocados em tabelas, essas, por sua vez, foram associadas aos mapas, completando o armazenamento dos dados geoespaciais.

Os dados aqui manipulados foram modelados de duas maneiras, uma para o SIG e outra para o aplicativo. A modelagem no SIG seguirá o padrão definido e, no aplicativo seguirá, a tendência do tipo de Mapeamento Geotécnico de que se necessita, no caso do presente trabalho, isto é, um mapeamento regional com informações sobre o meiofísico destinado a um planejamento urbano da região de Ribeirão Preto.

6.2.2 Modelagem do Banco de Dados no SIG

No SIG, os dados foram adaptados ao modelo do programa (SPRING), como se pode observar na Figura 6.2, que apresenta o modelo conceitual do projeto, no qual os mapas estão dentro de categorias que, por sua vez, podem ser modeladas como: cadastral, temático, modelo numérico do terreno (MNT), imagem e redes. Nas categorias, estão os planos de informações. O mapa poderá ser dividido em mais de um plano de informação.

Os dados estão todos em um banco de dados geográficos, que reconhecido pelo nome, no caso, "Ribeirão", e esse banco de dados é modelado conceitualmente com entidades, por exemplo, plano de informação, não-espacial e os geo-objetos.

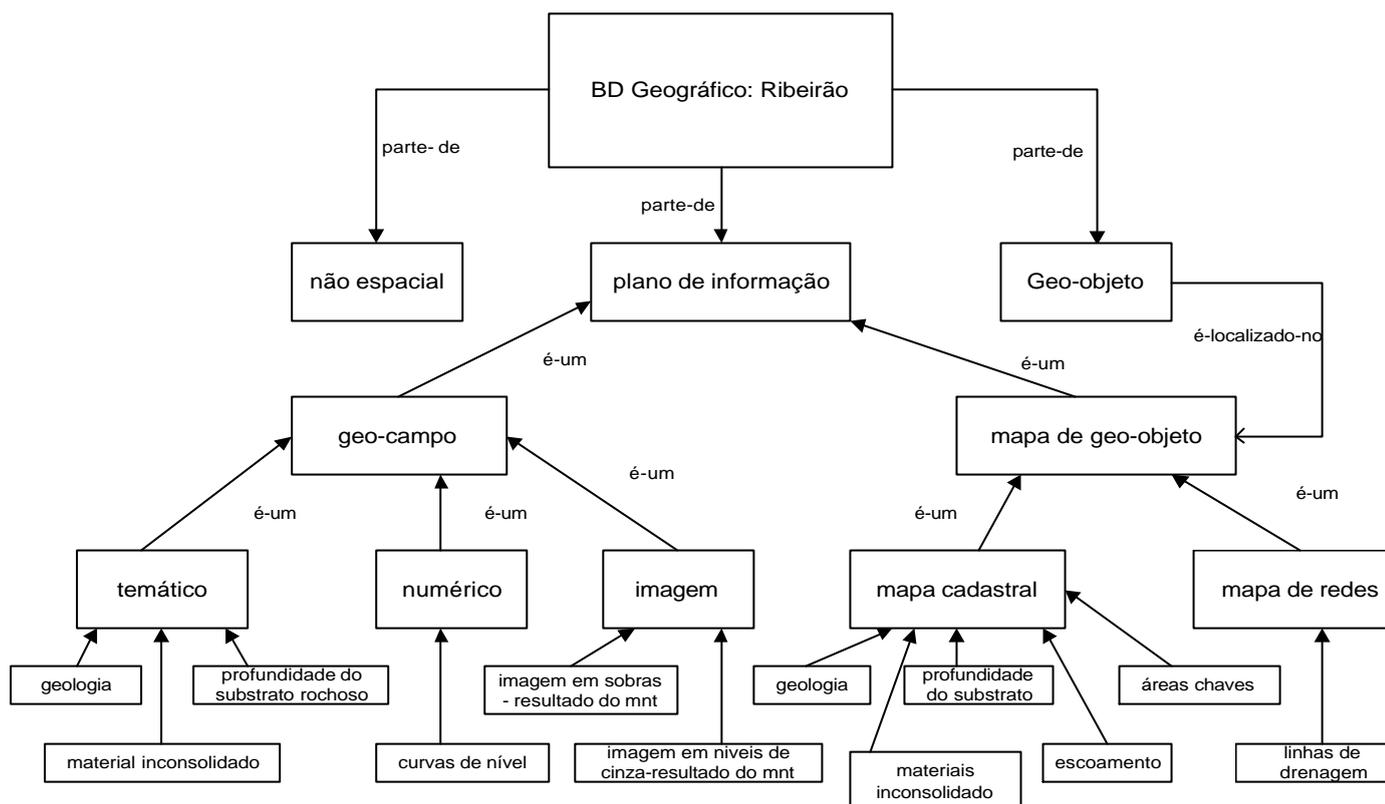


Figura 6.2: **Modelo Conceitual do SIG Adaptado para o Banco de Dados Ribeirão**

6.2.3 Modelagem do Banco de Dados no Aplicativo

No aplicativo, os dados foram dispostos de maneira que ocorresse um projeto de mapeamento geotécnico digital. Assim, as informações foram colocadas para visualização por meio dos principais aspectos do meio físico. Elaboraram-se formulários onde podem ser visualizados os mapas com suas características descritivas. As informações poderão ser acessadas mediante botões que apresentam o nome do aspecto do meio físico.

Para elaborar o aplicativo, foi utilizada uma linguagem orientada a objeto (Visual Basic). Uma linguagem orientada a objeto

trabalha com módulos de comandos (Magri, 2003) para executar uma tarefa.

Para desenvolver o aplicativo, utilizaram-se alguns objetos, obedecendo a modelagem para orientação a objeto (Pender, 2004). Os principais objetos utilizados no aplicativo são: *map control*, usado para capturar o plano de informação (*layers*) em *shapefile*; *DataGrid* e *Adodc*, para capturar as tabelas. Ainda utilizou-se muito o Command Button (botões de comando), para dar acesso às informações dos formulários (objeto form), não sendo um objeto principal, mas de grande utilidade na manipulação das informações. Esses objetos estão inseridos em um formulário. O aplicativo possui 13 formulários principais e 8 secundários. Na Figura 6.3, é mostrada uma modelagem geral da elaboração do aplicativo.

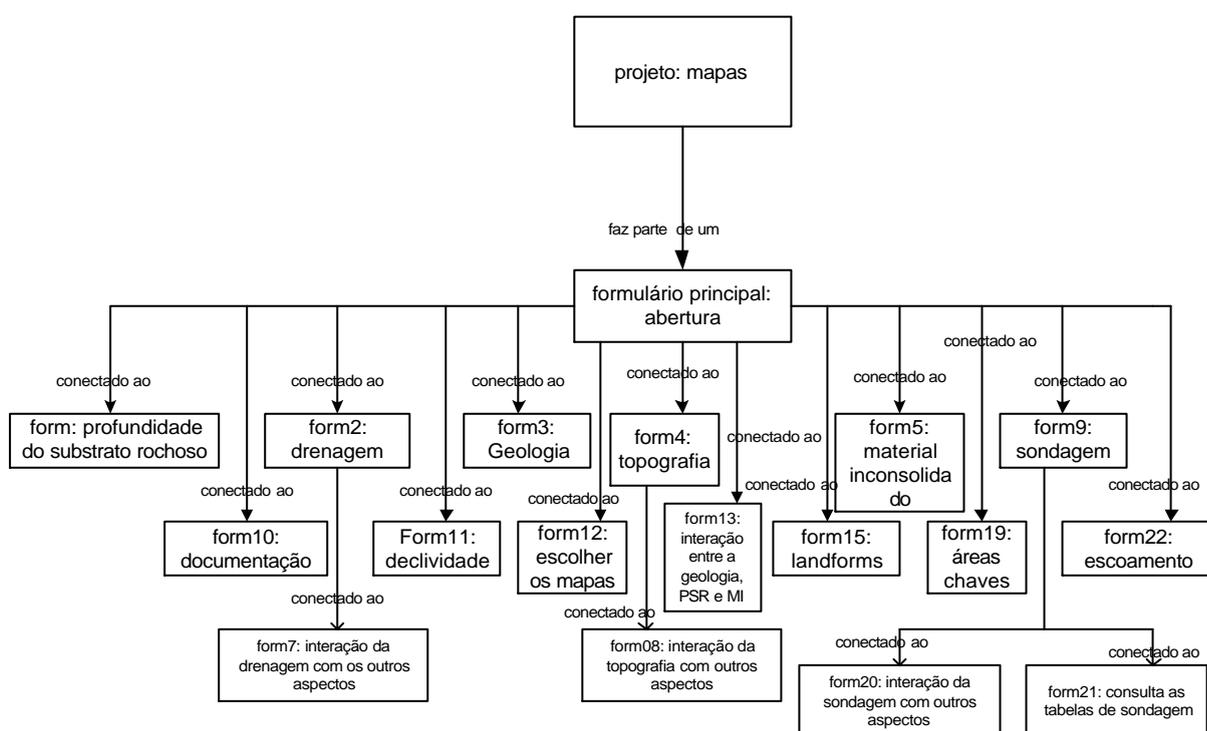


Figura 6.3: Modelagem do Aplicativo

6.3. Recursos Utilizados

As bases de dados são manipuladas por sistemas de gerenciamento de bancos de dados (SGBD), como exemplos, de SGBD podem-se citar: ORACLE, INTERBASE, DBASE, ACCESS e o MySQL.

As bases de dados geoespaciais (gráficos, georreferenciados), normalmente, são manipuladas por sistemas de informação geográfica (SIG). Como exemplos de SIG, podem-se citar: ARCVIEW e ARCINFO, desenvolvido pela *Environmental Systems Research Institute* (ESRI); IDRISI, pela *Clark University*; SPRING, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE; GeoMedia, pela Intergraph.

Para o desenvolvimento de um aplicativo, normalmente, usa-se o ambiente das linguagens de programação. Atualmente, usam-se mais as linguagens direcionadas a objeto, por exemplo, a Delphi, a Visual Basic, a Visual C++.

Neste trabalho, para manipulação dos dados geoespaciais foi utilizada uma biblioteca acoplada à linguagem de programação; como exemplo, de bibliotecas cartográficas, podem ser citadas a TERRALIB, desenvolvida pelo INPE; a MapObjects, pela ESRI e a MapX, pela Intergraph.

Para elaboração deste trabalho, foram empregados os seguintes softwares: para digitalização dos mapas, o AUTOCAD2000 e, também, o SPRING4.0; para armazenamento da base de dados não-espaciais, o SGBD ACCESS2000, desenvolvido pela Microsoft; para armazenamento, manipulação e integração dos dados geoespaciais e não-espaciais, o SIG SPRING; como ambiente de desenvolvimento do aplicativo, o Visual Basic6.0, comercializado pela Microsoft.

Para manipular os dados geoespaciais, foi acoplada, ao ambiente do Visual Basic, a biblioteca MapObjects2.2, desenvolvida pela ESRI (2005). Essa última, com uma versão demo de 90 dias, sendo distribuída, livremente, pela *Internet*.

O SPRING 4.0 foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para manipular os dados espaciais e não-espaciais.

O SPRING foi concebido como um banco de dados geográficos e projetado, desde o início, para operar eficientemente em conjunto com um sistema de gerenciamento de banco de dados. Utiliza, portanto, um sistema georrelacional, que faz uma ligação entre um banco de dados geográficos (SIG) e um banco de dados relacional, internamente (retirado da ajuda do SPRING4.0, INPE, 2003). Esse é um sistema distribuído livremente pela *Internet*.

A linguagem de programação Visual Basic 6.0 (VB) tem um ambiente de desenvolvimento e é uma linguagem direcionada a objeto.

A biblioteca MapObjects2.2, foi desenvolvida pela ESRI e usada no ambiente da linguagem de programação Visual Basic 6.0. A MapObjects é um conjunto de componentes padrões de um SIG e mapeamento; esse opera em ambiente de desenvolvimento de aplicativos do Windows, um ambiente de linguagens de programação direcionada a objetos, ainda, com uma extensão para *Internet*. O usuário poderá adicionar, à sua aplicação, a capacidade de geoprocessamento ou elaborar suas próprias soluções de SIG e mapeamento (ESRI, 2005).

Inicialmente, todo o projeto foi desenvolvido no ambiente do sistema operacional Windows98, depois, foi transferido, com êxito, ao sistema Windows 2000.

Lançou-se mão de programas que, sobretudo, tivessem facilidade de aquisição, facilidade na manipulação e que demonstrassem qualidade na resposta. Com relação à facilidade de manipulação e obtenção dos programas, pensou-se demonstrar que o uso e a aquisição não são tão complicados quanto, muitas vezes, parece. Logo, não é esse o empecilho para desenvolver um projeto em banco de dados e para organizar melhor os resultados alcançados num trabalho de pesquisa.

Em termos de hardware, todo projeto foi trabalhado em um PC com processador AMD K6II, com 32MB (mega bytes) de RAM. Depois o projeto foi transportado para um computador com processador AT Pentium com 300MB de memória RAM. Entretanto, para digitalização dos mapas deve-se ter um bom *scanner* e um bom vídeo para conseguir qualidade nas informações a serem manipuladas.

A saída dos produtos deste trabalho poderá ser por: visualização na tela do computador (vídeo) e impressora.

6.4. Seqüência da Informação

As informações que serão trabalhadas podem seguir um fluxo diferenciado, geral ou específico, pois dependem da necessidade e do objetivo de cada projeto em particular. Um exemplo disso é o aplicativo GeoGis desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (MEIRA, 1996), no qual a informação está em duas bases de dados, uma gráfica e uma descritiva.

A base de dados gráficos usa o SIG IDRISI para o armazenamento. Essa base é capturada depois no IDRISI, pelo módulo GeoCART e poderá ser exportada outra vez para o SIG.

O GeoCART tem, ainda, outros módulos, como o de visualização (GeoVis) e o que importa os dados do IDRISI. Esse último exporta para o formato que será capturado outra vez pelo IDRISI, que é o módulo GeoLINK.

A base de dados descritiva foi armazenada no SGBD, Dbase, e depois capturada pelos módulos GeoInv e GeoCalc.

No GeoInv, as fichas de campo e os ensaios laboratoriais são manipulados. No módulo GeoCalc, são feitos os cálculos determinísticos, estatísticos e paramétricos.

Em resumo, a informação chega pelo SIG, é trabalhada pelo SGBD pelo módulo GeoCalc e poderá ser visualizada e, em seguida, exportada pelo módulo GeoCart (Figura 5.7).

No caso de organizar uma base de dados diferente da acima apresentada que seja semelhante à desenvolvida neste estudo devem-se, inicialmente, armazenar todas as informações levantadas no formato eletrônico. Logo, os mapas devem ser digitalizados em programas, do tipo CAD ou em SIGs.

Cabe lembrar que, atualmente, existe, ainda, a captura dos dados, que tenham sido escanerizados; logo, estão no formato de imagem, por programas conversores de imagem ao formato vetorial.

Caso os mapas sejam digitalizados em CAD, lembrar como esses serão importados e capturados pelo aplicativo e pelo SIG. No caso dos SIGs, esses possuem, normalmente, vários formatos para exportação e importação dos dados.

As informações advindas de ensaios de campo e de laboratório, por exemplo, podem ser digitadas nos SGBDs ou pode-se utilizar o próprio ambiente da linguagem de programação para criar as tabelas, visto que esses possuem ferramentas necessárias para a manipulação

das bases de dados, ou ainda, deve-se digitar no SIG; alguns SIGs, como SPRING e ARCVIEW, possuem ferramentas para elaboração de tabelas.

O segundo passo é organizar e, se preferir, fazer algum tipo de tratamento das informações (estatístico ou geoestatístico, por exemplo), no SIG e/ou em outro programa.

Para organizar os dados no SIG, pode-se fazer um projeto com todas as informações e, nesse projeto, existirão alguns módulos que permitirão as várias manipulações (visualização, impressão, consultas, etc.) das informações.

No ambiente da linguagem de programação, devem ser utilizadas ferramentas disponíveis para elaboração do aplicativo, próprias da linguagem ou da biblioteca.

Para a entrada de dados, no aplicativo, podem-se criar rotinas que digitalizem os mapas no próprio aplicativo ou, simplesmente, pode-se usar uma ferramenta da biblioteca que captura os dados armazenados. Os dados armazenados estão em arquivos previamente gerados em um SIG.

Os dados são exportados em arquivos que possíveis de ser capturados pela biblioteca, para que seja realizada a consulta, a visualização, a impressão ou outro tipo de tarefa que se deseja que o aplicativo desenvolva. Para tanto, devem ser desenvolvidas rotinas que dependerão de cada linguagem de programação utilizada.

Neste estudo, o armazenamento e a organização das informações começaram após a realização do mapeamento geotécnico. Assim, estando-se com todos os produtos gerados em mãos, sejam esses em forma de mapas, planilhas de ensaios, dados de sensoriamento remoto, gráficos, entre outros, é realizada uma análise desses produtos,

isto é, das informações que existem na região de estudo (levantamento das informações existentes sobre a região). Cabe aqui salientar que a maioria desses dados estava na forma de papel. Logo, deveriam ser colocados no formato eletrônico, para que pudessem ser manipulados pelos programas.

Os mapas foram digitalizados no Autocad2000 e no SPRING4.0; os dados descritivos foram digitados na forma de tabelas no ACCESS2000 e no SPRING (Figura 6.4).

No SPRING, foi criado um projeto para organizar as informações, depois foram criadas as categorias, isto é, modelos de informações geográficas, divididas em temáticas, cadastrais, redes, imagens e modelo numérico de terreno.

Criadas as categorias, devem ser elaborados os planos de informações (*layers*) que vão representar os mapas. Assim, os planos de informação estão inseridos nas categorias.

Nas categorias temáticas, estão os planos de informações que representam: a declividade, o material inconsolidado, a geologia, os *landforms* e a profundidade do substrato rochoso, o escoamento. Na categoria rede, as linhas de drenagem; na categoria MNT, está o plano de informação das curvas de níveis.

O SPRING também aceita a construção de tabelas, que podem ser conectadas aos planos de informação; nesse caso, os planos de informação devem pertencer à categoria cadastral ou rede.

Por fim, foram organizados, na categoria cadastral, alguns mapas (geologia, material inconsolidado, profundidade do substrato rochoso, escoamento) e elaboradas tabelas que permitam realizar consultas mais específicas. Portanto, houve uma integração dos dados

no SPRING, na qual podem ser feitas a visualização dos dados, a impressão e as consultas.

No ambiente da linguagem de programação Visual Basic, foi elaborado um aplicativo para integrar as informações espaciais com as informações não-espaciais.

As informações (para o aplicativo) foram armazenadas em um diretório único contendo subdiretórios.

As informações entram no aplicativo por meio de arquivos; caso sejam mapas, os arquivos são no formato *shapefile* produzidos no SPRING, caso sejam as tabelas elaboradas no ACCESS, essas serão capturadas pelos *controls DataGrid e Adodc*.

Para a organização da base de dados não espaciais, foram elaboradas as seguintes tabelas:

- ❖ *geol*, informando as unidades geológicas do mapa de geologia;
- ❖ *landg*, com informação das unidades do mapa de *landforms*;
- ❖ *mi*, com informação das unidades do mapa de material inconsolidado;
- ❖ *psr*, com informação das unidades do mapa de profundidade do substrato rochoso;
- ❖ *decg*, com informação das unidades do mapa de declividade;
- ❖ *spt*, com os dados de sondagens;
- ❖ *achaves*, com as informações sobre as áreas-chave resultantes do mapeamento geotécnico;
- ❖ *esco*, com informações do mapa de escoamento superficial.

Assim, essas bases de dados foram para o Visual Basic6.0, em conexão com a biblioteca MapObject2.2.

Os mapas, ou melhor, os planos de informação, ou ainda, *layers*, armazenados no SPRING foram exportados como *shapefile*, pois essa é a extensão mais adequada para que os mapas sejam capturados pela ferramenta da biblioteca.

Os *shapefiles* foram armazenados em um único diretório, sua captura é realizada por meio de uma rotina em conjunto com a ferramenta *Map control* da biblioteca. O *Map* possibilita a visualização do *layer*.

A saída das informações armazenadas no aplicativo poderá ocorrer por meio de arquivos (neste caso, JPEG), visualização na tela e impressão por meio da impressora instalada.

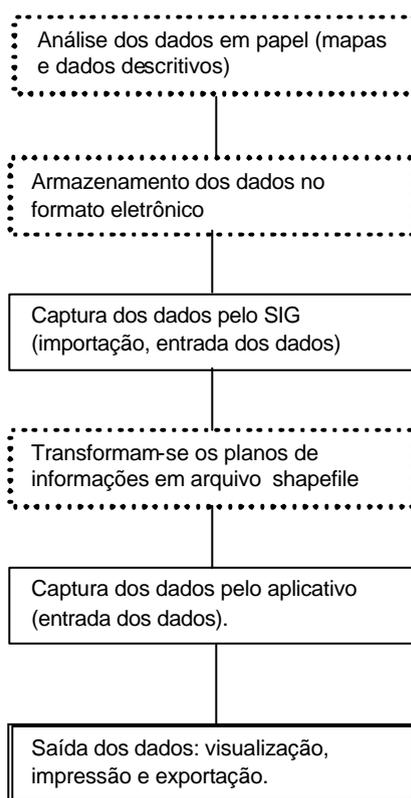


Figura 6.4: **Fluxo Básico das Informações Armazenadas**

6.5 Etapas da Elaboração da Base de Dados

Para melhor entendimento do desenvolvimento deste trabalho, elaborou-se um esquema da seqüência das etapas para a produção da base de dados, descrita anteriormente, o qual assim se desenvolve:

- 1.0- Embasamento Teórico.
- 2.0- Levantamento das informações a serem armazenadas.
- 3.0- Análise dos dados a serem armazenados. Verificar as condições dos dados, por exemplo, se os dados estão em formato eletrônico; se os dados estão georreferenciados, etc.
- 4.0- Escolha dos programas a serem utilizados.
- 5.0- Armazenamento dos dados.
 - 5.1- Armazenamento e organização dos dados espaciais e não-espaciais em SIG (integração dos dados).
 - 5.2- Armazenamento e organização dos dados não-espaciais no SGBD (elaboração e alimentação das tabelas).
- 6.0- Análise dos dados armazenados.
- 7.0- Elaboração das consultas no SIG.
- 8.0- Elaboração do Aplicativo no Visual Basic para realizar a integração dos dados.
- 9.0- Exportação dos planos de informação (*layers*/mapas) do SIG para serem utilizados no aplicativo.

Após analisar alguns bancos de dados encontrados na literatura científica, na área da Geotecnia (capítulo 5), pode-se chegar a um fluxograma geral para elaboração desses em mapeamento geotécnico que poderá ser visualizado na Figura 6.1.

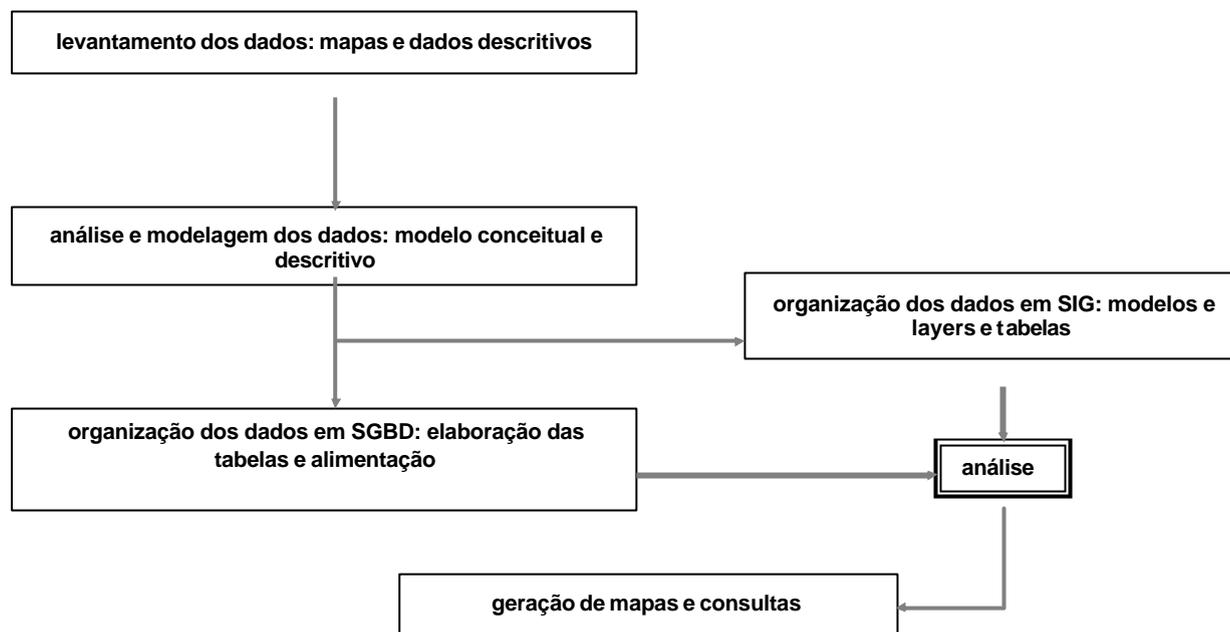


Figura 6.5: Fluxograma Geral para Elaboração de Banco Dados em Cartografia Geotécnica

7 CONSULTAS À BASE DE DADOS DOS ASPECTOS GERAIS DO MEIO FÍSICO DA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO

O banco de dados elaborado nesta pesquisa envolve uma base de dados geoespaciais (entende-se por dados geoespaciais aqueles referenciados geograficamente com uma representação e gráfico - ponto, linhas e polígonos) e outra base com dados não-espaciais (dados descritivos).

A base de dados geoespaciais utilizou o Sistema de Informação Geográfica SPRING4.0, para sua organização e armazenamento. Além dos dados espaciais, foram reunidos no SIG alguns dados não-espaciais, sob a forma de tabelas. Portanto, processou-se uma integração dos dados no SIG.

A base de dados não-espaciais (descritivos) utilizou o sistema gerenciador de banco de dados relacional, ACCESS 2000, para a elaboração das tabelas, organização e armazenamento dos dados.

Externamente ao SIG, operou-se uma segunda integração dos dados armazenados no SPRING (espaciais) com os do ACCESS (não espaciais). Para realizar essa integração, foi utilizado o ambiente da linguagem de programação Visual Basic 6.0, em conjunto com a biblioteca MapObject 2.2 (para manipulação e visualização dos dados espaciais).

Os mapas foram exportados do SPRING para o Visual Basic (VB), como arquivo *shapefile*. As tabelas do ACCESS foram capturadas por meio dos controles *DataGrid* e *Adodc* do VB.

Assim, desenvolveu-se um aplicativo no ambiente da linguagem de programação Visual Basic, com os dados armazenados, quer fossem espaciais (mapas), tabelas, imagens, entre outros tipos, e com isso realizar uma segunda integração.

7.1 O SIG SPRING

O SPRING 4.0 é um software brasileiro desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); foi concebido como um banco de dados geográficos, que manipula os dados espaciais e não-espaciais, e projetado, desde o início, para operar em conjunto com um SGBD.

Assim, o Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING,) é um banco de dados geográficos de segunda geração, para ambientes UNIX e Windows, com a capacidade para (retirado da ajuda do SPRING4.0, INPE 2004):

- ❖ operar como um banco de dados geográficos sem fronteiras e suportar grande volume de dados (sem limitações de escala, projeção e fuso), mantendo a identidade dos objetos geográficos em todo banco;
- ❖ administrar tanto dados vetoriais como dados matriciais ("raster"), e realizar a integração de dados de Sensoriamento Remoto em um SIG;
- ❖ prover um ambiente de trabalho amigável e poderoso, por intermédio da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra);
- ❖ conseguir escalonabilidade completa, isto é, ser capaz de operar com toda sua funcionalidade em ambientes que variem desde microcomputadores a estações de trabalho RISC de alto desempenho.

Para alcançar esses objetivos, o SPRING é baseado em um modelo de dados orientado a objetos, dos quais são derivadas sua interface

de menus e a linguagem espacial LEGAL. Deve conter algoritmos inovadores, como os utilizados para indexação espacial, para segmentação de imagens e para geração de grades triangulares que garantem o desempenho adequado às mais variadas aplicações.

Outra característica considerada extremamente importante é que a base de dados é única, isto é, a estrutura de dados é a mesma quando o usuário trabalha em um microcomputador (IBM-PC) e em uma máquina RISC (Estações de Trabalho UNIX), sem necessidade alguma de conversão dos dados. O mesmo ocorre com a interface que é exatamente a mesma, de maneira que não existe diferença no modo de operar o produto SPRING.

Os modelos de dados do SPRING descrevem como a realidade geográfica pode ser vista, representada pelo programa (SIG), são eles: temático, MNT, rede e cadastral.

No SPRING, os modelos têm as seguintes finalidades (INPE, 2004): integrar imagens de Sensoriamento Remoto e Modelos Numéricos de Terreno com mapas temáticos, mapas cadastrais e redes; definir um mapeamento entre objetos geográficos e suas localizações, o que permite que mais de uma informação gráfica esteja associada à mesma entidade do mundo real; engendrar uma interface de alto nível com conteúdo semântico; permitir a coexistência de representações vetorial, matricial e grades em um mesmo sistema (Figura 7.1).

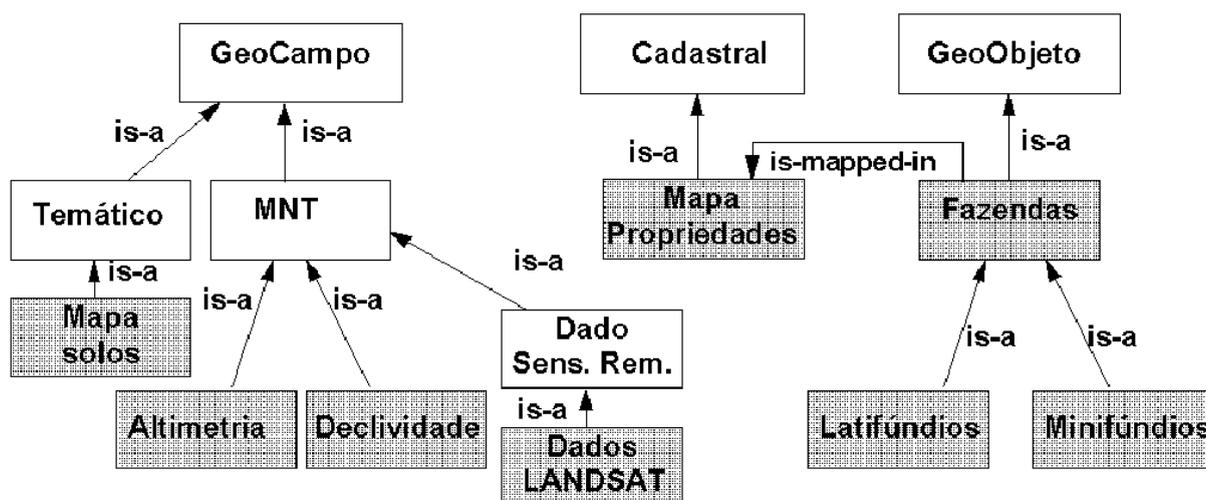


Figura 7.1: Modelo Conceitual do SPRING
 Fonte: INPE (2003).

O SPRING considera um *modelo de dados* como um conjunto de ferramentas conceituais (ligações, entidades e atributos), tal modelo é utilizado para estruturar dados em um sistema computacional. Os modelos de dados vão especificar a categoria a que um determinado mapa pertence, por exemplo: se o mapa for temático, MNT e imagem, isso quer dizer que este possui dados do tipo campo, ou melhor, um geocampo representativo da distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica. Se o mapa for cadastral ou rede, esse será um mapa de objetos, assim, os dados serão do tipo objeto, um geobjeto, que é um elemento único, com atributos não-espaciais e está associado a múltiplas localizações geográficas. A localização pretende ser exata, e o objeto é distinguível em seu entorno.

7.2 Noções Básicas sobre a Linguagem de Programação Visual Basic (VB)

A Visual Basic (VB) é uma linguagem de programação direcionada a objeto, associada a um ambiente de desenvolvimento. As linguagens de programação ou programas tradutores são capazes de traduzir um comando, que é compreensível ao programador, para uma linguagem que é reconhecida pela máquina (o computador), isto é, tecnicamente, o tradutor lê o arranjo de caracteres, consulta um dicionário interno e descobre o arranjo de bits correspondente (MAGRI, 2003). Esses programas tradutores são, também, chamados de linguagens de segunda geração.

As linguagens direcionadas a objeto são de terceira geração, pois possuem instruções que, na verdade, são conjuntos de instruções (funções, procedimentos e objetos).

O objeto, por sua vez, possui atributos, ou propriedades, usados para caracterizá-lo e, também, possui métodos que o capacitam a executar determinadas tarefas.

A VB é uma linguagem que usa um interpretador, isto é, a linguagem de programação vê o programa-fonte linha por linha, e traduz cada linha, por vez, para a linguagem de máquina.

Como a VB trabalha com um ambiente de desenvolvimento, ao entrar no ambiente da linguagem, é necessário criar um projeto e adicionar um formulário (form module - com extensão .frm), ou melhor, quando você abre o programa VB, são criados, automaticamente, um projeto e um formulário.

7.2.1 Alguns Símbolos Especiais Usados na Visual Basic

Os símbolos são usados para escrever o código do programa (o aplicativo), assim, tem-se símbolos básicos:

= (sinal de igualdade), para dar atribuição de valores;

' (aspa simples), para fazer comentários;

& ("e" comercial), para declarar de variáveis tipo Long, para parâmetros dos formulários;

"..." (aspas), para delimitar uma cadeia de caracteres;

(...) parênteses, para delimitar uma expressão, declarações funções, sub-rotinas;

. (ponto), para indicar métodos ou propriedades do objeto;

7.2.2 Principais Operadores

Os operadores são símbolos, ou palavras, usados para auxiliar a realização de alguns tipos de tarefas, os mais comuns são os aritméticos, os relacionais e os lógicos.

Os operadores aritméticos destinam-se para realizar operações com valores numéricos: + (mais), faz a adição entre números; - (menos), faz a subtração, * (asterisco), faz a multiplicação e a / (barra) faz a divisão.

Os operadores relacionais são usados em expressões condicionais, retornando um resultado verdadeiro (TRUE) ou falso (FALSE), são estes (RINALDI, 1993):

= igual;

<> sinal de desigual;

> maior que;

< menor que;

> = maior ou igual;

< = menor ou igual.

Os operadores lógicos são também usados em expressões condicionais e de decisão:

AND - para realizar uma conexão lógica entre duas expressões;

NOT - para realizar uma negação lógica de uma expressão;

OR - para realizar uma não-associação lógica, entre duas expressões;

XOR - para realizar uma não-associação lógica entre duas expressões, sendo o operador exclusivo para apenas uma das expressões.

7.2.3 Declaração de Variáveis

Entende-se como variável um endereço de memória que tem um tamanho de espaço de memória não conhecido.

As variáveis armazenam os valores dos dados.

As variáveis podem pertencer a quatro grandes grupos: numéricos, alfanuméricos, lógicos e ponteiros.

No VB, as variáveis reconhecem os seguintes grupos: numéricos; string (texto, alfanumérico); booleanos (falso ou verdadeiro); data, objeto e variantes (PETROUTSOS, 1999). Assim, esses grupos podem ser separados em tipos, os tipos básicos suportados pelo VB são:

- string, quando os dados são do tipo cadeia de caracteres ou alfanumérico ou texto;
- Integer, tipo numérico que armazena valores inteiros na faixa de -32.768 a 32.767;

- `single` e `double` são tipos numéricos de precisão simples e precisão dupla, respectivamente;
- `byte` armazena dados numéricos do tipo inteiro na faixa de 0 a 255;
- `long` também armazena dados numéricos do tipo inteiro, porém na faixa de -2.147.483 a 2.147.483.647.

Para declarar uma variável, existe um comando específico, porém, essa declaração poderá ser explícita ou implícita, mas sempre começando com a palavra-chave "**Dim**" seguida do nome da variável, por exemplo:

Dim nome_da_var, se a declaração for implícita.

Dim nome_da_var As Integer, se a declaração for explícita.

Mas, se a variável é do tipo objeto, além de ser declarada do modo anteriormente mencionado, para designar a realização de alguma tarefa, deve-se usar a palavra-chave "`Set`", por exemplo:

Dim varobjeto As Objecto

Set varobjeto = comando

7.2.4 Principais Estruturas de Controle do Visual Basic

O código é o texto que se escreve para executar determinadas tarefas em programação. O código de um programa é composto por blocos de comandos (Quadro 7.1), esses blocos de comandos são delimitados, no caso do VB, pelas palavras-chave "**Private Sub...End Sub**" ou, simplesmente, "**Sub...End Sub**". Assim, a estrutura básica de um programa do VB começa com "`Private Sub`" ou apenas "`Sub`", deve-se colocar um nome na rotina e, para finalizá-lo, coloca-se "`End Sub`", por exemplo:

```
Private Sub nome_do_programa ()
```

```
  ` bloco de comandos
```

```
End Sub
```

Para colocar um comentário em seu código no VB, deve-se usar: ` (aspas simples).

Para controlar o fluxo dos comandos, existem as estruturas de controle, estes tipos de estruturas permitem controlar o fluxo na execução do programa, são elas: estruturas de condição (decisão) e estruturas de repetição ou *loops* (ver Quadro 7.1).

As principais estruturas de decisão do VB são: *If...Then*; *If...Then...Else*; *Select Case*. A seguir, observa-se as respectivas sintaxes das estruturas:

```
If <expressão booleana> Then
```

```
  ` bloco de comandos
```

```
End If
```

```
If <expressão booleana> Then
```

```
  ` se o resultado da expressão for verdadeiro, realiza esse bloco
```

```
  ` de comandos
```

```
Else
```

```
  ` se o resultado da expressão for falso, entra neste bloco de
```

```
  ` comandos
```

```
End If
```

```
Select Case <expressão booleana>
```

```
Case Valor1
```

```
  ` bloco de comandos
```

```
Case Valor2
```

```
  ` bloco de comandos
```

```
.
```

```
.
```

Case Else

' bloco de comandos

End Select

As principais estruturas de repetição são: *Do...Loop;*

For...Next; ForEach...Next. As sintaxes são as seguintes:

Do while <expressão booleana>

' este bloco de comandos só será executado se condição for

' verdadeira

Loop

Do Until <condição>

' o bloco de comandos será executado até que a condição seja

' satisfeita

Loop

For < contador > = valor inicial to valor final

' bloco de comandos

Next < contador >

```

Private Sub Form_Load()                                → → → → início de um bloco de comandos
Dim dc As New DataConnection
Dim layer As MapLayer
dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

If dc.Connect Then                                     → → → → estrutura de condição “ If ”

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("pro_pol")
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grd_lin")
layer.Visible = True
layer.Symbol.Color = moGray
Map1.Layers.Add layer

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
End If                                                 → → → → final da estrutura de condição

Screen.MousePointer = vbDefault

'início do renderer

Dim strings As New MapObjects2.strings
Dim recs As Recordset
Dim i As Integer
Set layer = Map1.Layers("pro_pol")
Set recs = layer.Records

Do While Not recs.EOF                                  → → → → início da estrutura de repetição “ while ”
strings.Add recs("sprclasse").Value
recs.MoveNext
Loop                                                   → → → → final da estrutura de repetição “ while “

Set layer.Renderer = New ValueMapRenderer
layer.Renderer.Field = "sprclasse"
' add the unique values to the renderer
layer.Renderer.ValueCount = strings.Count

For i = 0 To strings.Count - 1                         → → → → início da estrutura de repetição “ for “
layer.Renderer.Value(i) = strings(i)
Next i                                                → → → → final da estrutura de repetição “ for “

End Sub                                               → → → → final de bloco de comandos

```

Quadro 7.1: Exemplo de Código do VB

7.2.5 Principais Ferramentas (controls) Usadas no Visual Basic

Os *controls* são ferramentas do VB ou objetos que realizam determinadas tarefas, podem interagir com o usuário e controlar o

aplicativo. Podem-se, então, citar alguns *controls* usados para realizar o aplicativo deste trabalho (Figura 7.2 e 7.3):

- *form* - o primeiro *control* de interface é a janela do aplicativo quando ele está em execução, no *form* serão colocados todos os outros *controls* usados.
- *command button* - permite executar uma ação assim que este for clicado (ver Figura.7.2)
- *picture Box* - permite que se possa exibir imagens que são configuradas por meio da propriedade *Picture*.
- *textbox* - são permitidos a visualização e a edição de um texto.
- *label* - permite visualizar um texto, mas não poderá ser editado no aplicativo.
- *checkbox* - permite selecionar uma ou mais opções.
- *listbox* - permite a visualização de uma lista de itens tipo texto.
- *comboBox* - permite a visualização e escolha de um item de uma lista de itens ou que se escreva algum item.

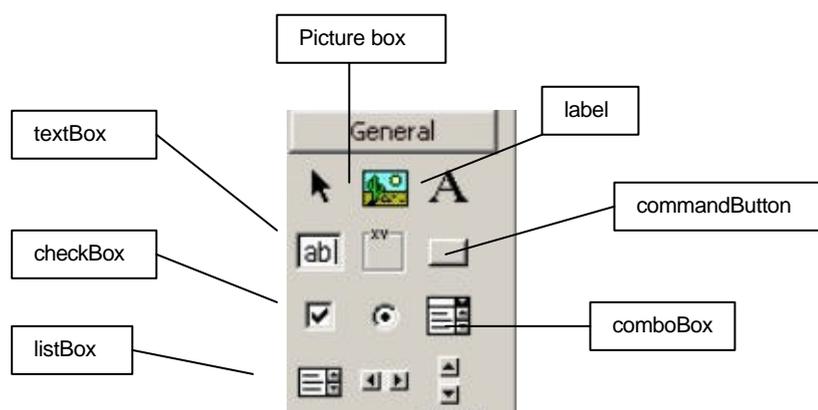


Figura 7.2: **Ferramentas do VB**

- *timer* - permite realizar a tarefa de controle do tempo para realização de uma determinada tarefa.
- *datagrid* - é usado para criar uma tabela ou uma base de dados, caso se queira conectar a uma tabela de seu banco de dados, deve ser usado em conjunto com outra ferramenta, *adodc*.
- *adodc* - é um objeto que auxilia a conexão com um banco de dados existente e caso queira colocar em seu aplicativo, é um *recordset object*.
- *commondialog* - esse *control* oferece caixas de diálogos já incorporadas no sistema Windows que podem ser usadas no seu aplicativo, por exemplo: caixa para abrir um artigo, caixa salvar, caixa para imprimir, etc..
- *imagelist* - é usado para armazenar imagens usadas por outros *controls*, como a *toolbar*, quando o aplicativo está sendo executado.
- *toolbar* - nesse *control*, é permitido colocar vários botões, para construção de uma barra de ferramentas a ser usada em seu aplicativo.
- *statusbar* - esse elemento fornece uma janela que pode ser usada por um botão de um formulário de seu aplicativo; na *statusbar*, poderão ser incorporados painéis, assim, essa é dividida, no máximo, em seis painéis, em que podem ser colocados os botões.

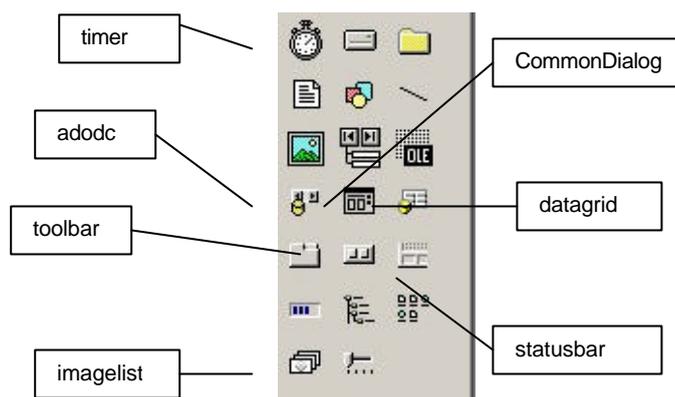


Figura 7.3: **Ferramentas do VB**

Neste trabalho, existem outros *controls* que foram usados e que não pertencem ao VB e, sim, à biblioteca MapObjects (ver Figura 7.4), mas, que podem ser conectados à caixa de ferramentas do VB, quando você instala a MO, sendo assim, são estes os *controls*:

- *map* - *control*, usado para possibilitar o uso de dados georreferenciados no formulário, ou melhor, uma coleção de *layers*, assim, cada *layer* está baseado nos dados geográficos. Esse *control* reserva um espaço retangular em branco no formulário.
- *scalebar* - é colocado no formulário para possibilitar o uso de uma escala de barra em um *map control*.
- *legend* - é colocado no formulário para possibilitar o uso de legendas, também é usado com um *map control*.

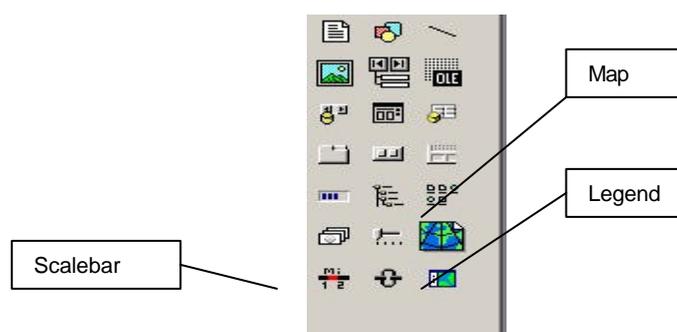


Figura 7.4: **Ferramentas da MapObject**

7.2.6 Procedimentos

Um código de um aplicativo é composto por vários procedimentos, que são rotinas embutidas nas linguagens de programação, para serem executadas, basta chamá-las pelo nome dentro do código do aplicativo. Os procedimentos são muito usados em tarefas repetitivas, os dois tipos de procedimentos são as sub-rotinas e as funções.

Uma sub-rotina é um bloco de comando que executa uma tarefa específica. O bloco de comandos fica entre as instruções `Sub...End Sub` e pode ser ativado pelo nome, como neste exemplo retirado do Petroustos (1999):

```
Sub mostradata()  
    MsgBox Date()  
End Sub
```

Essa rotina executa a ação mostrar a data (`date`) em uma caixa de mensagens (`MsgBox`).

Uma função é semelhante à sub-rotina, porém, a função retorna um valor. Os comandos a serem executados são colocados dentro das instruções `"Function... End Function"`, além disso, como a função retorna um valor, deve ser informado qual tipo de dado ela vai fornecer, eis um exemplo:

```
Function diaseguite() As Date  
    Diaseguite = Date() + 1  
End Function.
```

7.2.7 Formulários

A ferramenta *form* é a janela de seu aplicativo e nela devem ser colocados todos *controls* a serem usados no aplicativo. Assim, um formulário é a base inicial para elaborar um aplicativo em VB.

Além do *form module*, existem outros dois tipos de formulários que são: *standard module* e *class module*. O *standard module* é usado quando se deseja escrever um código para qualquer formulário, com extensão, *"*.bas"*. O *class module* é usado, quando se precisa criar um objeto que pode ser chamado por um procedimento dentro da sua aplicação, com extensão, *"*.cls"* (Halvorson et al, 1998).

Como os *controls*, o formulário, pode ter suas propriedades modificadas. Para acessar as propriedades de um formulário, a forma mais prática é usar a caixa de propriedades (Figura 7.5).

A caixa de propriedades pode ser acessada: clicando a tecla F4, com o formulário selecionado ou selecionando o formulário e clicando o botão direito do mouse para aparecer o menu, onde se escolhe a opção propriedades, ou ainda escrevendo um código para o *form*.

Eis algumas propriedades da aparência de um formulário (Figura 7.6): barra de título, onde é colocado o título do formulário que fica no topo do formulário; no canto esquerdo da barra de títulos, está o *controlbox*, ou menu de controle; no canto direito da barra do título, estão os botões minimizar, maximizar e fechar um formulário. Os elementos de aparência, menu de controle e os botões podem ter valores do tipo falso e verdadeiro. Assim, se quiser visualizar ou não esses elementos no formulário, basta configurar na caixa de propriedades (Figura 7.5).

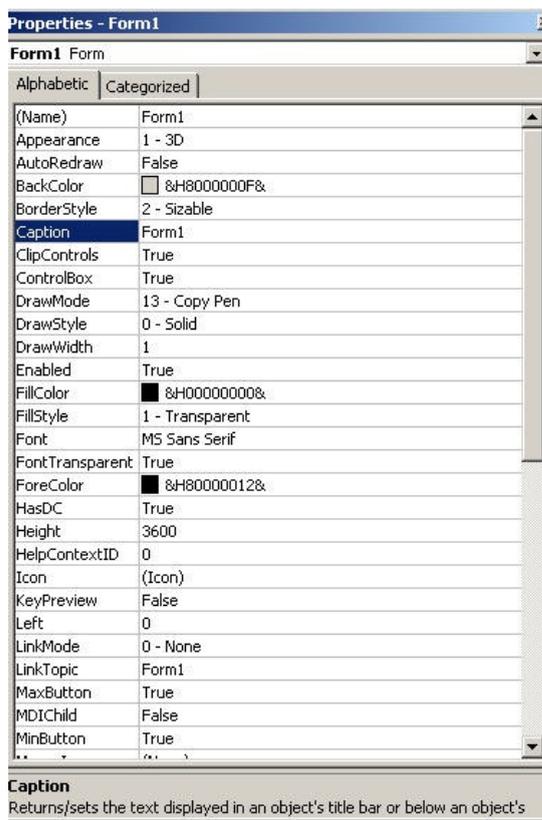


Figura 7.5: Caixa de Propriedades de um Formulário

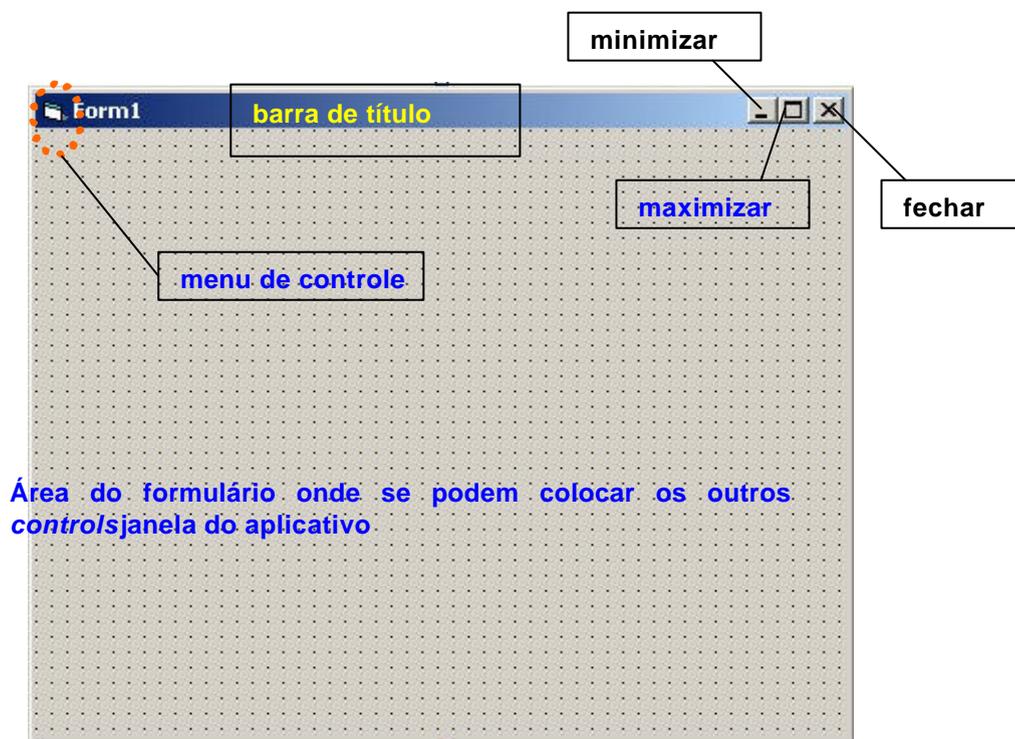


Figura 7.6: Formulário em Branco do VB

7.3. Aspectos Gerais do Meio Físico da Região de Ribeirão Preto

7.3.1 Localização

A área em estudo localiza-se na região de Ribeirão Preto, na porção Nordeste do Estado de São Paulo, situada entre as latitudes sul 21° e 21°30' (S) e as longitudes oeste 47°30' e 48° (W), correspondendo a uma área em torno de 2800km² (Figura 7.1). Mas, a Folha Ribeirão Preto tem uma área de quase 700km².

7.3.2 Meio Físico da Região em Estudo

Em termos de **hidrologia**, a região administrativa de Ribeirão Preto está localizada em terrenos drenados por quatro bacias hidrográficas: ao norte, o Rio Grande; ao sul, Rio Tietê; e na parte central, o município é cortado pelos Rios Pardo, Mogi Guaçu e Sapucaí Mirim (DAEE, 1974). O município de Ribeirão Preto é banhado ao norte pelo Rio Pardo, na parte central pelo Ribeirão Preto e ao sul pelo Ribeirão da Onça.

Geomorfologicamente, na região em estudo encontram-se, de modo geral, cinco aspectos (IPT, 1981): Relevos de Agradação, caracterizados pelas bacias de inundação dos leitos d'água da região; Relevos de desgastes, tais como: os Planaltos Dissecados, com colinas simples e os Planaltos Dissecados, com colinas médias; Relevos de morros, com encostas suavizadas e morros amplos e Relevos Arredondados; Relevos Residuais, como Mesas Basálticas; Relevos de Transição, como as Encostas com *cânions* locais.



Figura 7.7: **Localização da Área**

Os estudos geomorfológicos do IPT, FAPESP (1997), propõem um novo tipo de classificação geomorfológica para o Estado de São Paulo, em seis taxons. Portanto, a região de Ribeirão Preto pertence à Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná e à Unidade Morfoescultural Planalto Centro-Occidental, com planaltos em patamares.

As altitudes predominantes variam entre 300 e 600 metros. Nessa unidade, predominam solos do tipo Latossolo Roxo, nos setores mais aplainados, e Terra Roxa Estruturada, nas vertentes mais inclinadas.

Geologicamente, a região está localizada sobre a borda oriental da Bacia do Paraná, composta por rochas sedimentares das Formações Botucatu e Pirambóia, por magmatitos básicos (basaltos) da Formação

Serra Geral, e ainda existem os depósitos aluvionares recentes nas margens dos principais canais de drenagem.

Quanto aos **materiais inconsolidados**, a região é constituída de: materiais hidromórficos, nos canais de drenagem; materiais residuais argilosos (originais dos magmatitos) e residuais arenosos (originados das Formações Botucatu e Pirambóia); materiais mistos, que apresentam características de um material retrabalhado e materiais residuais, que podem ser argilosos, arenosos, argilo-arenosos.

Os materiais mistos e os residuais estão distribuídos por toda região.

Com relação aos **aspectos climáticos**, predomina o clima Aw, segundo a classificação de Köppen. Assim, um clima tropical, com verão chuvoso e inverno seco, a temperatura do mês mais frio é maior que 18°C, isso corresponde às condições típicas da cidade de Ribeirão Preto, nas áreas que têm altitudes médias de 600m. Nas áreas de altitudes por volta de 900m (na região das cidades de Cravinhos, São Simão e Serra Azul), o clima é classificado como Cwb, temperado de verão chuvoso e inverno seco, com temperatura do mês mais quente inferior a 22°C (ZUQUETTE, 1991).

No geral, o clima de Ribeirão Preto é tropical, com verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média no inverno de 19°C e, no verão, de 25°C. A altitude média de 518m, a precipitação pluviométrica anual média de 1446,8mm. Com umidade relativa de 71%, como a média no ano.

7.4. Consulta as Informações Armazenadas no SIG - Projeto no SIG

Os dados e informações armazenados no SIG estão reunidos em um projeto cujo nome é Ribeirão. Assim, a base de dados geoespacial está organizada no SPRING em cinco modelos de dados, categorias, essas categorias foram chamadas geral1, geral2, geral3, geral4, geral5, correspondendo, respectivamente, às seguintes: temáticos, rede, modelo numérico do terreno (MNT), cadastral e ainda uma categoria com as imagens geradas a partir do MNT. Para ter acesso às informações armazenadas e organizadas no SIG, inicialmente, deve-se abrir o projeto Ribeirão, ou melhor, ativar o projeto Ribeirão e o banco de dados Ribeirão (Figura 7.8).

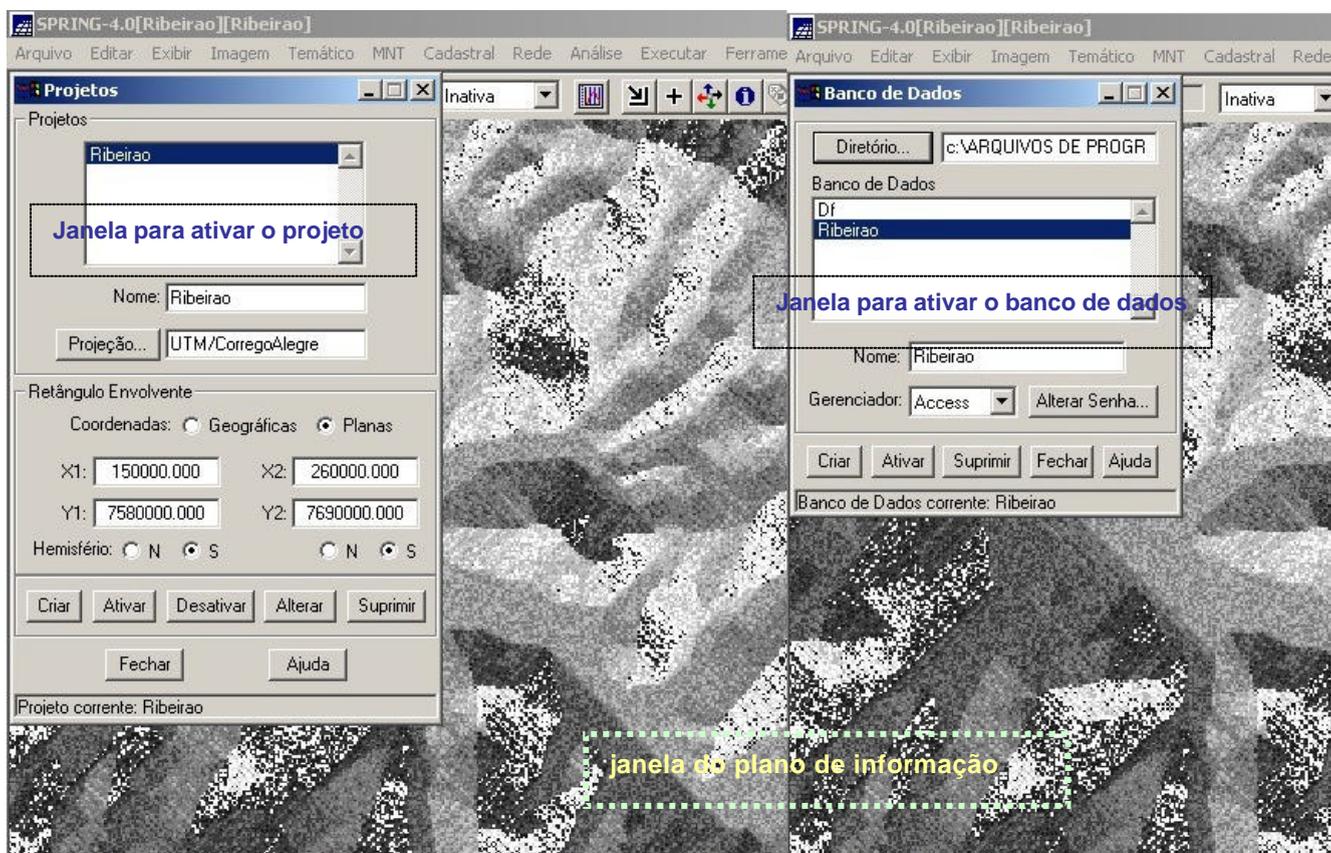


Figura 7.8: Ativando o Projeto e o Banco de Dados no SPRING

Para visualizar um plano de informação (PI), deve-se ativá-lo, abrindo a janela do painel de controle, na categoria em que esse esteja. O painel de controle tem dois espaços, um acima, para categoria e outro abaixo, para o plano de informação (Figura 7.9), em que se deve selecionar o nome do PI desejado. Para visualizar, deve-se ativar o menu executar, na opção desenhar ou, na barra de ferramentas, clicar no ícone que tem "o desenho do lápis".

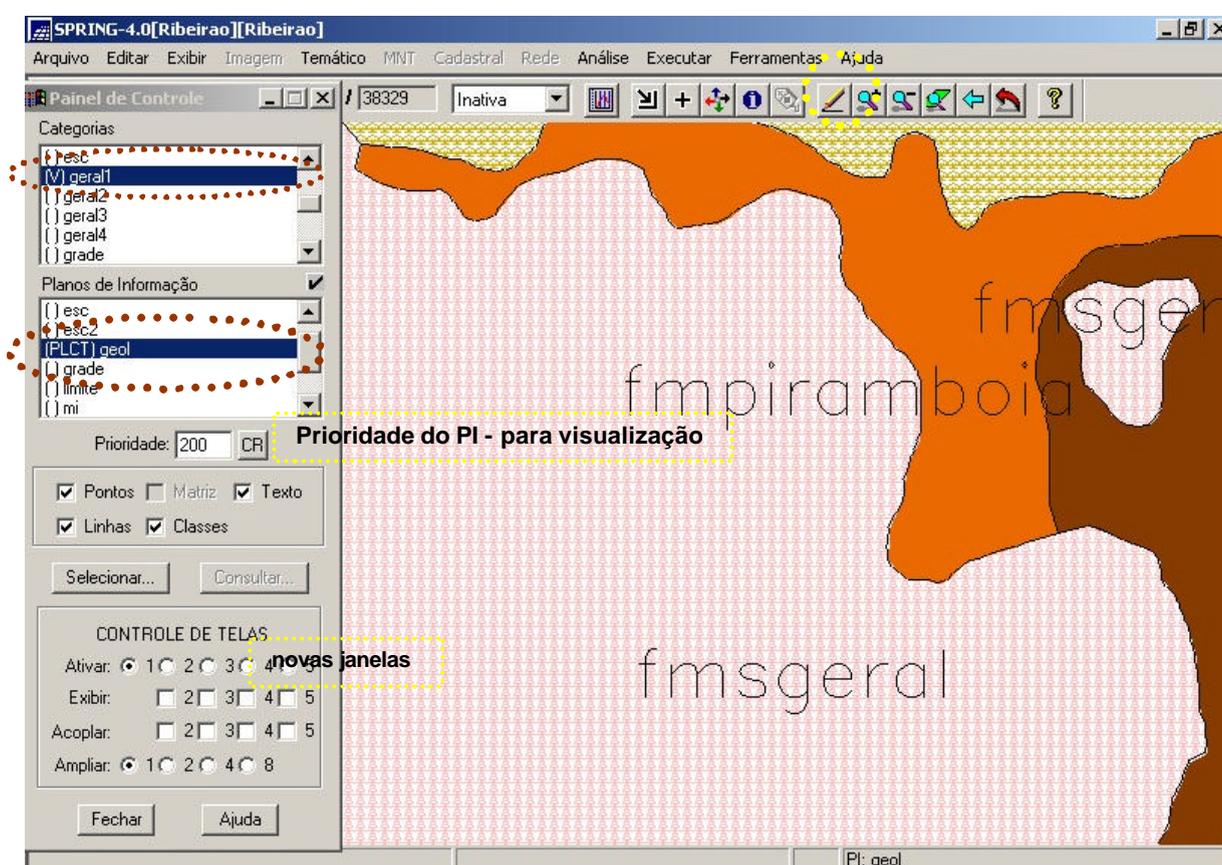


Figura 7.9: Ativando um PI no SPRING

Na categoria temática, estão os planos de informações (layers) sobre: a geologia, o material inconsolidado, a profundidade do substrato rochoso, os *landforms*, a declividade, o escoamento e a

grade em UTM. Nessa categoria, a consulta é realizada com uma visão geral da distribuição espacial das classes (Figura 7.10) do plano de informação.

Pode-se, também, selecionar uma ou mais classes a serem visualizadas e, assim, ter uma visão geral da distribuição espacial de determinadas classes selecionadas. Quando o mapa é temático, a palavra "selecionar" aparece ativa no painel de controle. Para tanto, é necessário dar um clique na palavra (que é um botão), com o botão esquerdo do mouse e, então, abrir-se-á uma janela, onde se pode escolher a classe desejada. (Figura 7.11).

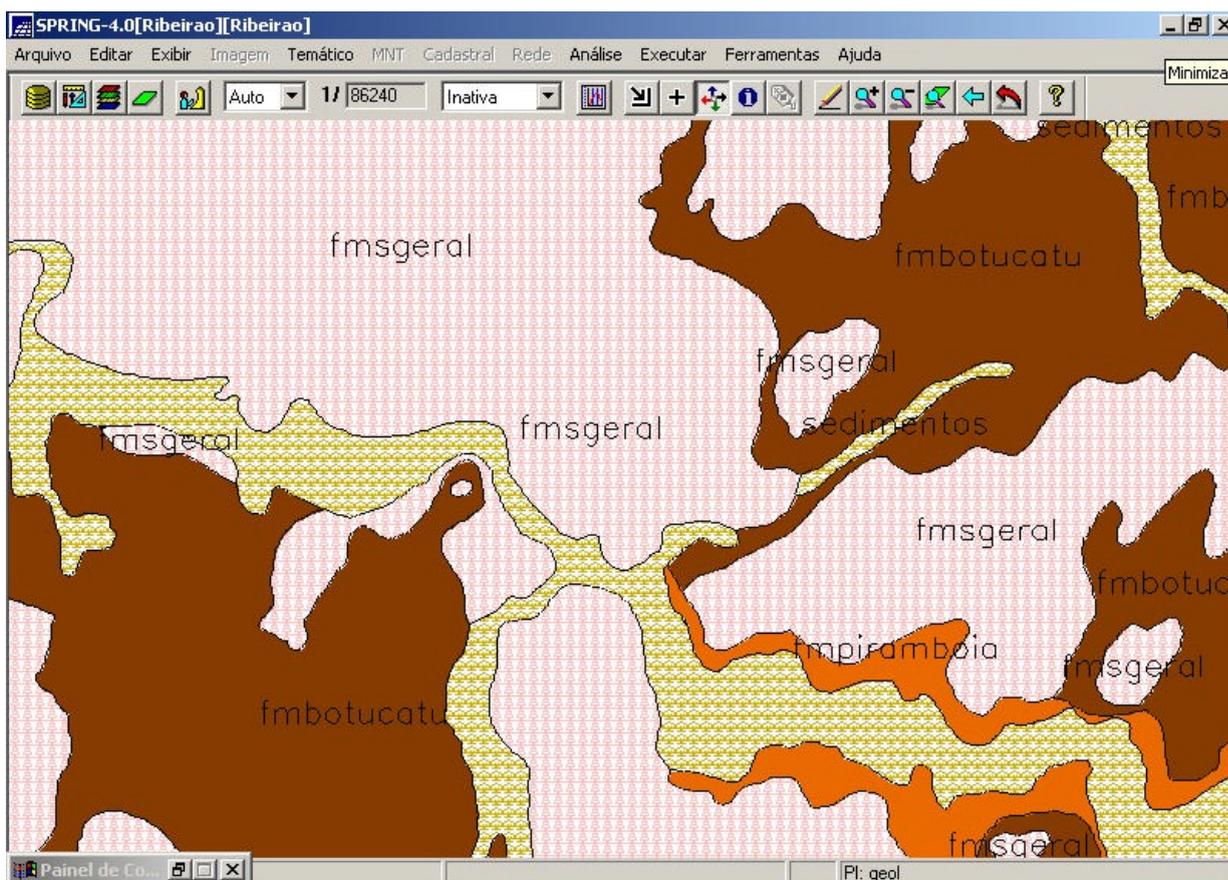


Figura 7.10: Visualização da Distribuição Espacial das Classes de um PI, Exemplo da Geologia (geol)

O plano de informação do material inconsolidado foi elaborado com apoio na união dos mapas de material inconsolidado das folhas de Ribeirão Preto, Bonfim Paulista, Serrana e Cravinhos, na escala 1:50.000 do Mapeamento Geotécnico da Região de Ribeirão Preto, realizado por Zuquette (1991). Foi feito um casamento de bordas, formando um único mapa de toda região. Com o plano de informação da profundidade do substrato rochoso, ocorreu o mesmo que para material inconsolidado.

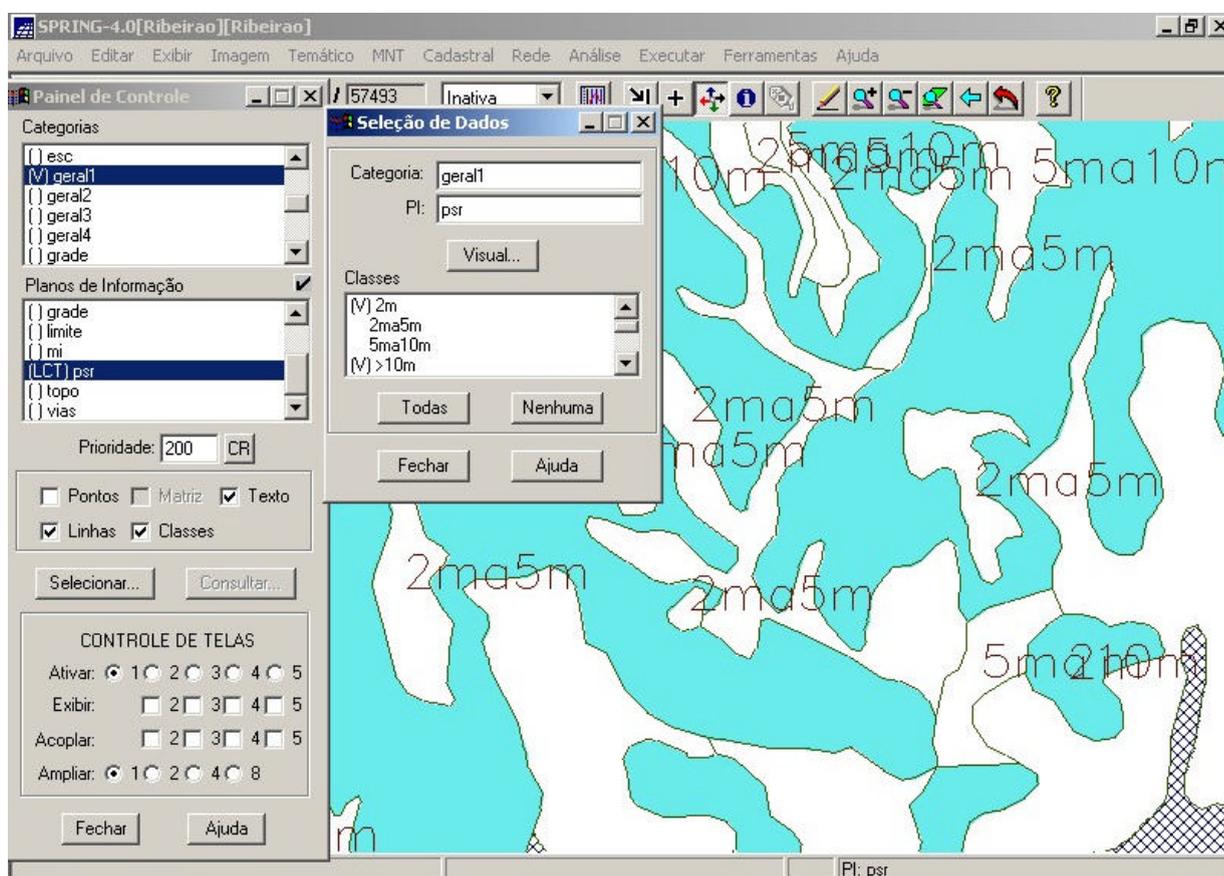


Figura 7.11: Visualização da Seleção de uma Determinada Classe do PI, Exemplo da Profundidade do Substrato Rochoso (psr)

No entanto, com os planos de informações da declividade e dos *landforms*, não foi possível fazer o mesmo, pois as folhas não tinham

conectividade. No caso do plano da geologia, existia um único mapa englobando toda região.

O plano de informação da grade UTM foi elaborado com base em um arquivo de dados e importado para o SPRING. O arquivo de dados é composto por pontos de linhas com valores das coordenadas UTM. No anexo A, pode ser visualizado o arquivo de dados, utilizado para gerar o PI das UTM.

O plano de informação sobre o escoamento superficial foi fundamentado pelas informações da Carta de Potencial de Escoamento Superficial e de Infiltração da Região de Ribeirão Preto (ZUQUETTE, SINELLI, PEJON, 1991). Uma vez que a referida carta não estava na forma digital, necessário a digitalização para ser armazenada no SIG.

Para obtenção das características de escoamento superficial e infiltração, a análise dos seguintes atributos foi realizada: litologia, densidade de drenagem, profundidade do substrato rochoso, materiais inconsolidados, nível d'água, declividade, tipo de superfície (relevo).

Na categoria redes, existem as linhas de drenagem; nesse tipo de categoria, pode-se realizar consulta espacial do tipo tabela, agrupamento e por atributo. Essa consulta é resultante das seguintes operações anteriores: inicialmente, são criados os objetos que são associados à parte gráfica, os objetos recebem atributos que têm valores descritivos (INPE, 2003).

Na consulta por tabela, uma tabela com todos os objetos e seus valores, a geração e a seleção de uma coleção dos objetos podem ser visualizadas (Figura 7.12). Na consulta por agrupamento, podem ser visualizados os objetos por meio de símbolos em função dos atributos

selecionados. A consulta por atributo gera uma coleção baseada em valores (atributos) do objeto selecionado. Neste trabalho, foi elaborada a consulta por tabela, pois os dados estavam mais relacionados com a esse tipo de consulta.

As informações geoespaciais sobre as linhas de drenagem da região em estudo foram obtidas com apoio nas folhas planialtimétricas do IBGE, na escala 1:50.000, a saber: Ribeirão Preto, Bonfim Paulista, Serrana, Cravinhos, Guariba, Porto Pulador e Rincão. As folhas de Guariba, Porto Pulador e Rincão foram usadas para consulta a fim de ser esclarecida alguma dúvida e realizada uma observação dos dados existentes.

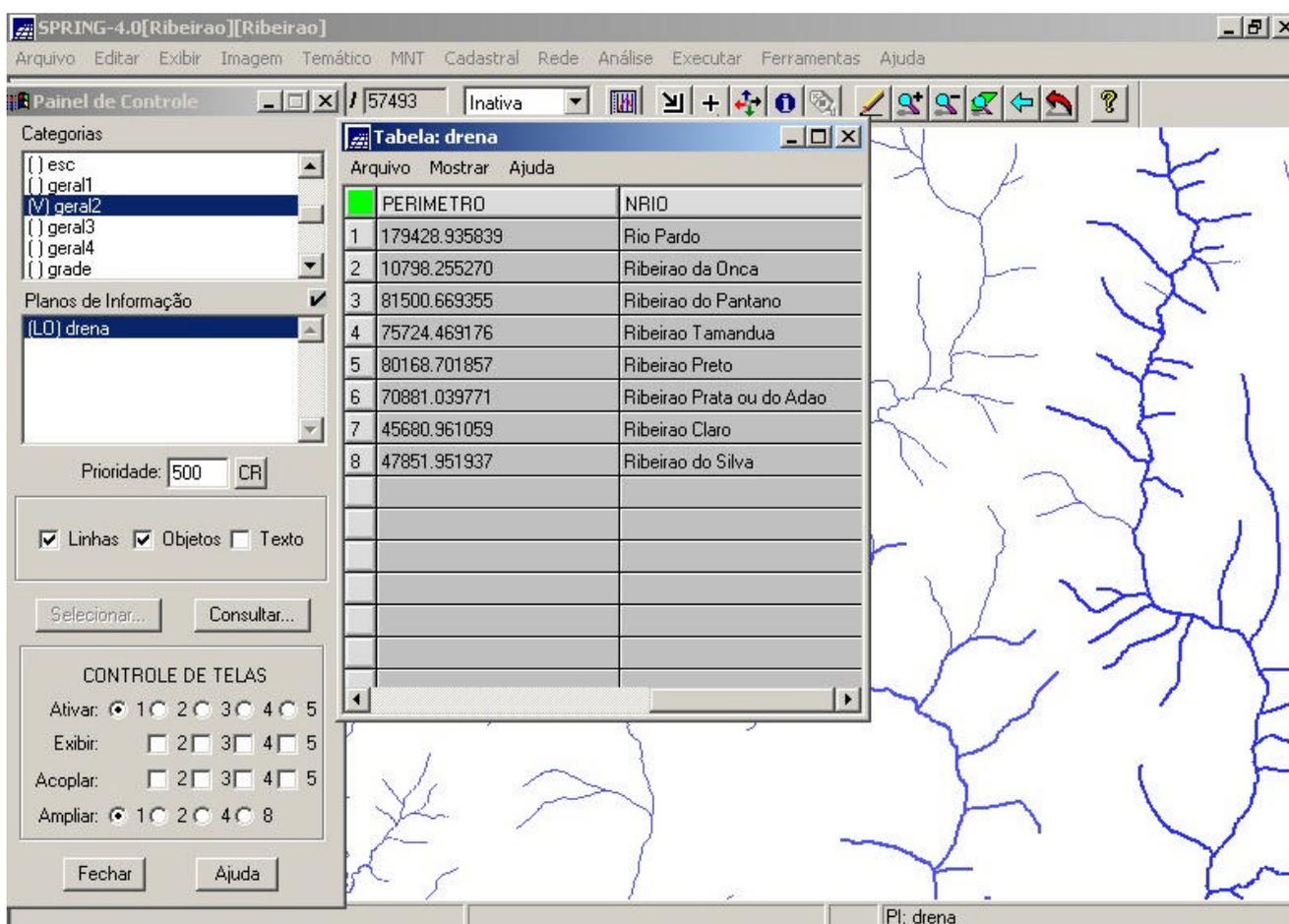


Figura 7.12: Consulta por Tabela, PI tipo rede, Exemplo, as Linhas de Drenagem (drena)

No SIG, foi feita uma junção entre as Folhas Ribeirão, Bonfim, Serrana e Cravinhos, para que as informações ficassem em uma só folha, ou melhor, em um único plano de informação.

Na categoria cadastral, foram colocados os PIs de geologia, da profundidade do substrato rochoso, do material inconsolidado e do escoamento para poder realizar consultas sobre suas unidades.

Além dos PIs anteriormente citados, foi colocado como cadastral o PI com os pontos de observação, coleta e sondagem, ainda, um PI com as áreas-chave. Nessa categoria, podem ser realizados os mesmos tipos de consultas que existem na categoria redes (Figura 7.13).

Os PIs de geologia, do material inconsolidado, da profundidade do substrato rochoso e do escoamento superficial foram transportados da categoria temática para a categoria cadastral mediante a operação chamada mosaico. Mosaico, no caso, é, simplesmente, uma cópia entre PIs.

Os pontos de observação, amostragem (mapa de documentação) e sondagem e áreas-chave foram importados para o SPRING, por intermédio de um arquivo de dados (Anexo A), e esses pontos com suas coordenadas, retirados dos respectivos mapas de pontos de observações, coletas e sondagens elaborados por ZUQUETTE (1991).

O plano de informação que contém as áreas-chave teve sua elaboração pautada na união das cartas de áreas-chave, de Ribeirão Preto, Serrana, Cravinhos e Bonfim Paulista. Entendem-se como áreas-chave as importantes porções do terreno onde estão algumas informações sobre as características geotécnicas, tais como: landforms, valores de índices físicos (massa específica aparente

seca, LL, IP, umidade ótima) e granulometria do material inconsolidado e, ainda, a localização das áreas (vide Figura 7.13).

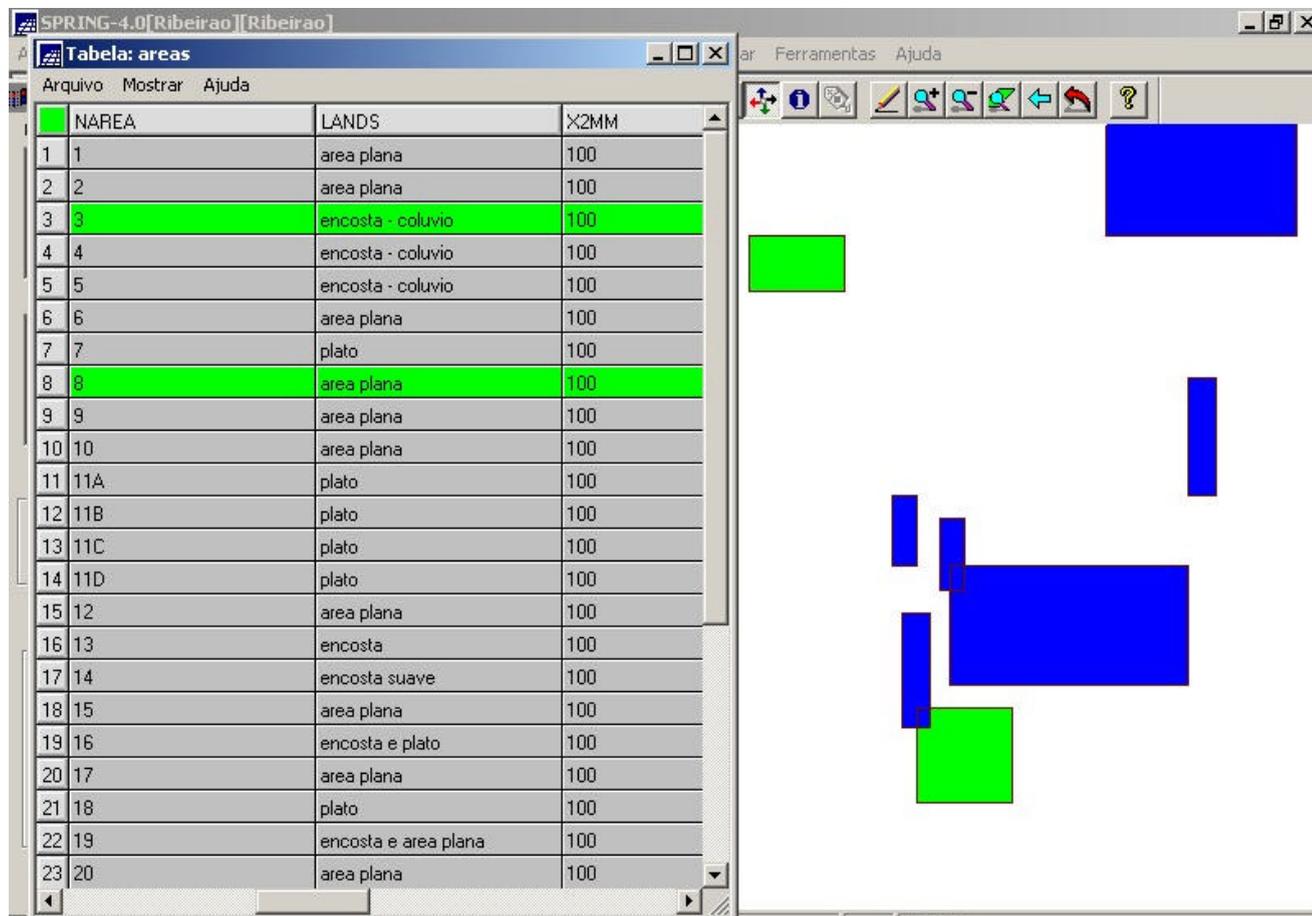


Figura 7.13: Consulta na Categoria Cadastral por Tabela, Exemplo Áreas-Chave (acha)

Na categoria MNT, está o plano de informação das curvas de níveis, que geraram o modelo numérico de terreno que tem como resultados, por exemplo, imagens da região, em níveis de cinza, em sombras e, ainda, a topografia invertida onde se pode ter uma visão geral do relevo (Figura 7.14).

O PI das curvas de nível foi elaborado com base nas folhas planialtimétricas do IBGE (1971), na escala 1:50.000, a saber, as folhas : Ribeirão Preto, Bonfim Paulista, Serrana, Cravinhos, Guariba, Porto Pulador e Rincão. Assim como na drenagem foi

realizada uma junção das folhas Ribeirão, Bonfim, Serrana e Cravinhos.

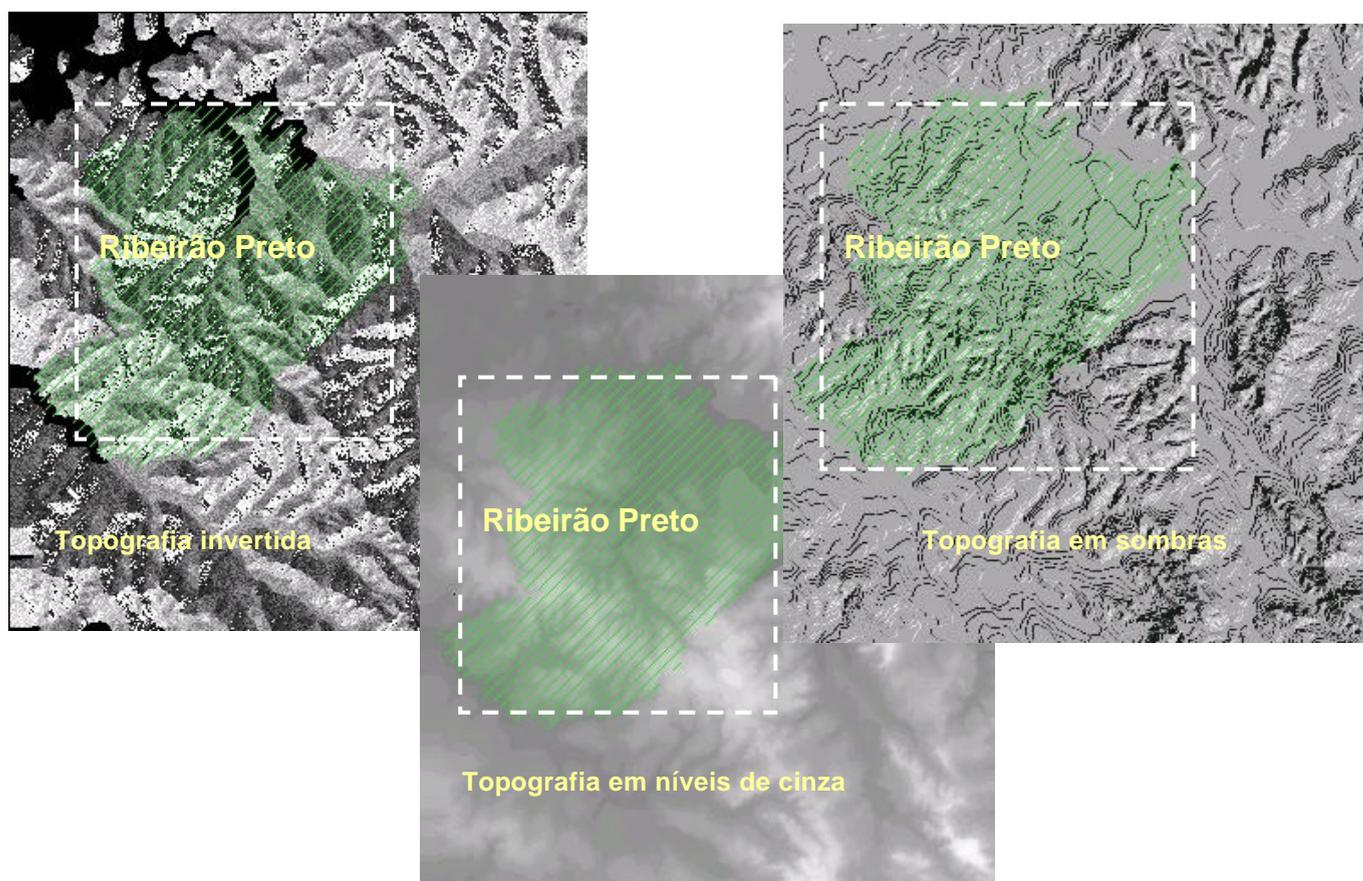


Figura 7.14: **Imagens Resultantes do MNT da Região em Estudo**

7.5 Consulta aos Dados Reunidos no Visual Basic e Funcionamento do Aplicativo

7.5.1 Considerações Gerais

As informações armazenadas estão reunidas em um único diretório com o nome "maps", essas informações podem ser visualizadas e manipuladas por meio do projeto no *Visual Basic* denominadas mapas.

No aplicativo, aparecem os *layers*, isto é, os planos de informações (PI), exportados do SIG SPRING, com a extensão *shapefile*.

A tela inicial do aplicativo que, na verdade, é um formulário, foi construída com controles, como *commandbutton* e *label* (Figura 7.15).

O *commandbutton* e o *label* estão na caixa de ferramentas do ambiente do VB, logo, essas ferramentas são colocadas no formulário, clicando e arrastando. Posteriormente, podem ser configuradas com a caixa de propriedades ou por meio de rotinas programadas, e isso dependerá do uso que se vai fazer dessa ferramenta.

Para acessar a caixa de propriedades na tecla F4, deve-se clicar, o *control* deve estar selecionado e para acessar, precisa apenas clicar no *control* com o botão direito mouse (Figura 7.16). Uma outra maneira de acessar a caixa de propriedades é clicar no *control*; já no formulário, com o botão direito do mouse, aparecerá um menu de opções em que se pode escolher a opção propriedades. Para modificar as propriedades do *control*, podem-se, também, escrever rotinas.

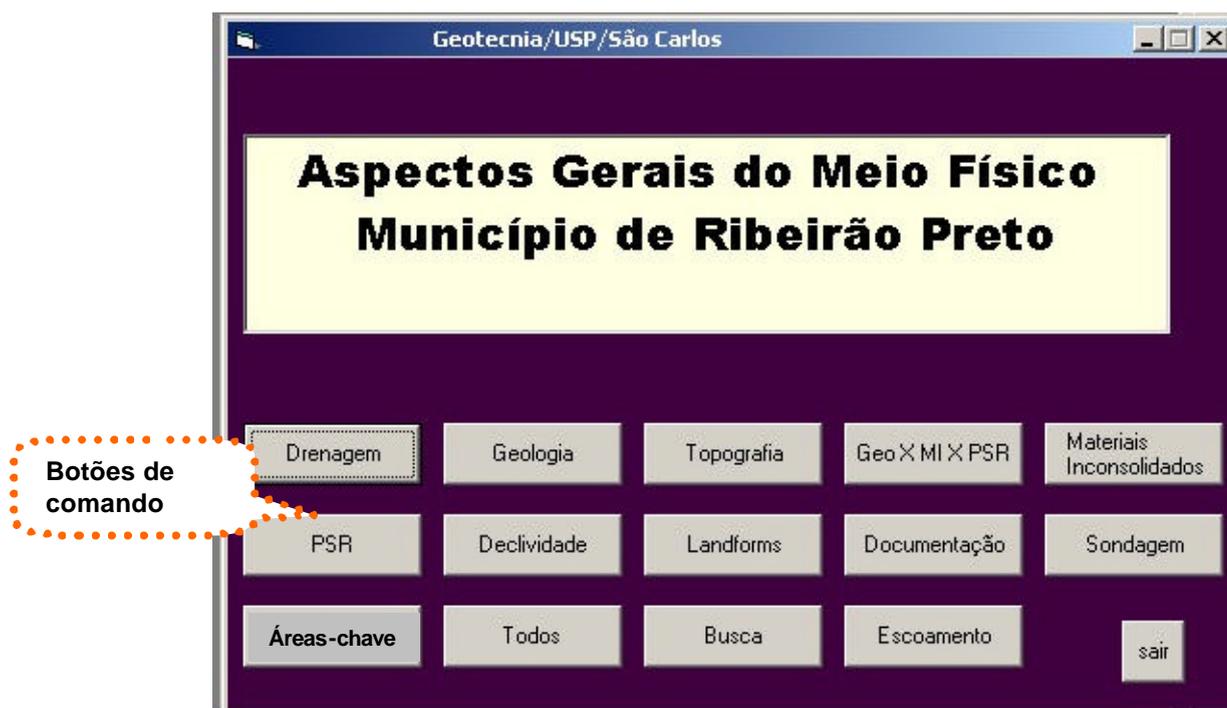


Figura 7.15: Janela de Abertura do Aplicativo

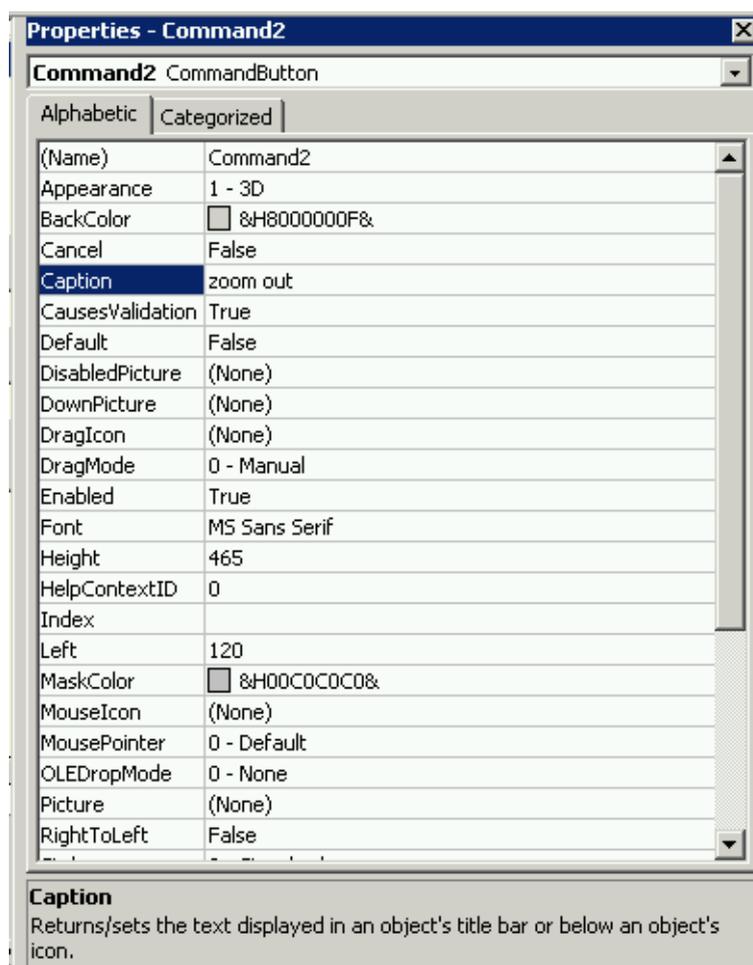


Figura 7.16: Caixa de Propriedades, Exemplo, CommandButton

No caso deste trabalho, foram modificadas algumas propriedades como: tamanho e *caption*. A maioria dos *controls* poderá ser dimensionada para um tamanho desejado. Algumas rotinas foram acrescentadas ao *commandbutton* (Anexo B). Para escrever uma rotina, deve-se abrir a janela do código, normalmente, dá-se um duplo clique no *control*, com o botão esquerdo do mouse e a janela do código será aberta, já com o nome do procedimento, depois, é só escrever o comando desejado, como neste exemplo:

```
Private Sub Command1_Click()
    Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub
```

No formulário dos mapas de profundidade do substrato rochoso, geologia, material inconsolidado, declividade, *landforms* e escoamento superficial, além do *commandbutton*, existem os seguintes *controls*: *map* e um *scalebar* do *MapObjects* (MO); um *timer*, um *label* e *picturebox*, para realizar o *tip*; esses são do VB; *datagrid* e *adodc*, para capturar as tabelas do ACCESS e, também, são do VB. Para usar os *controls*, foram seguidos os mesmos passos do *commandbutton*, um clique no botão esquerdo do mouse no *control* desejado, arrasta e solta no formulário.

Nos formulários da drenagem, topografia, áreas-chave e sondagem, foram desenvolvidas rotinas para visualizar, no *layer*, o texto, o qual está conectado com a parte gráfica, o *shape* (linha, ponto, polígono).

Para visualizar melhor como foram programados os *controls*, devem-se ler os códigos das rotinas no Anexo B.

Para consulta aos dados armazenados neste aplicativo, existe uma janela inicial (vide Figura 7.15) com todos os botões com os nomes dos aspectos do meio físico visado, que estão armazenados.

Os aspectos armazenados são os aspectos gerais do meio físico da região de Ribeirão Preto, por exemplo, geologia, material inconsolidado, relevo (*landforms*, declividade, topografia), águas (drenagem, escoamento) e mais os dados de ensaios de campo, de laboratório e de sondagens.

Para informar-se sobre um determinado aspecto do meio físico, pode-se clicar com o botão esquerdo do mouse no botão com o nome do aspecto desejado, que abrirá uma segunda janela.

Nessa segunda janela, (que é outro formulário), aparecerá o mapa (*layer*) mostrando a distribuição espacial do aspecto em questão. Muitas vezes, nessa janela, existirá, também, uma tabela com informações descritivas sobre as unidades que aparecem no mapa.

Ainda na janela dos *layers* (o *Map control*), podem ser feitas ampliações ou reduções no mapa. As ampliações poderão ser realizadas com o mouse. Aperta-se o botão esquerdo do mouse, segura e arrasta, aparecerá um retângulo que ampliará a região desejada no *layer*. Para reduzir, existem os botões de comando, com os nomes "*full extend*", para uma redução total e "*zoom out*", para uma redução aos poucos.

Este aplicativo foi desenvolvido no ambiente do Sistema Operacional Windows, o qual tem uma interface mais amigável, bem popular, o que possibilita o acesso às informações por meio de botões ou ícones em barras de ferramentas que facilita a consulta para usuários não especializados.

7.5.2 Consulta à Drenagem

O plano de informação foi exportado como *shapefile* do SIG e, assim, pôde ser capturado pelo aplicativo, por meio do *map control*.

O formulário da drenagem foi elaborado, basicamente, com as ferramentas *Map* e *CommandButton* (Figura 7.17). Desse modo, tornou-se possível visualizar o mapa das linhas de drenagem, apertando o botão com o nome drenagem no formulário de abertura. No formulário da drenagem, pode ser visualizada uma imagem que mostra a topografia invertida com a drenagem, apertando o botão com o nome "imagem" (Figura 7.18).

No formulário da drenagem, existe outra opção, e tem a chance de verificar as linhas de drenagem interagindo com outros aspectos do meio físico, tais como, a geologia, material inconsolidado, profundidade do substrato rochoso e com a topografia (Figura 7.19).

Para acessar essa informação, deve-se apertar o botão com o nome drenagem versus outros aspectos (com o botão esquerdo do mouse) no formulário drenagem, que abrirá uma segunda janela.

Nessa segunda janela, estão vários botões com o nome dos referidos aspectos. Para visualizar a interação, basta apertar um dos botões para aparecer no *Map* a drenagem, interagindo com um aspecto desejado.

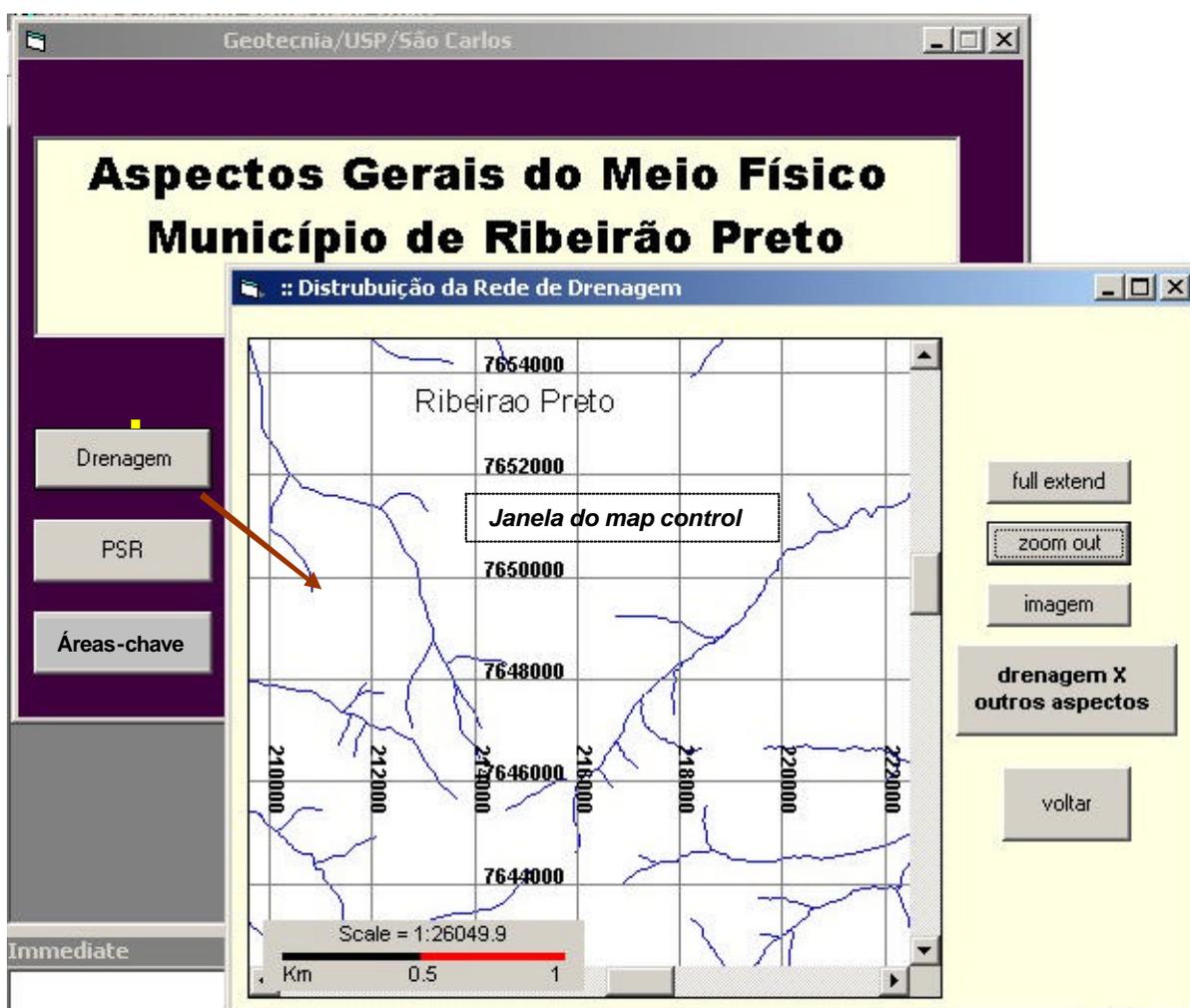


Figura 7.17: Acessando o Formulário da Drenagem

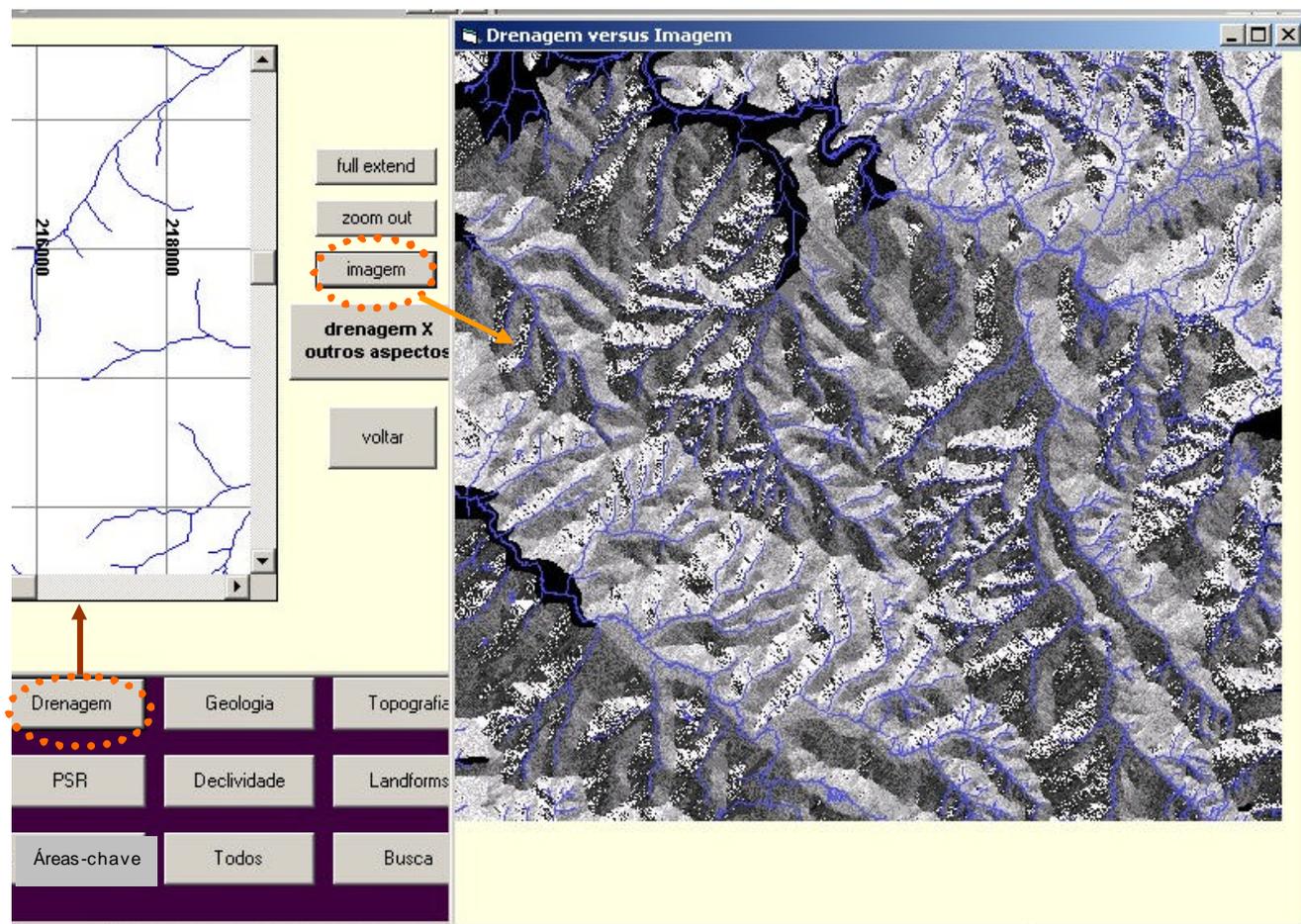


Figura 7.18: **Acessando a Imagem da Topografia Invertida com a Drenagem**

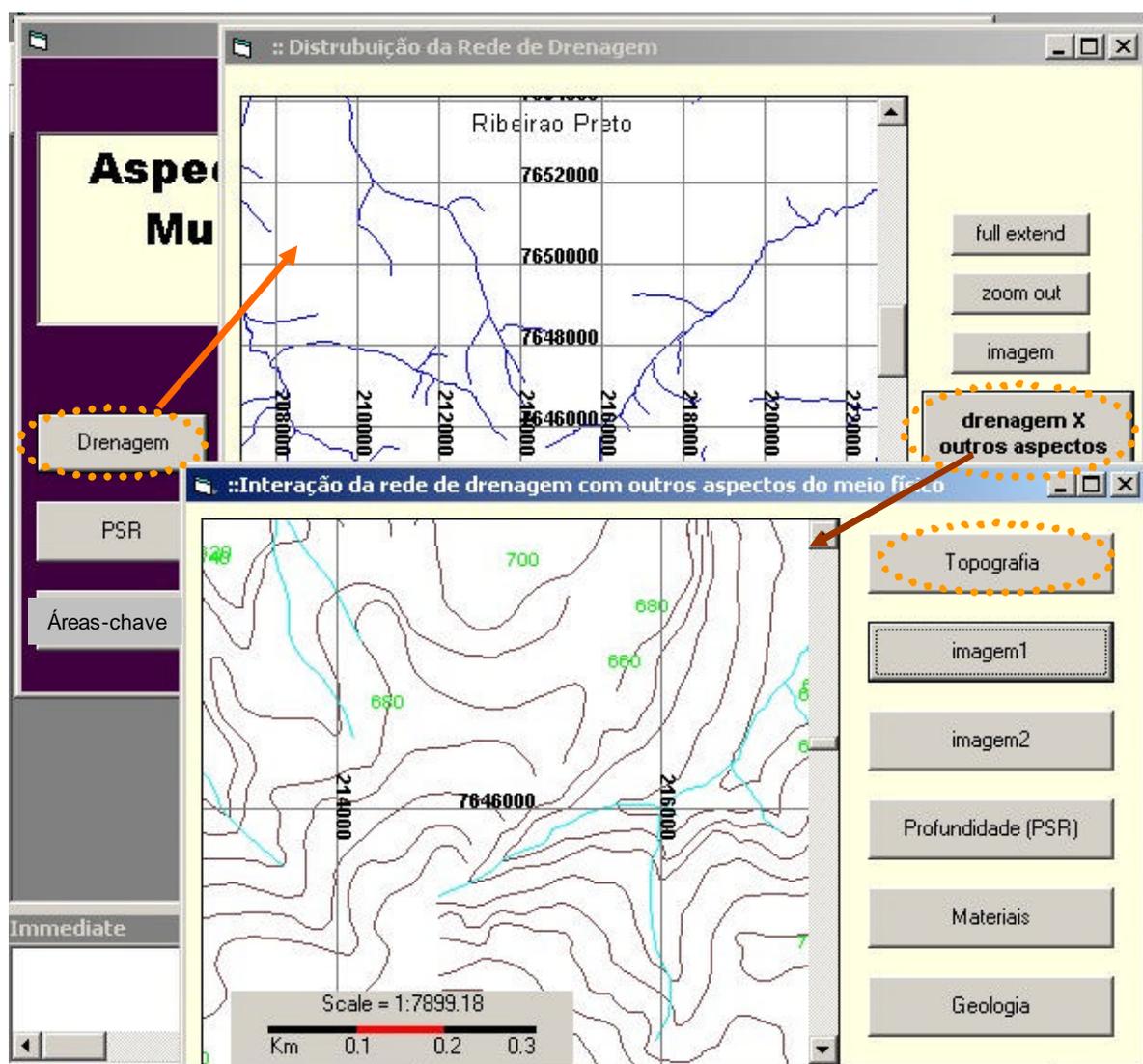


Figura 7.19: Acessando a Interação da Drenagem com Outros Aspectos

7.5.3 Consulta à Geologia

Para acessar as informações sobre a geologia, no aplicativo, deve-se clicar com o botão esquerdo do mouse no botão com o nome "geologia" na janela principal do aplicativo, e uma segunda janela será aberta (Figura 7.20). Nessa segunda janela, pode-se visualizar a distribuição da litologia da região e, também, uma tabela com as características geológicas. No layer da geologia, podem-se verificar

suas unidades, apontando o mouse, e aparecerá um *tip* com o referido nome da litologia (vide Figura 7.20).

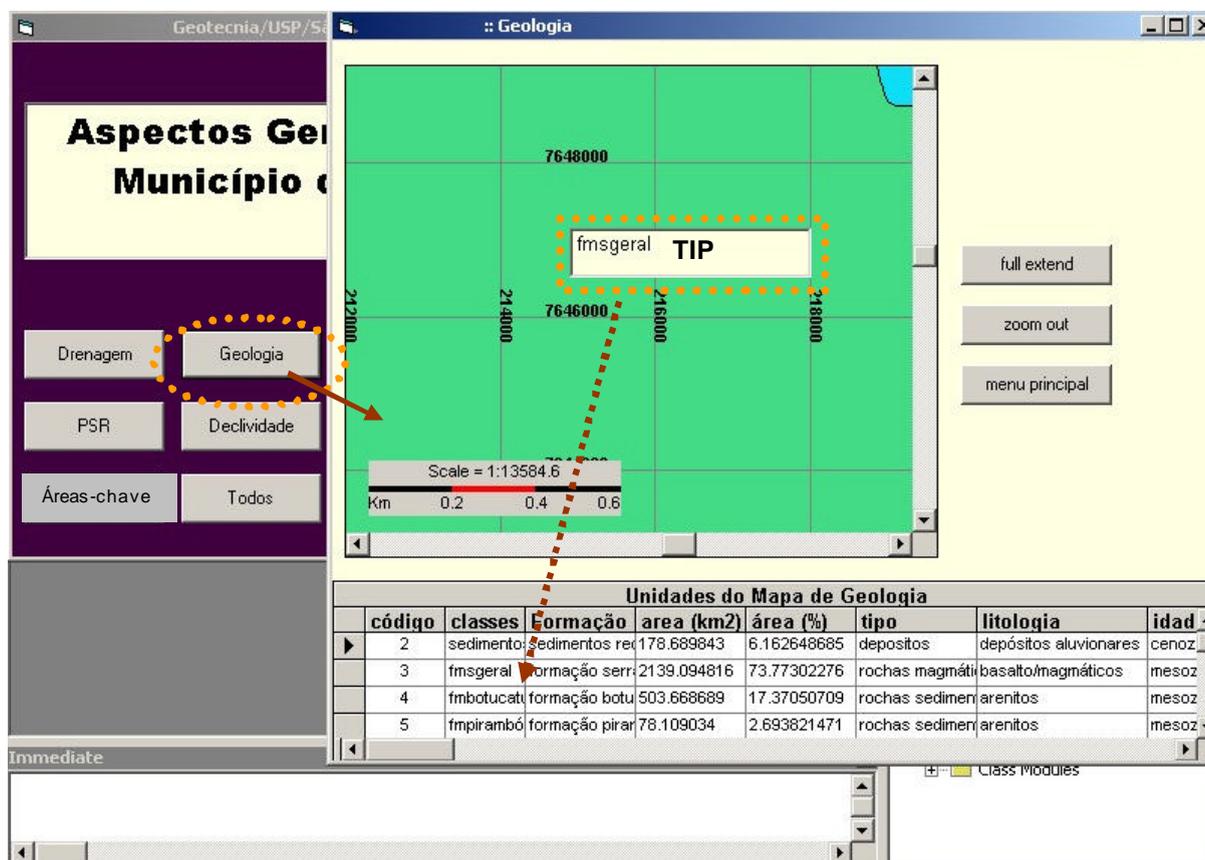


Figura 7.20: **Acessando o Formulário da Geologia**

Outro tipo de visualização que pode ser observado sobre a geologia é a interação dessa com o material inconsolidado e a profundidade do substrato rochoso. Para realizar essa operação, deve-se clicar com o botão esquerdo do mouse no botão de comando onde esta escrita a expressão "Geo X MI X PSR", que está localizado na janela inicial do aplicativo. De imediato, será aberta uma segunda janela que consta de layers com as linhas das unidades geológicas, do material inconsolidado e da profundidade do substrato

rochoso (Figura 7.21). Nesse mesmo formulário, encontra-se uma legenda.

Nessa segunda janela, pode-se acessar uma terceira janela onde são mostrados os três *layers* em áreas, um ao lado do outro, e assim verificar melhor como esses aspectos interagem (Figura 7.22).

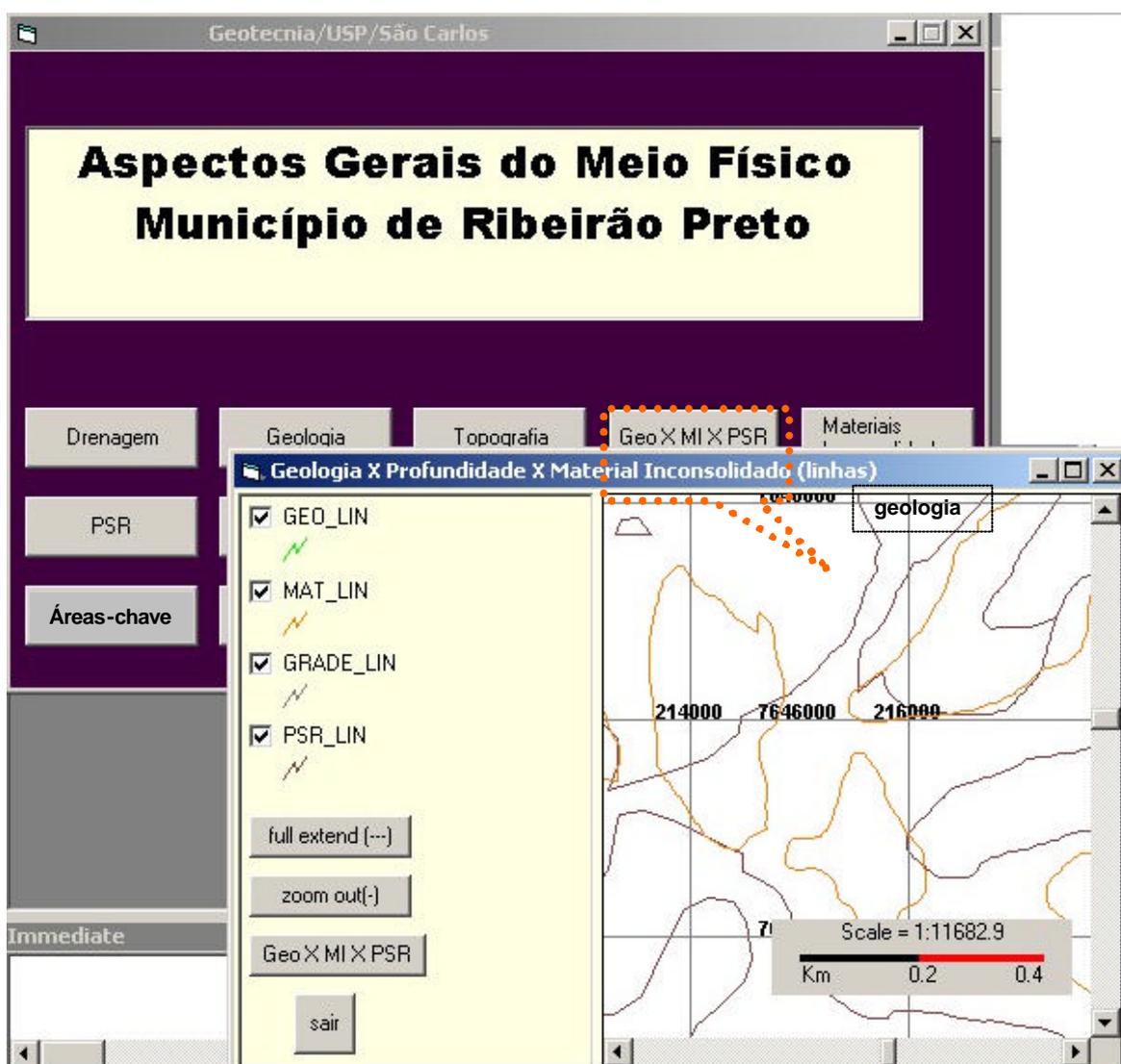


Figura 7.21: **Acessando a Interação entre Geologia, Material Inconsolidado e Profundidade do Substrato Rochoso**

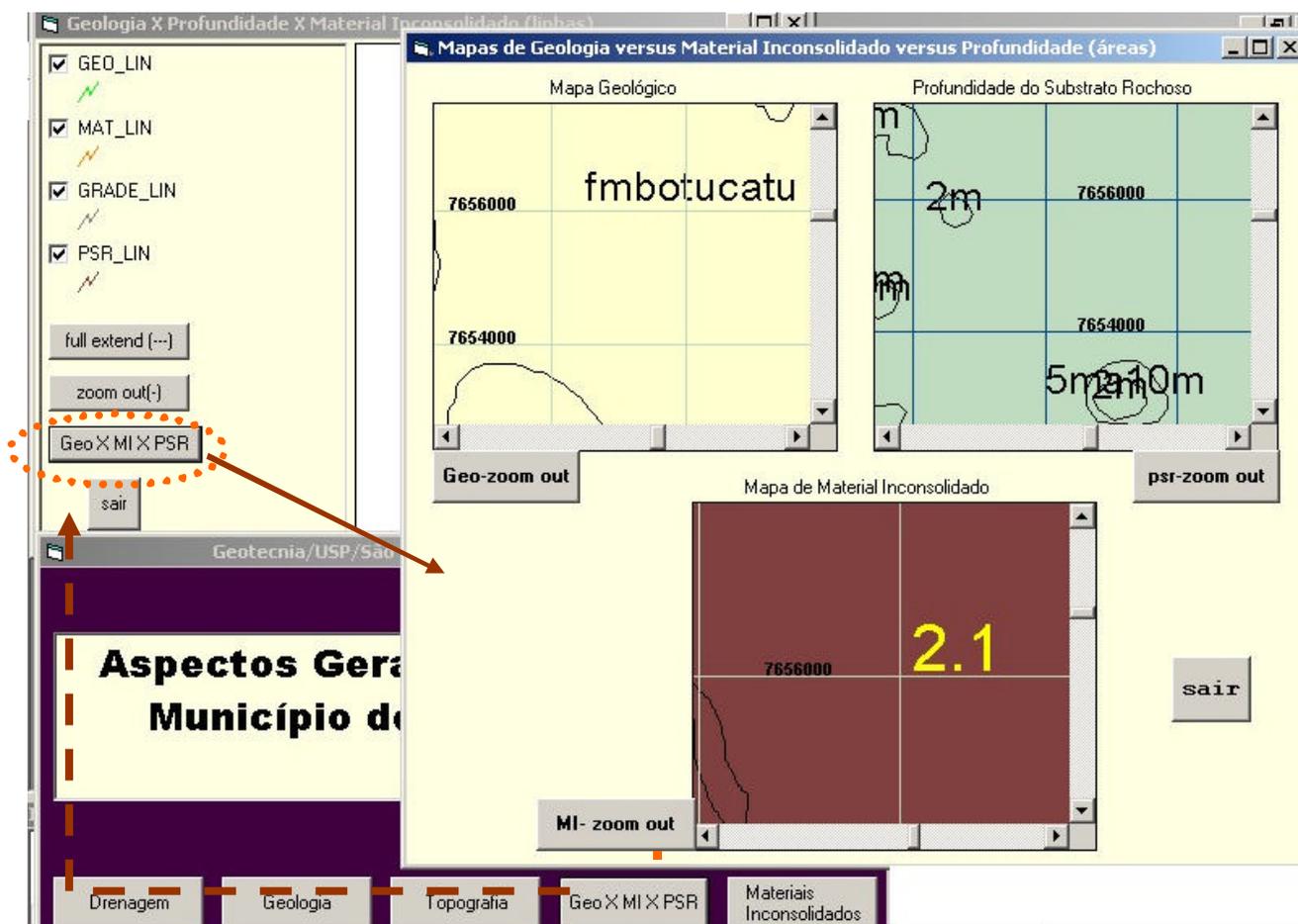


Figura 7.22: Acessando a Interação entre "GEO X MI X PSR", em área

7.5.4 Consulta à Topografia

As informações sobre a topografia e a geomorfologia poderão ser consultadas, analisadas e visualizadas por meio das informações dos layers de curvas de nível, declividade e *landforms*.

Para acessar as informações sobre a topografia no aplicativo, deve-se acionar o botão de comando com o nome "topografia". Conseqüente a essa ação, será aberta uma segunda janela (Figura 7.23), onde podem ser visualizados os layers das curvas de níveis, com duas imagens resultantes do modelo numérico do terreno (do SIG), uma em tons de cinza e outra em sombras. Para visualizar as imagens,

devem-se acionar os botões que têm os respectivos nomes, no mesmo formulário (Figura 7.22).

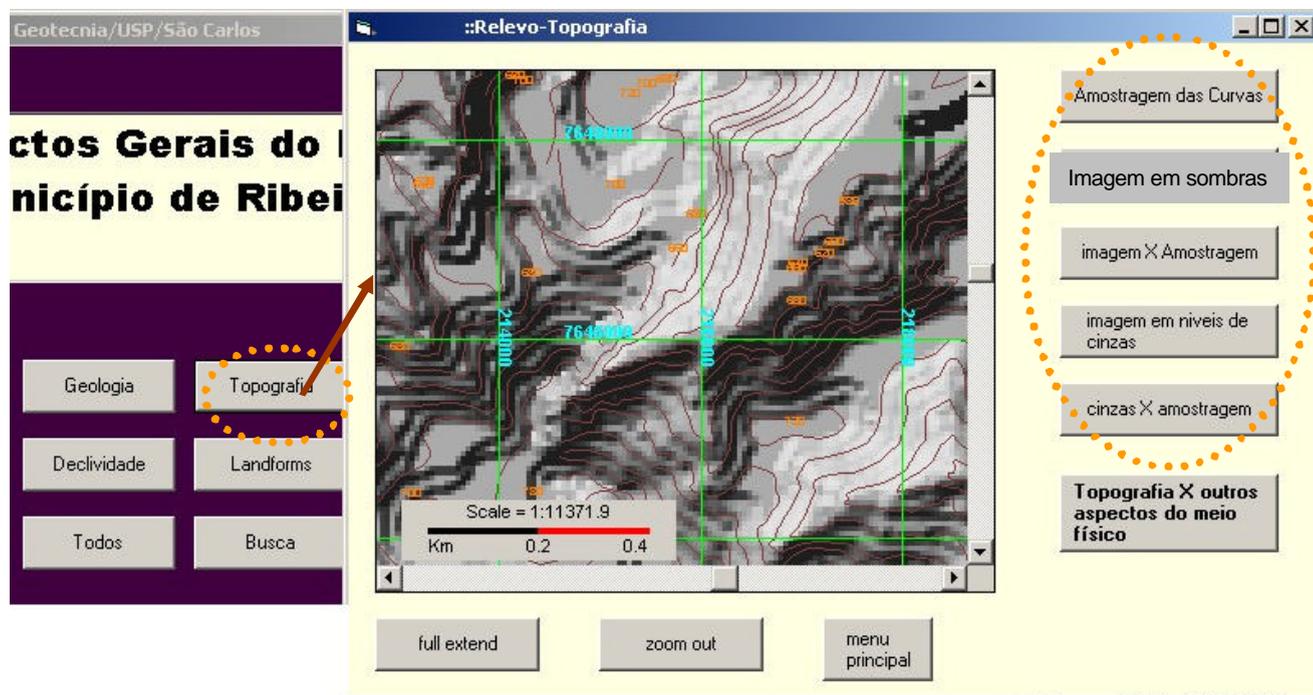


Figura 7.23: **Acessando a Topografia (curvas de nível e imagem em sombras)**

Ainda no formulário da topografia, pode-se visualizar a interação da topografia com outros aspectos, como: geologia, material inconsolidado e profundidade do substrato rochoso. Para acessar essa informação, deve-se acionar o botão de comando com a seguinte frase: "topografia X outros aspectos do meio físico" (Figura 7.24).

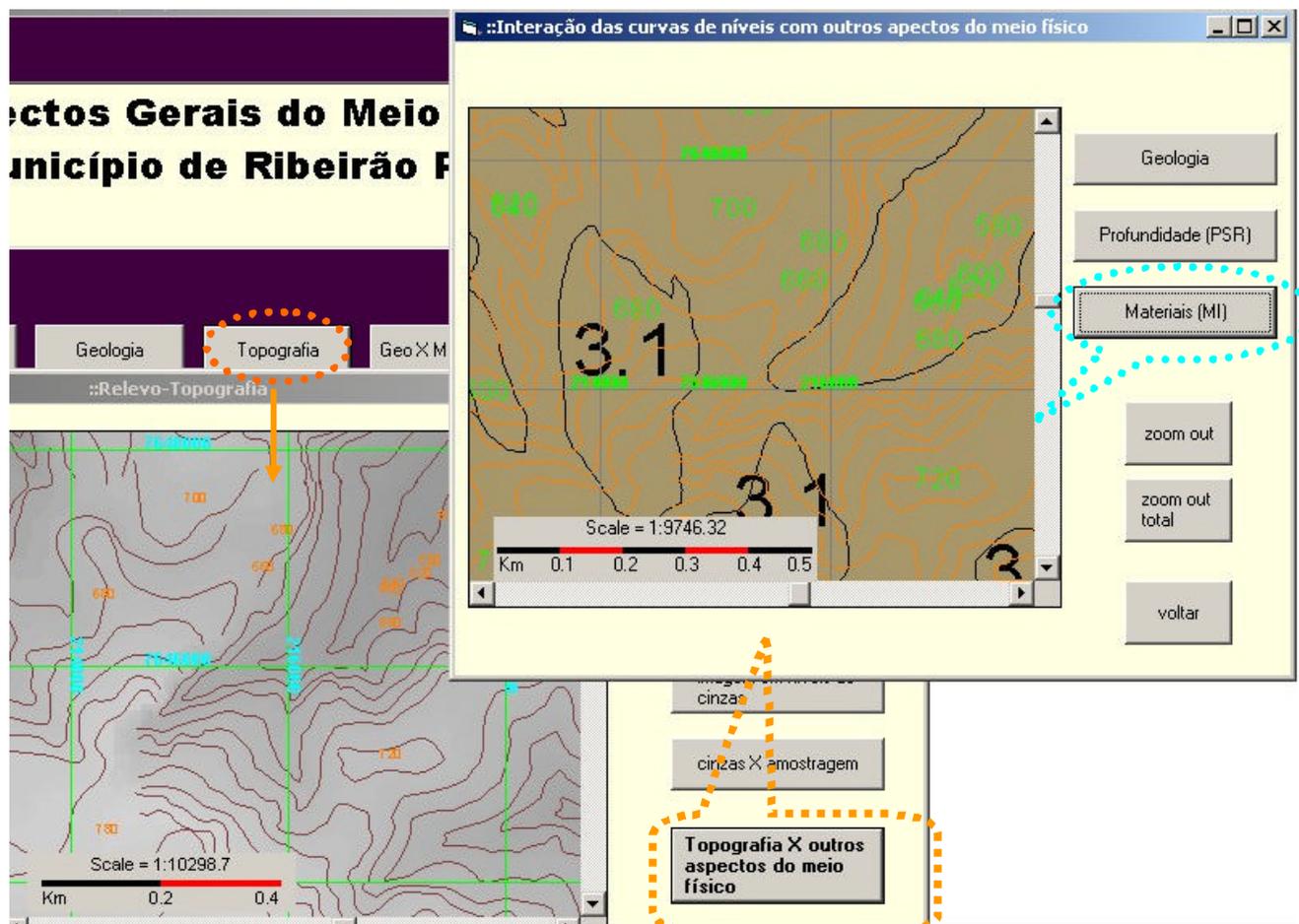


Figura 7.24: Acessando a Interação da Topografia com os outros Aspectos

7.5.5 Acessando as Informações de Declividade e Landforms

Para acessar as informações de declividade e *landforms*, similar às anteriores, deve-se acionar o botão de comando com os respectivos nomes na janela inicial. Esses dois formulários são similares, pois não foi possível realizar a união entre as folhas de cada aspecto em particular (*landforms* e declividade).

Assim, nos formulários, os *layers* foram divididos em folhas (Ribeirão, Cravinhos, Bonfim e Serrana). Para acessar os *layers*, deve-se acionar o botão de comando mediante os respectivos nomes das

folhas (Figuras 7.25 e 7.26). É possível visualizar todas as folhas juntas na opção com o nome "todos".

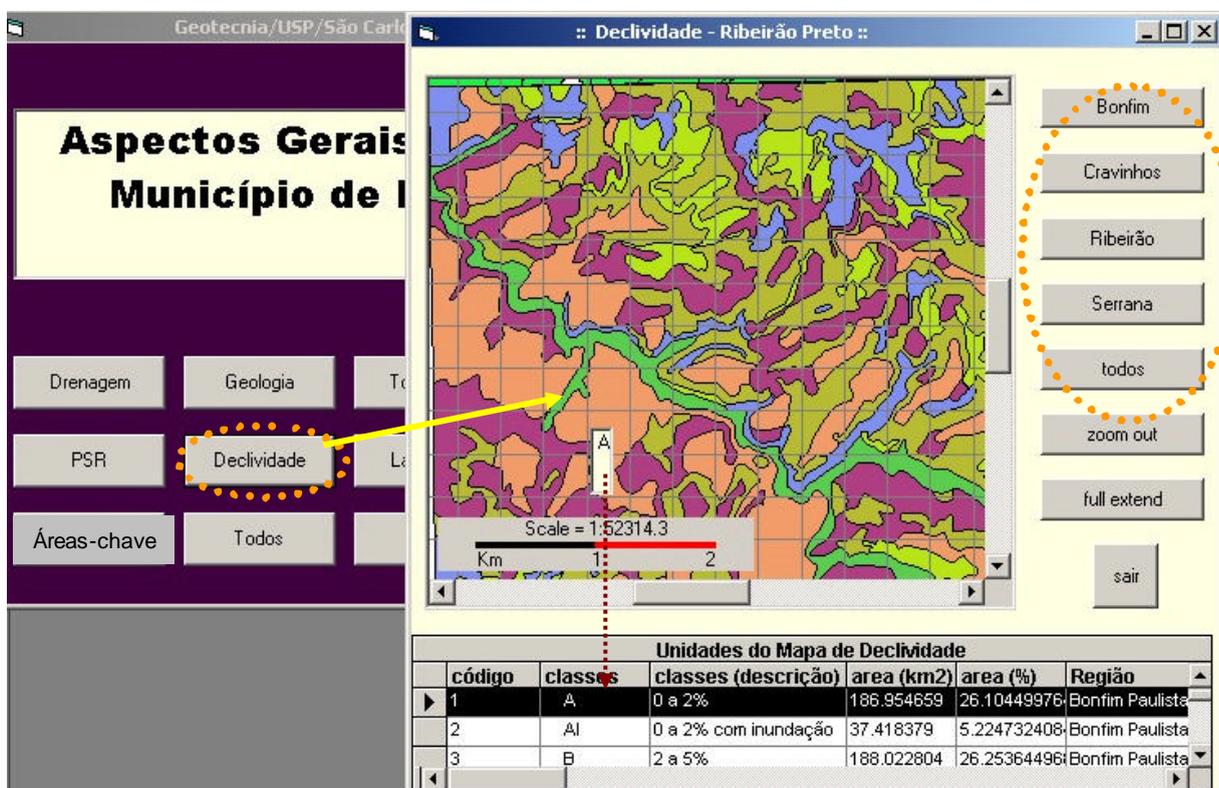


Figura 7.25: Acessando a Declividade

Nestes *layers*, pode-se observar a existência do *tip* para melhor identificação das unidades.

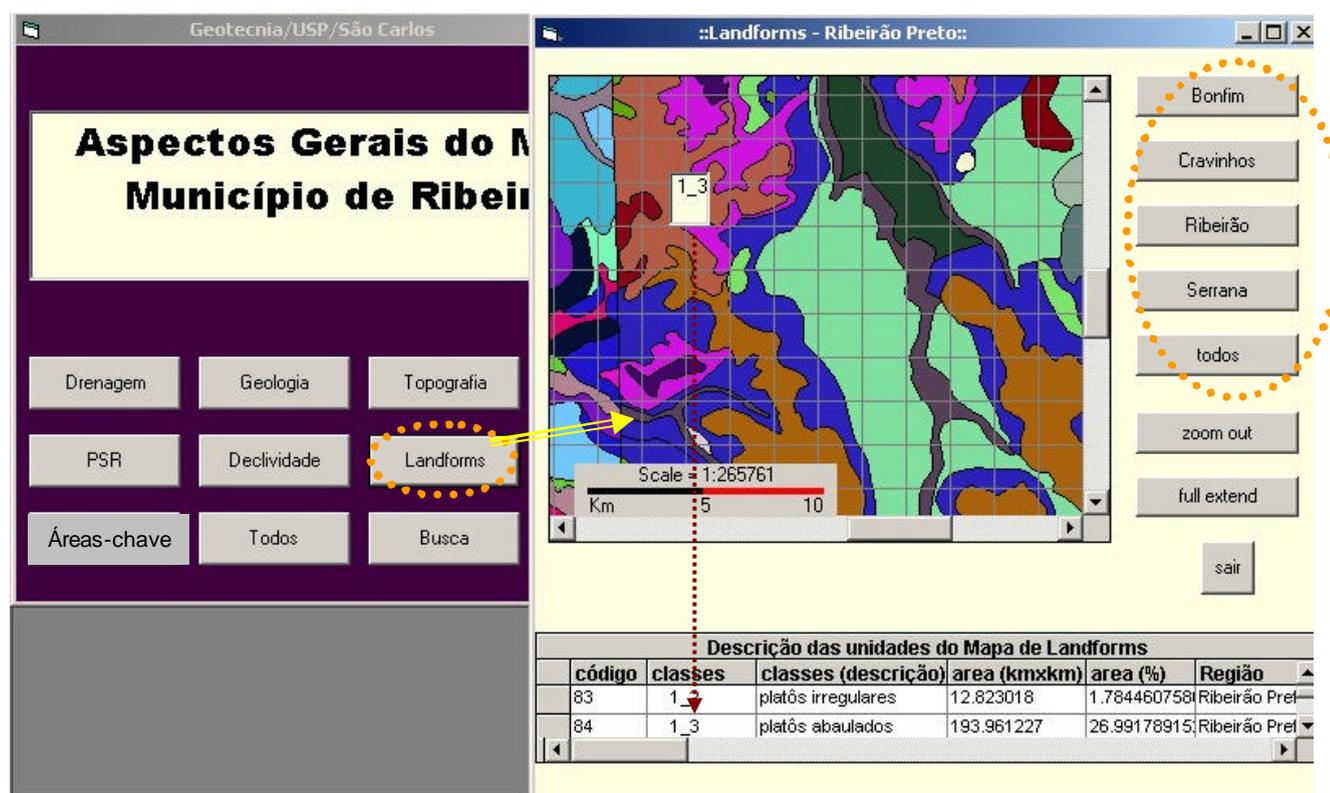


Figura 7.26: **Acessando os Landforms**

7.5.6 Acessando as Informações do Material Inconsolidado e da Profundidade do Substrato Rochoso

Os dois formulários são parecidos e possuem os mesmos *controls*; logo, as janelas são iguais. Assim, para acessar o material inconsolidado e a profundidade do substrato rochoso, deve-se dar um clique no botão de comando, na janela inicial, que tem os nomes "Materiais" e "PSR", que correspondem respectivamente, a cada uma das informações a que se quer acessar (Figuras 7.27 e 7.28).

Assim, verifica-se a distribuição das unidades dos referidos mapas e a visualização de uma tabela com as características das unidades. Os *layers*, similar aos da geologia, têm um *tip* que, quando

se aponta com o mouse para um determinado polígono do layer, pode-se visualizar o nome da unidade que a pertence o polígono.

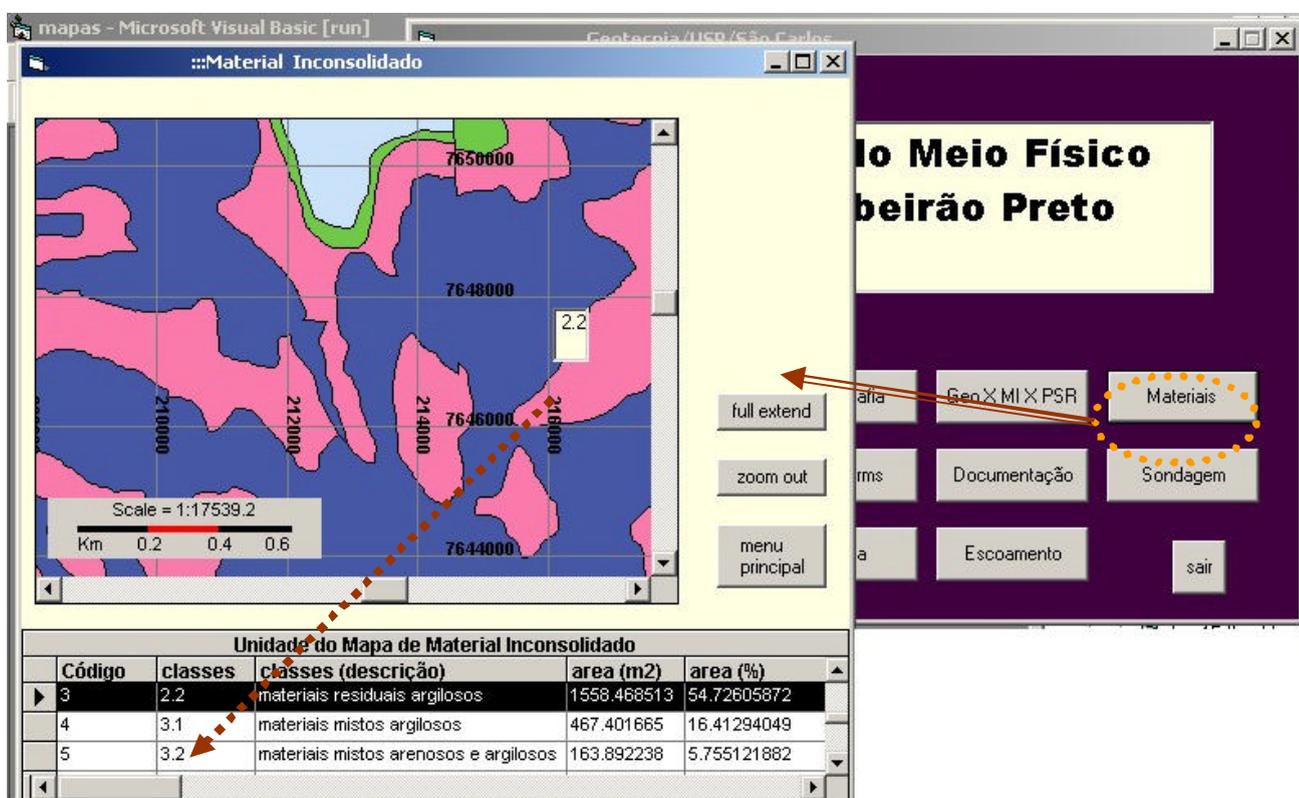


Figura 7.27: Acessando as Informações do Material Inconsolidado

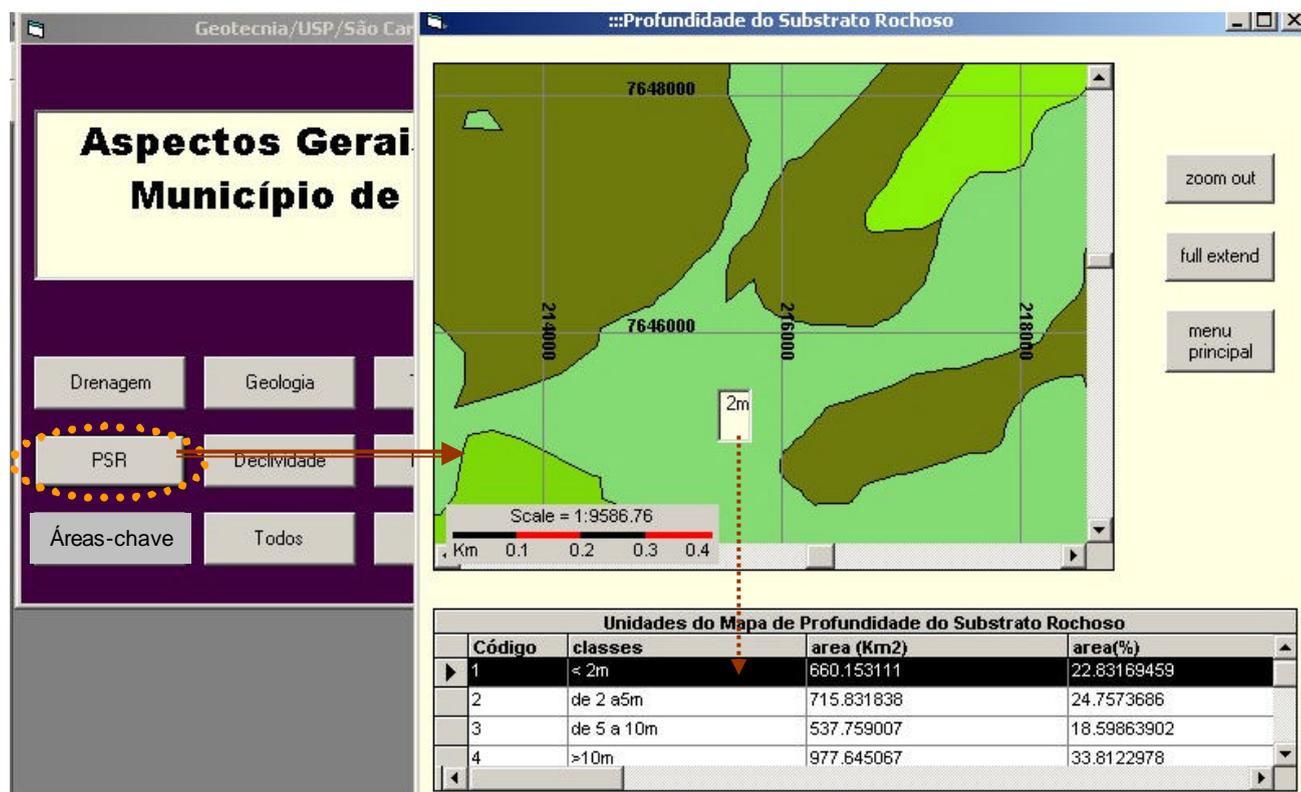


Figura 7.28: Acessando as Informações da Profundidade do Substrato Rochoso

7.5.7 Acessando as Informações da Documentação (pontos de observação, ensaios e amostragens), das Áreas-Chave e do Escoamento Superficial

Os pontos de observação, ensaios e amostragens (mapa de documentação) podem ser visualizados por meio do formulário de documentação. Esse formulário é visualizado quando se aciona o botão de comando na janela inicial do aplicativo onde está a palavra documentação. Direciona-se o ponteiro do mouse para o referido botão e aperta-se o botão esquerdo mouse. Irá abrir uma segunda janela com o *layer*, com a distribuição dos pontos em questão (Figura 7.29).

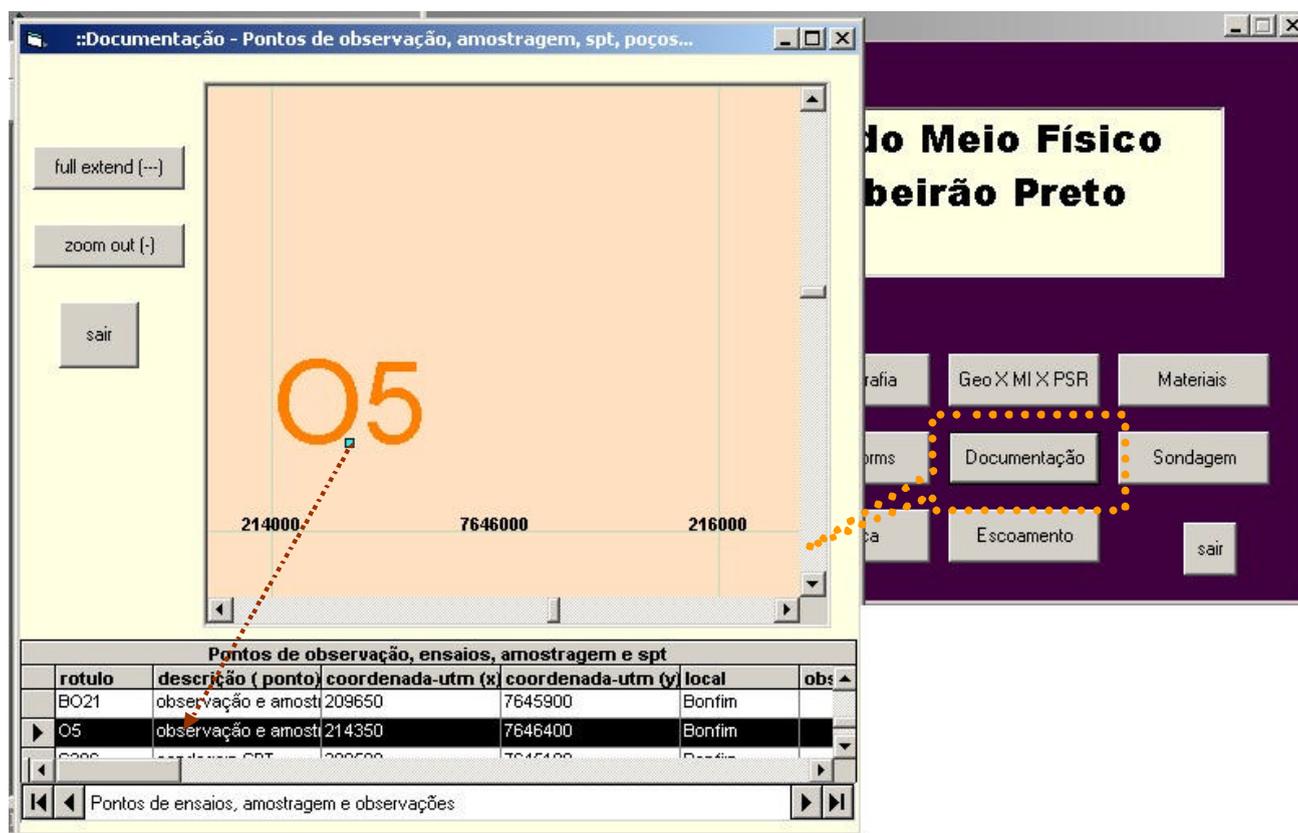


Figura 7.29: Visualizando os Pontos de Amostragem, de Observação e de Ensaio

As informações a respeito das áreas-chave podem ser visualizadas, acionando-se o botão de comando, na janela inicial do aplicativo, na qual estão as palavras "áreas-chave".

Por meio do botão esquerdo do mouse, dá-se um clique no referido botão de comando. Essa ação irá abrir uma segunda janela, em que se pode visualizar a distribuição das áreas-chave de toda a região e uma tabela com informações sobre os índices físicos dos materiais inconsolidados, sobre os landforms, e em que folha está localizada determinada área-chave (Figura 7.30).

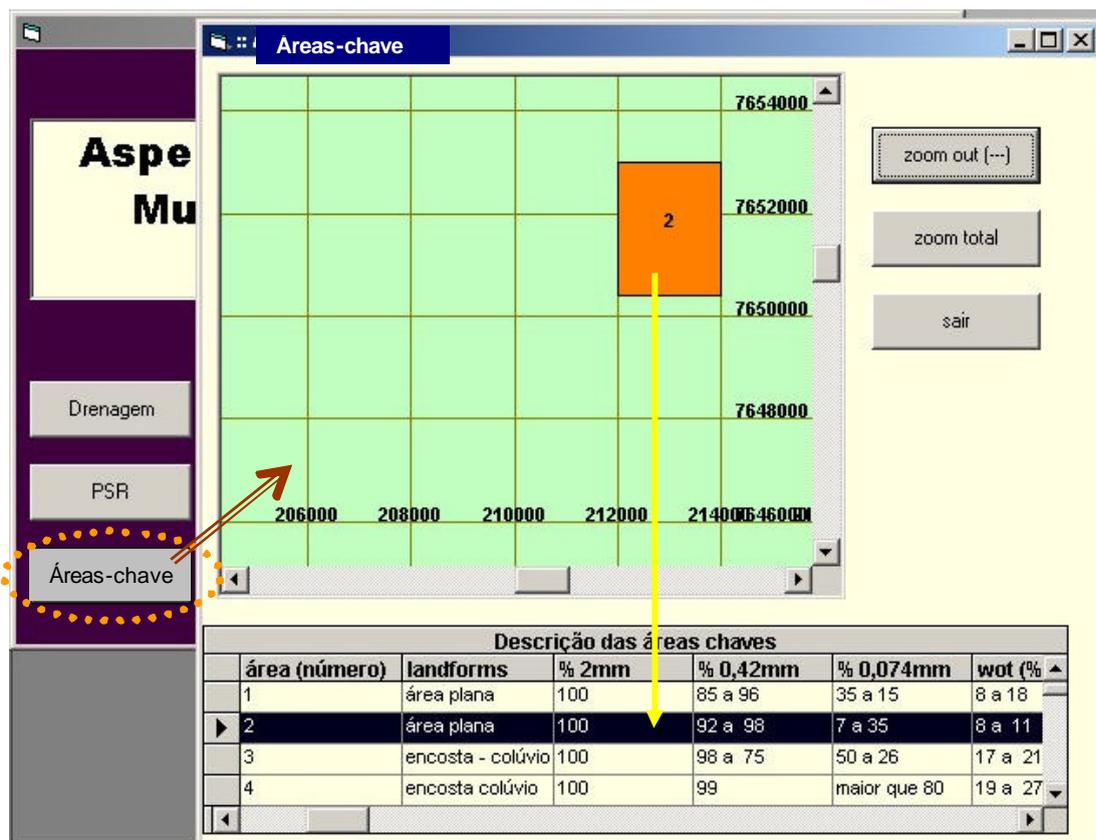


Figura 7.30: Visualizando as Áreas-Chave

As informações a respeito do escoamento superficial da região podem ser visualizadas, acessando-se uma segunda janela do aplicativo. Para acessar essa segunda janela, deve-se acionar o botão de comando, na janela inicial do aplicativo na qual se lê a palavra "Escoamento". Na segunda janela, tem a distribuição das classes de escoamento da região, assim como, uma tabela mostrando as características das classes (Figura 7.31).

Na tabela da Figura 7.30, constam as informações que definiram as classes de escoamento, tais como: declividade e tipo de superfície; material inconsolidado (textura, gênese e estrutura, espessura e permeabilidade); profundidade do nível d'água; litologia, substrato rochoso; feições favoráveis ao armazenamento

superficial e densidade de drenagem em número de canais por quilômetro. Cabe salientar que as informações sobre o escoamento da região abrangem apenas a folha de Ribeirão Preto.

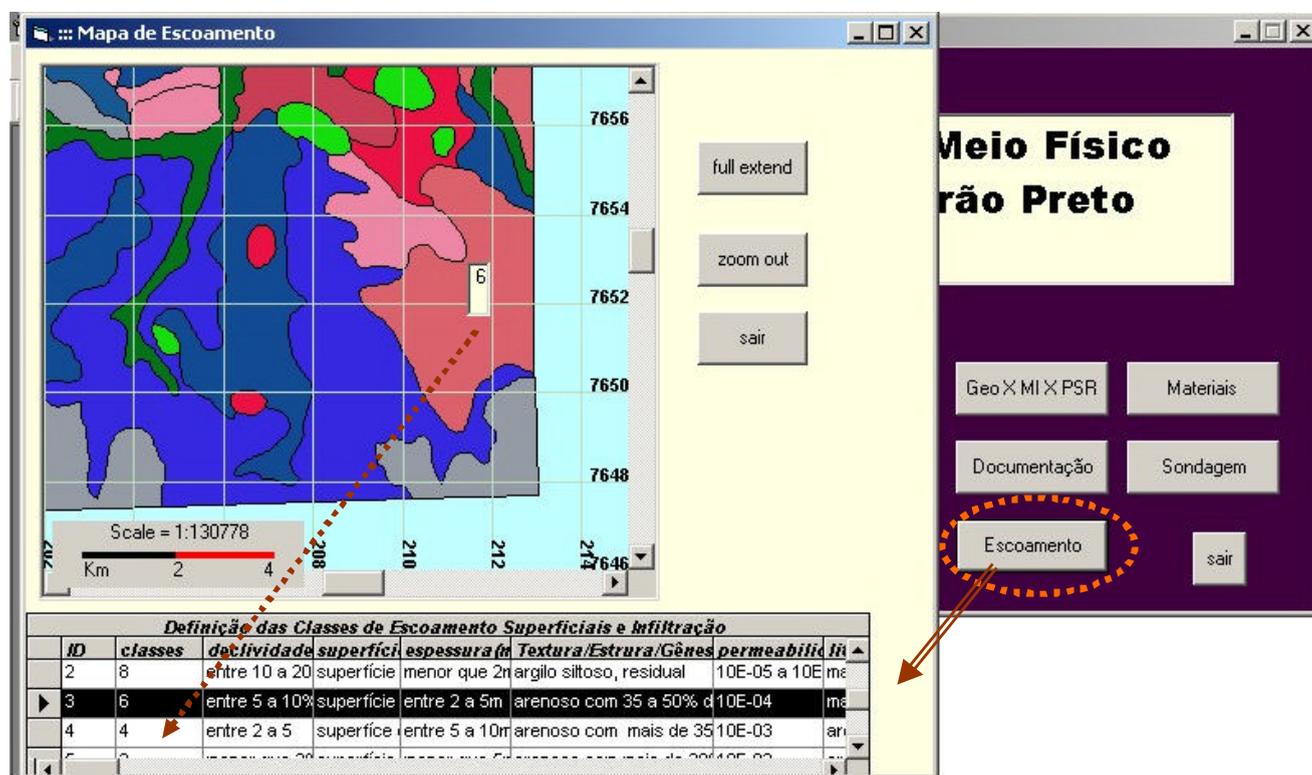


Figura 7.31: Visualizando as Informações sobre o Escoamento Superficial

7.5.8 Acessando as Informações sobre as Sondagens

Para acessar as informações armazenadas sobre as sondagens da região de Ribeirão Preto, deve-se acionar o botão de comando na janela inicial do aplicativo que tem escrito a palavra "sondagem" (Figura 7.32). As informações visualizadas no formulário são a distribuição espacial dos pontos de sondagens e uma tabela com informações das sondagens.

As informações que estão na tabela do aplicativo são: número do ponto de sondagem; unidade, classificação e descrição táctil visual do material inconsolidado; informações técnicas sobre as sondagens, tais como, tipo de sondagem, número de golpes, altura de queda e peso do martelo; valor do SPT; sistema de coordenadas UTM/Datum Córrego Alegre; valor da profundidade do nível d'água.

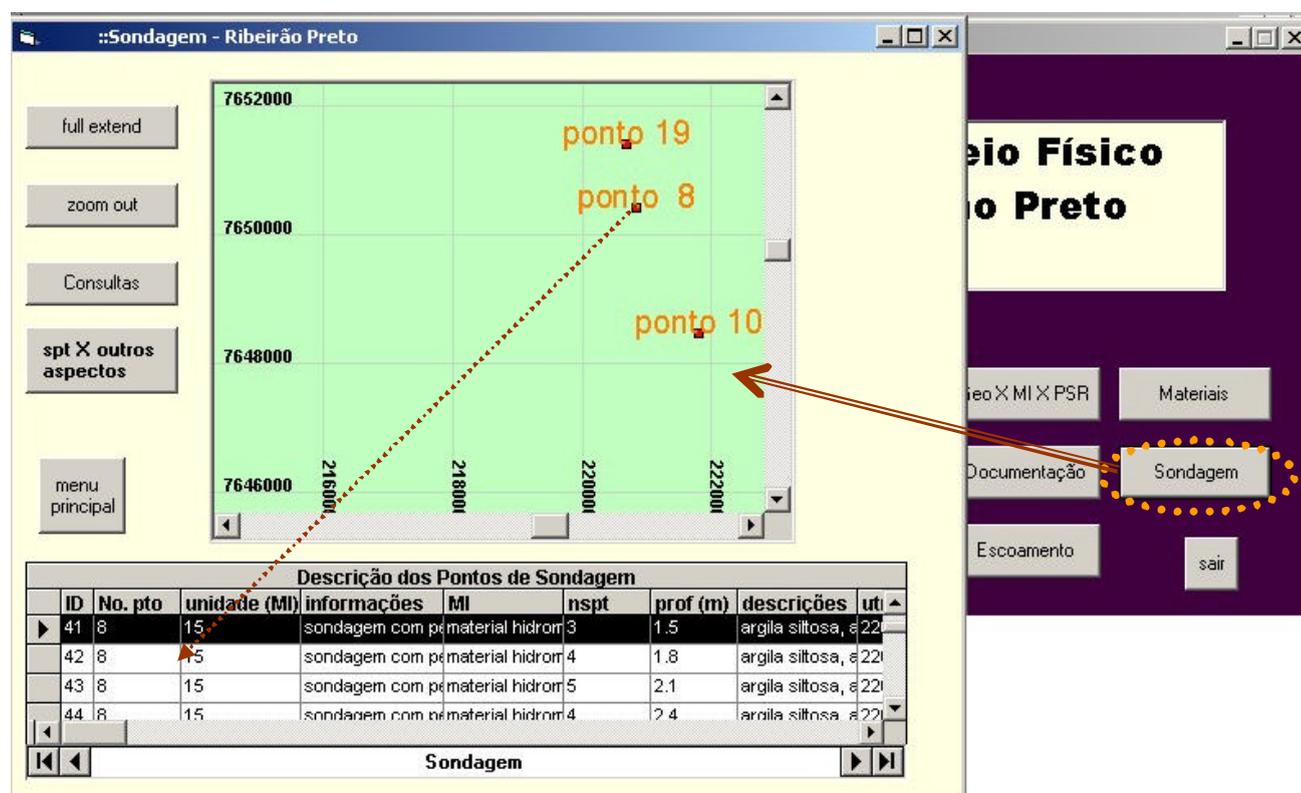


Figura 7.32: Acessando os Dados de Sondagem

Além da distribuição espacial dos pontos de sondagem, esses pontos podem ser visualizados com as unidades de geologia, material inconsolidado e profundidade do substrato rochoso (Figura 7.33).

Outro tipo de visualização que se pode fazer com as informações das sondagens, é visualizar três tipos de consultas: uma com todos os valores de SPT e a profundidade; outra em que se fornecem dois valores de profundidades, e o resultado da consulta será uma tabela com os valores de SPT, entre as profundidades digitadas; e uma terceira em que se fornecem dois valores de SPT e a resposta é uma tabela com profundidades entre esses valores.

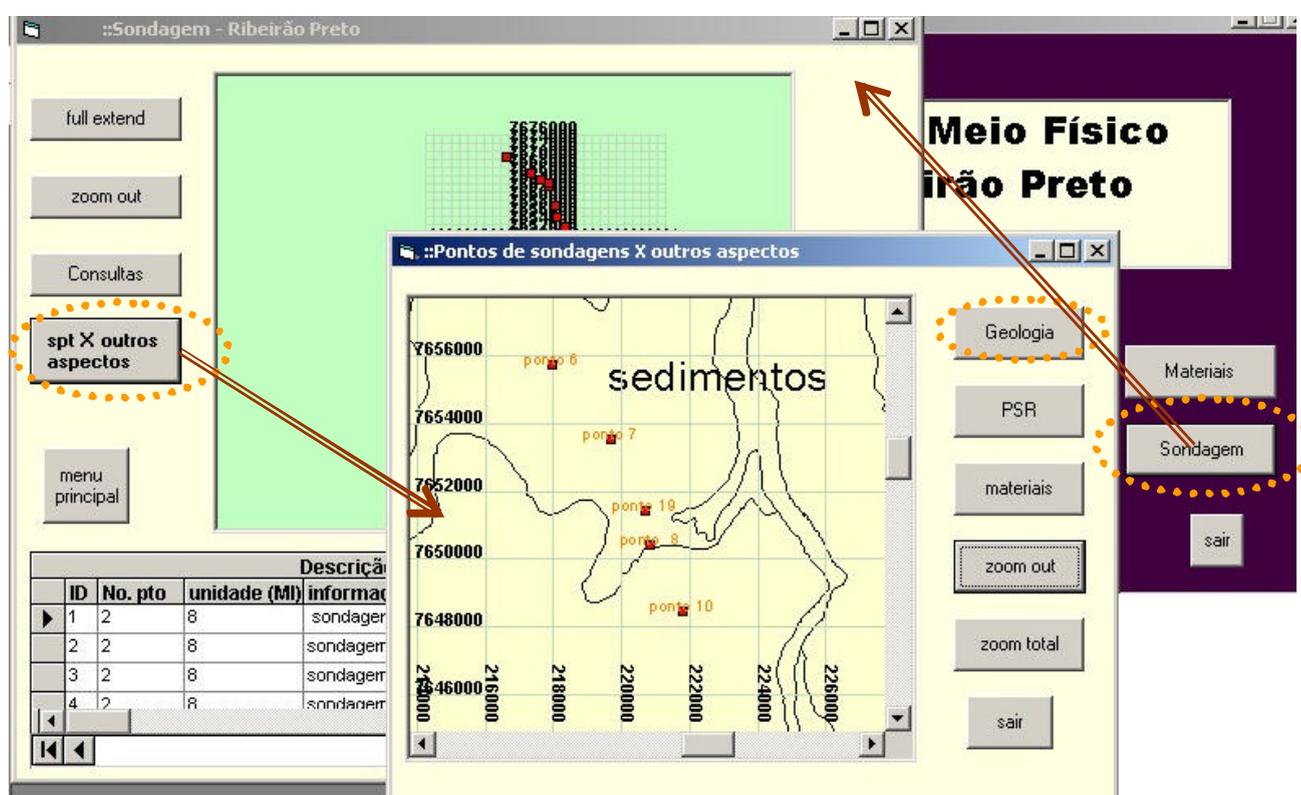


Figura 7.33: Visualizando os Pontos de Sondagens com outros Aspectos, por exemplo, Geologia

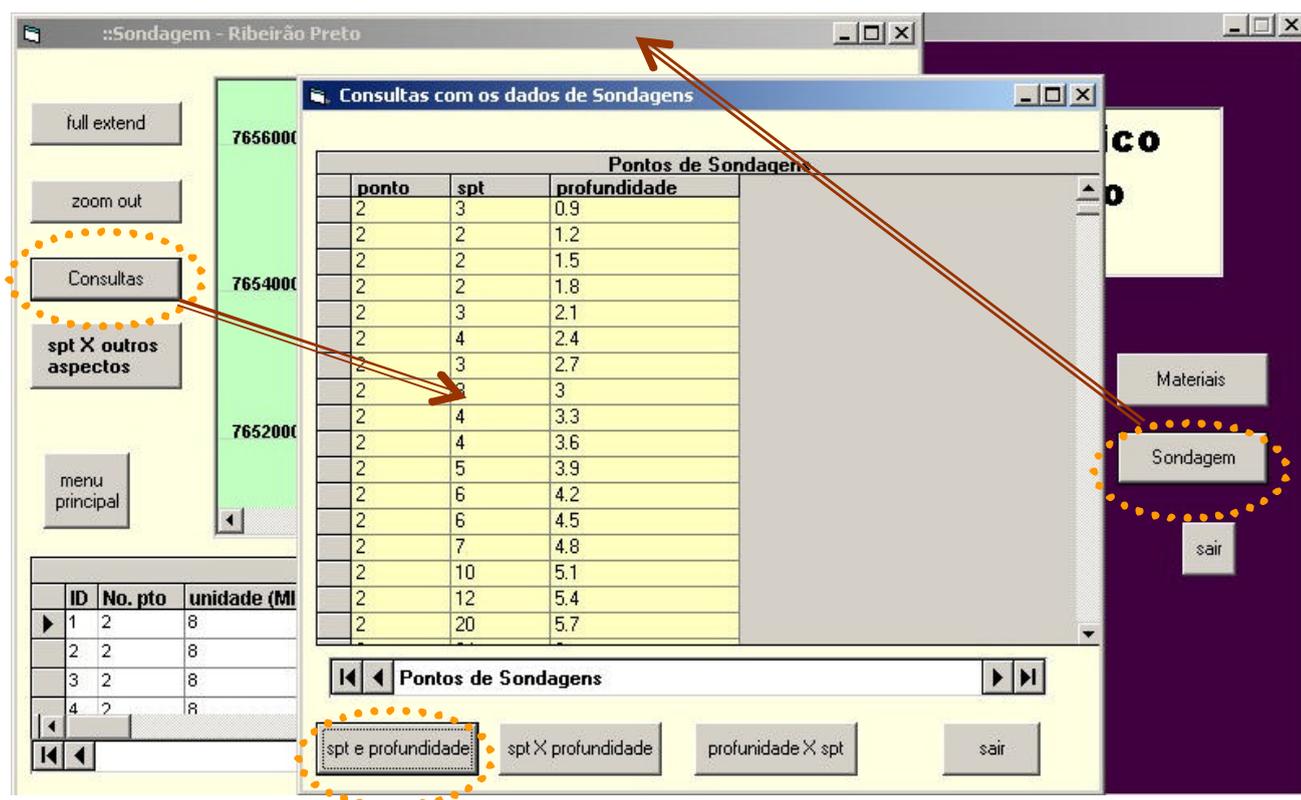


Figura 7.34: Visualizando as Consultas com os Dados de Sondagens

7.5.9 Consultas Especiais

Denominam-se de consultas especiais: uma que pode escolher o *shapefile* que deseja visualizar e outra que pode ser realizada com os *layers* de geologia, material inconsolidado e profundidade do substrato rochoso.

A consulta especial, citada em primeiro lugar, pode ser realizada acionando o botão de comando em que está escrita a palavra "todos". Essa ação abrirá uma segunda janela, onde existem botões de comando, uma barra de ferramentas e uma barra de status (Figura 7.35).

O primeiro botão, em que vem escrita a expressão "buscar mapa", executa a tarefa de abrir uma caixa de diálogo para abrir um arquivo

(Figura 7.36), assim, pode-se escolher um arquivo com extensão *shapefile*. O segundo botão em que está escrita a palavra "carregar", serve para carregar o *layer* no *map control*.

Na barra de ferramentas localizada na parte superior do formulário, existem cinco ícones. O ícone que tem a imagem com um "i" serve para informar sobre o *shape* (linha, polígono, ponto) do *layer*, por meio de outra janela (Figura 7.37). Para tanto, deve-se clicar o ícone da barra de ferramentas, o ponteiro do mouse vai se transformar em "i" e, depois, clicar no *shape* de interesse. O ícone que tem uma mão serve para realizar o movimento do *layer*. O ícone que tem uma lupa com "+" realiza ampliações no *layer*. O ícone, que é uma lupa com "-", realiza reduções progressivas, e o ícone que tem uma lupa simples realiza redução total.

Na barra de status, localizada na parte inferior da janela, há um *checkbox*, que aciona o *tip* do *layer* e um *combobox*, que pode escolher que tipo de informação deve ser mostrada no *tip*.

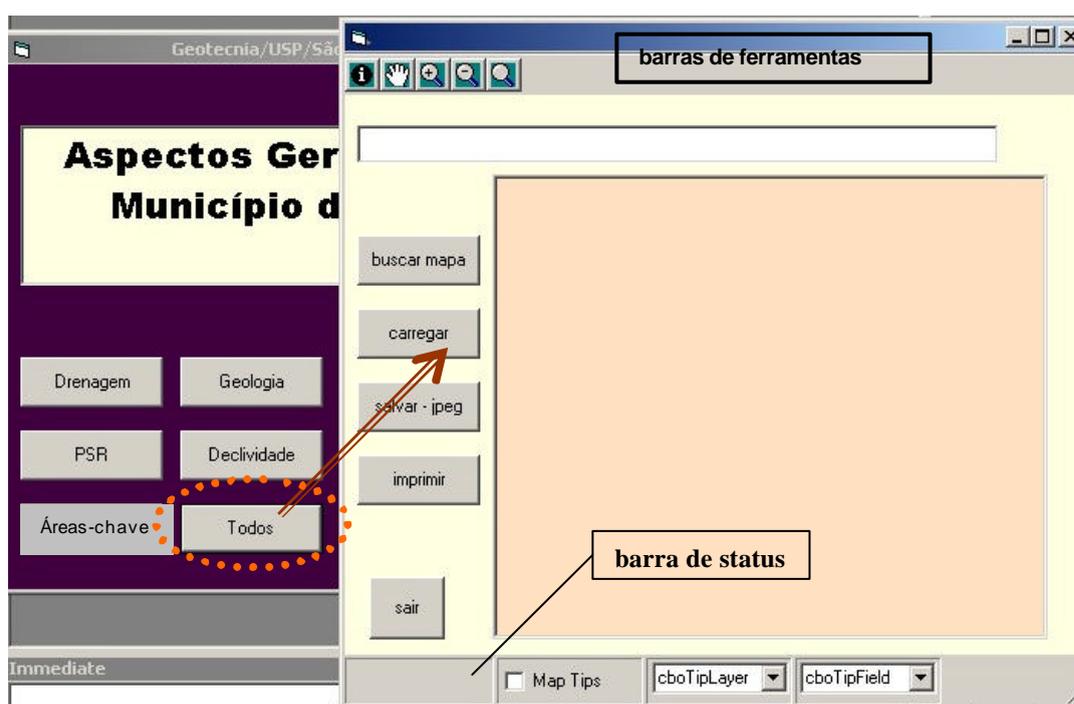


Figura 7.35: Acessando a Consulta "Todos"

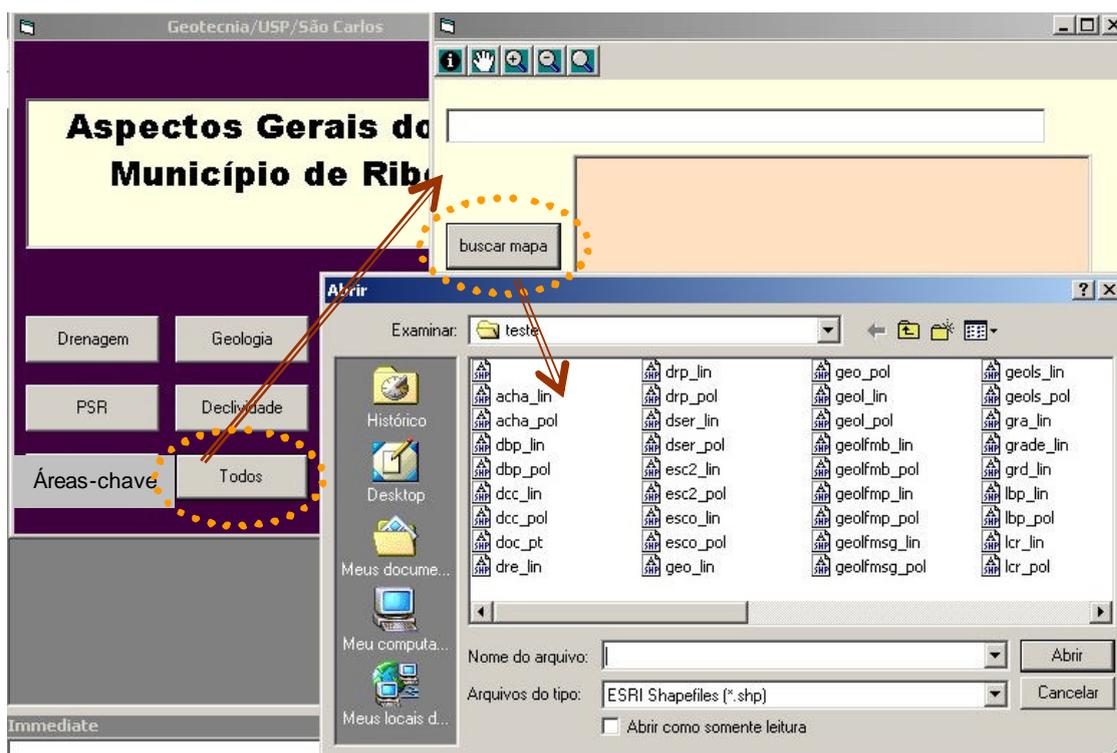


Figura 7.36: Abrindo um Arquivo *shapefile*

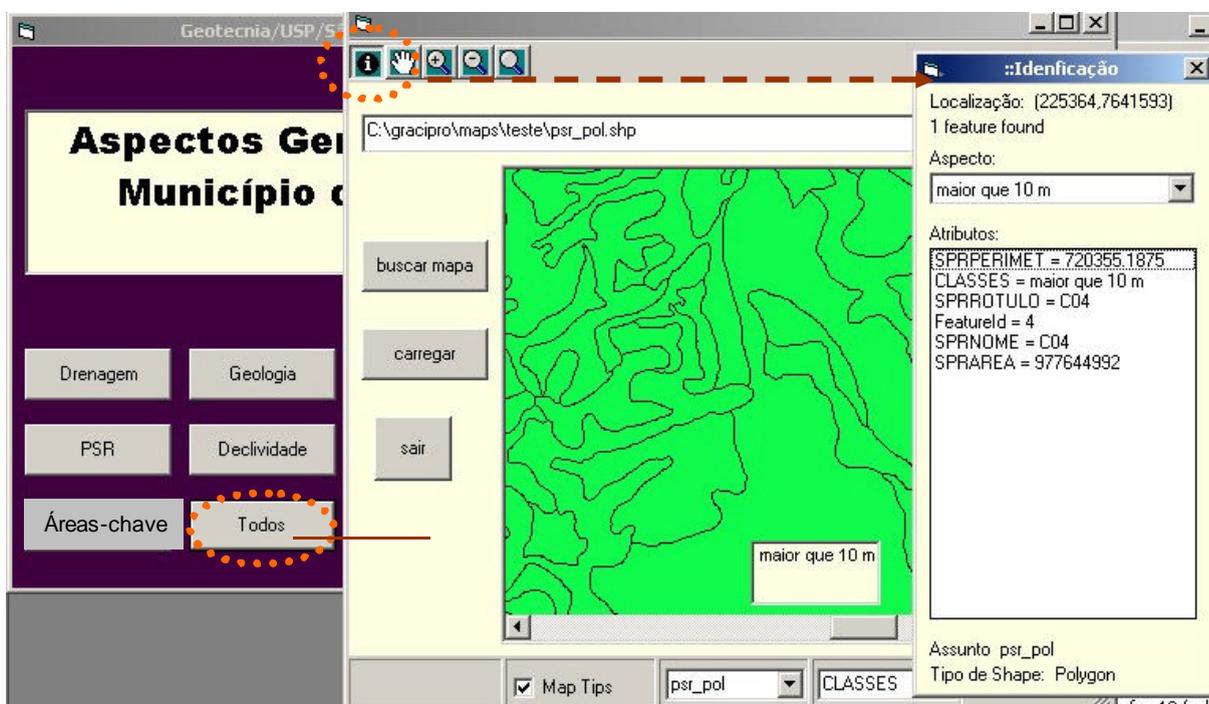


Figura 7.37: Abrindo a Janela sobre Informação do *shapefile*

Nessa consulta, pode-se, ainda, introduzir dados novos, que devem estar no formato *shapefile*, pois assim é reconhecido pelo programa. Para tanto, observa-se que, na Figura 7.36, ao buscar o *layer*, pode-se escolher o diretório, onde está o *shapefile*.

Nessa mesma consulta, pode-se imprimir o *layer*, ou ainda, salvar em JPG. Para executar essas tarefas, deve-se clicar no botão imprimir ou salvar em JPG, respectivamente. Assim, aparecerá uma segunda janela. Na Figura 7.38, pode-se visualizar a janela para salvar o *layer* em JPG. Na Figura 7.39, pode-se verificar a janela para imprimir o *layer*.

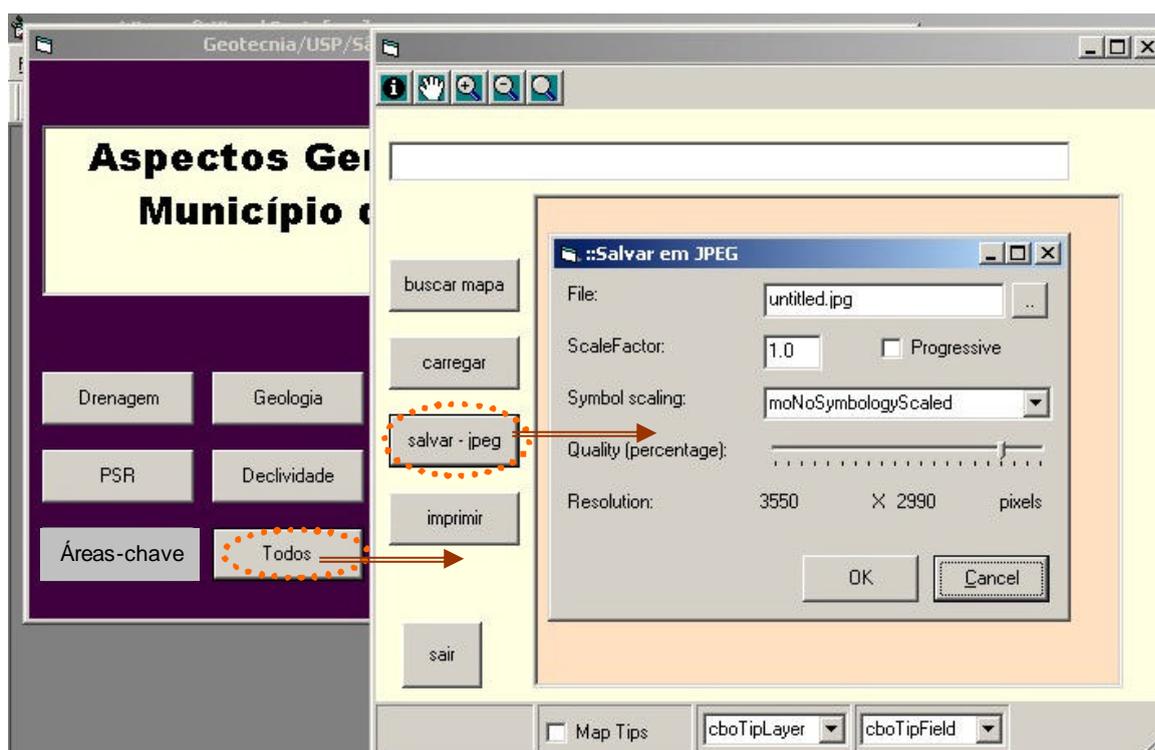


Figura 7.38: Salvando em JPG um *layer*

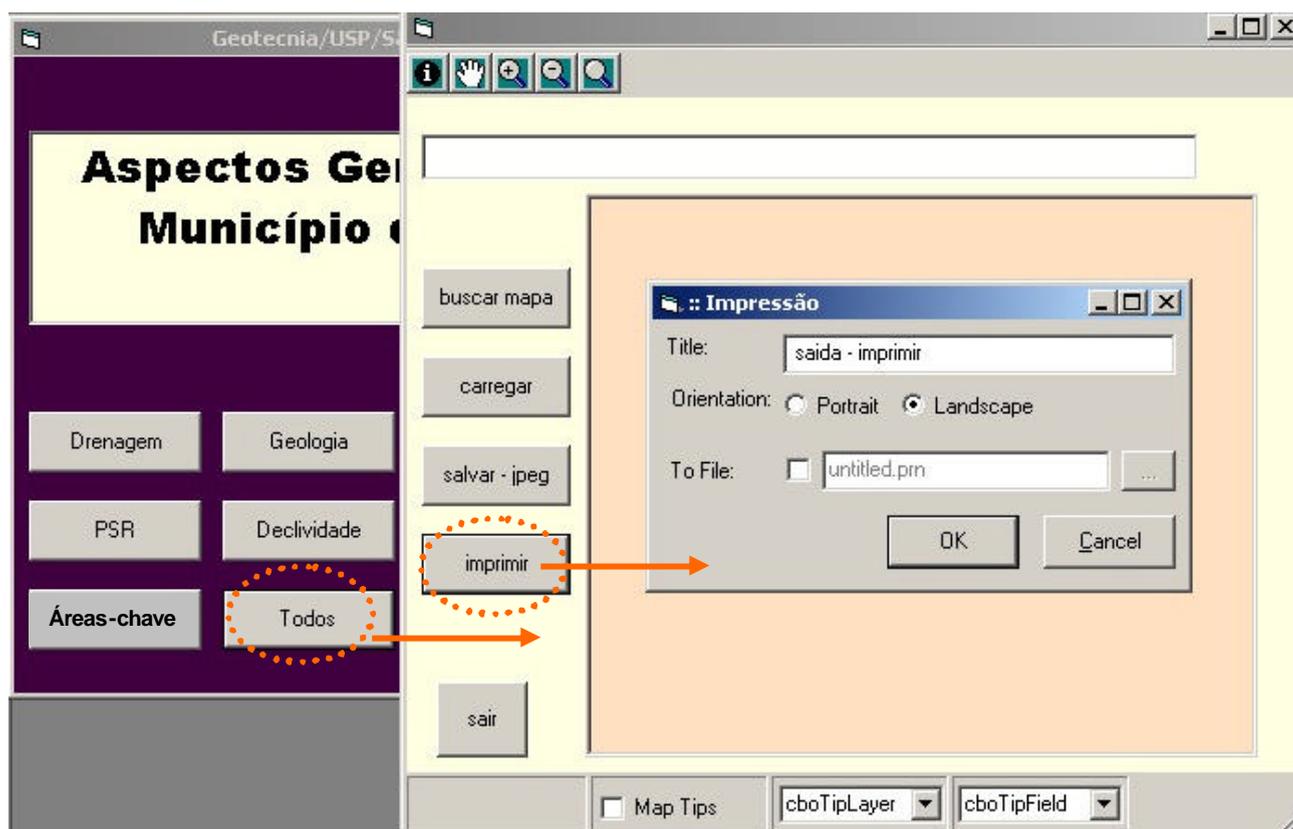


Figura 7.39: **Imprimindo um layer**

A outra consulta especial consiste em uma busca das unidades dos aspectos abordados nos mapas. Ao digitar uma palavra na caixa de texto vazia, situada no lado esquerdo da janela, pressiona-se a tecla "enter", então, será mostrada em destaque, no *layer*, a distribuição espacial da unidade (classe) em questão. Essa consulta é realizada com a geologia, o material inconsolidado e a profundidade do substrato do rochoso (Figura 7.40).

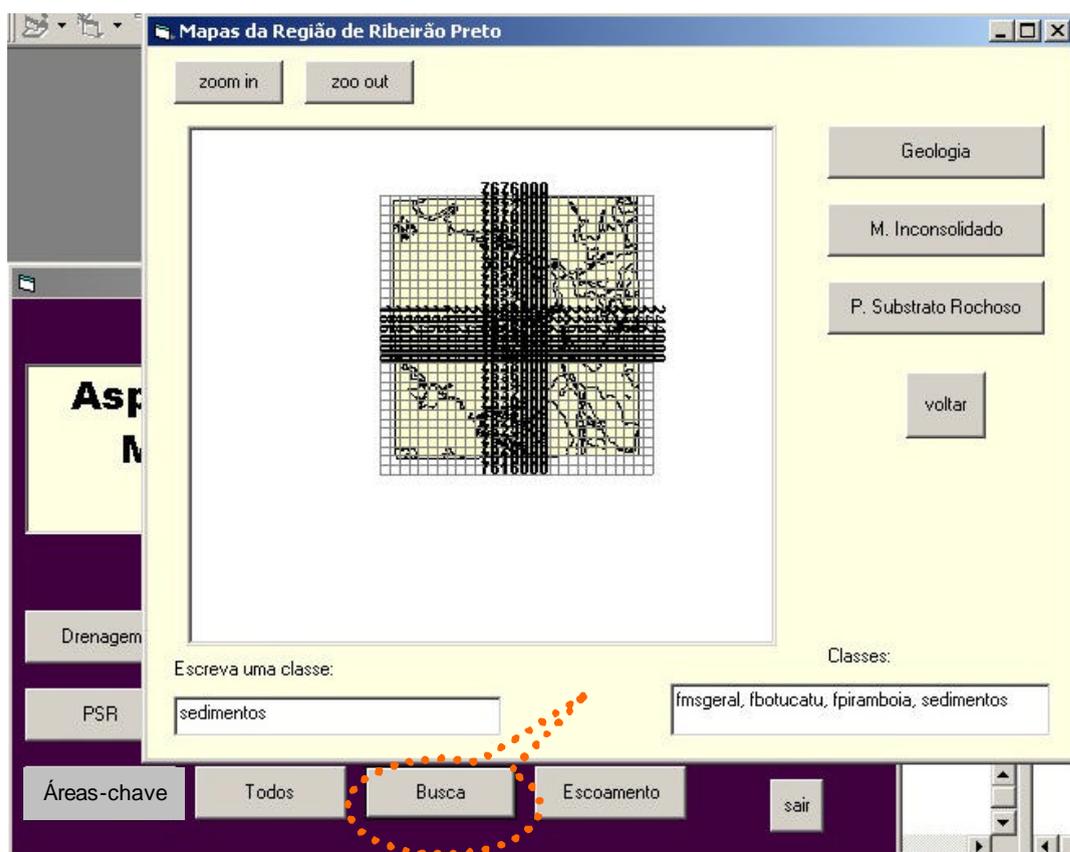


Figura 7.40: **Acessando o Formulário Busca**

7.6 Outras Tecnologias de Visualização e Manipulação dos Dados Geoespaciais

Outros tipos de programas foram usados para manipulação e visualização dos dados do mapeamento geotécnico da região de Ribeirão Preto, o do TERRAVIEW e o do SPRING WEB, ambos desenvolvidos pelo INPE.

7.6.1 TERRAVIEW

O TERRAVIEW é um programa elaborado, utilizando a biblioteca cartográfica TERRALIB, na verdade, é uma aplicação dessa biblioteca (INPE, 2005).

Um dos objetivos do TERRAVIEW é ser um fácil visualizador de dados georreferenciados, pois o TERRAVIEW manipula dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens), ambos armazenados em SGBD relacionais ou georrelacionais de mercado, incluindo ACCESS, PostGress, MySQL e Oracle, e pode ser considerado como um "small GIS".

Os dados armazenados no SPRING foram exportados para o TERRAVIEW, como shapefile (Figura 7.41), que aceita os dados no formato SHP, MIF, GEO e DBF.

Um banco de dados foi criado no TERRAVIEW para armazenar as informações que têm a extensão "*.mdb", são do tipo ADO; logo, é um banco de dados para o sistema ACCESS.

Para visualizar as informações, deve-se fazer uma conexão com o banco de dados chamado "teste" (Figura 7.42), para tal é necessário ativar, no menu principal, a opção arquivo, que abrirá um segundo menu de opções, em que se deve escolher a opção banco de dados.

Ao se executar a ação anteriormente relatada, será aberta uma janela para conectar e ativar o banco de dados e a escolha tipo "ADO"; com essa conexão, aparecerão duas janelas: uma que possibilita visualizar os dados tabelares (chamada bancos) e outra, os dados gráficos (layer, mapa) do plano de informações (chamada vistas). Para visualizar a informação de interesse, basta selecionar pelo nome (vistas ou tabelas).

A Figura 7.43 mostra o banco de dados ativo e conectado com o plano de informação da profundidade do substrato rochoso (PSR).

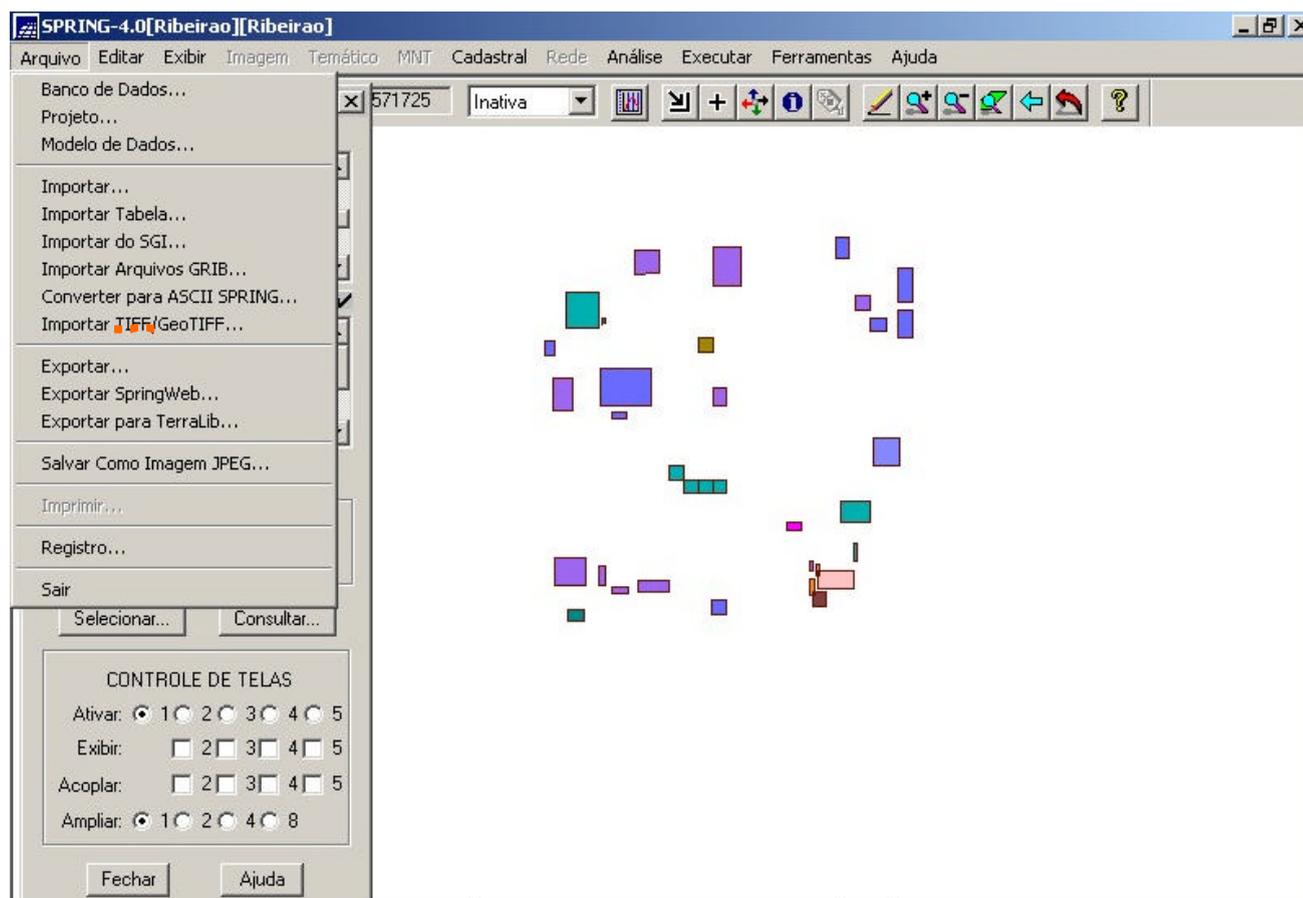


Figura 7.41: Exportando Dados do SPRING

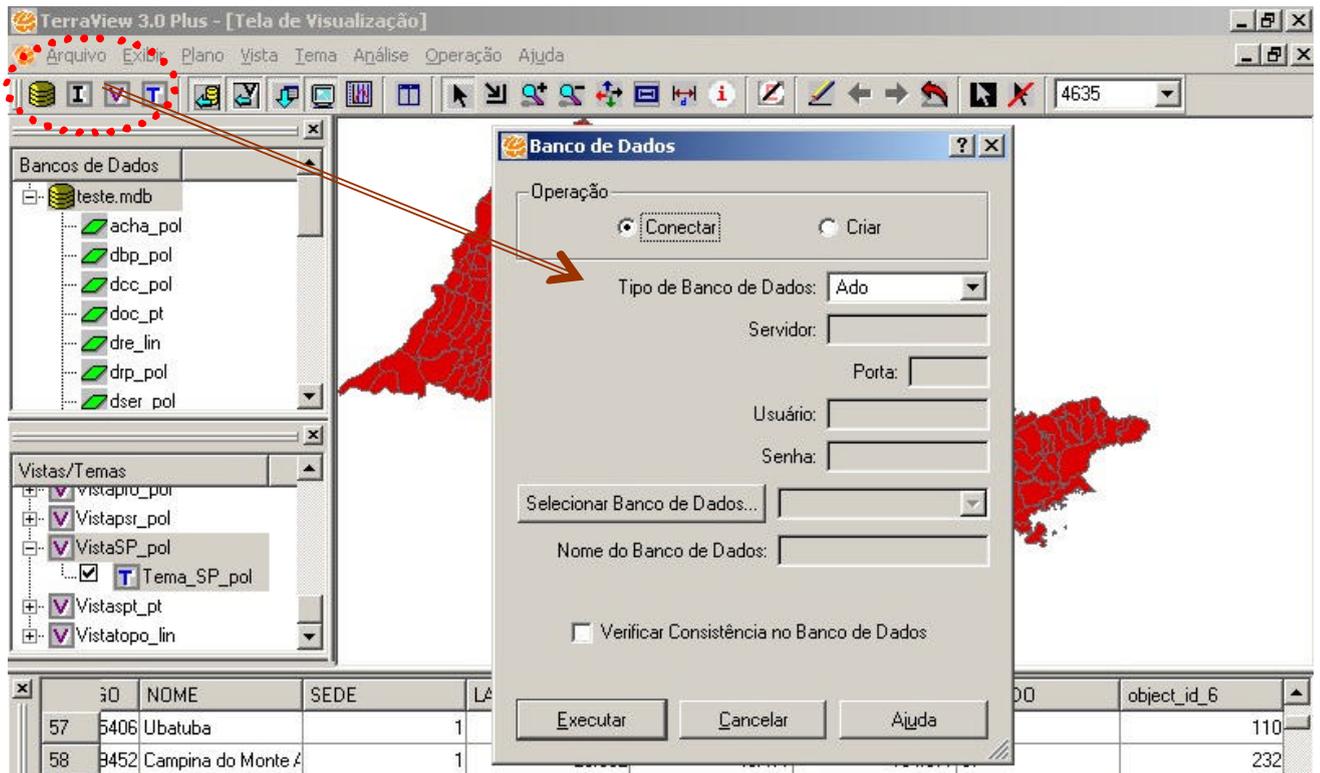


Figura 7.42: Conectando um Banco de Dados

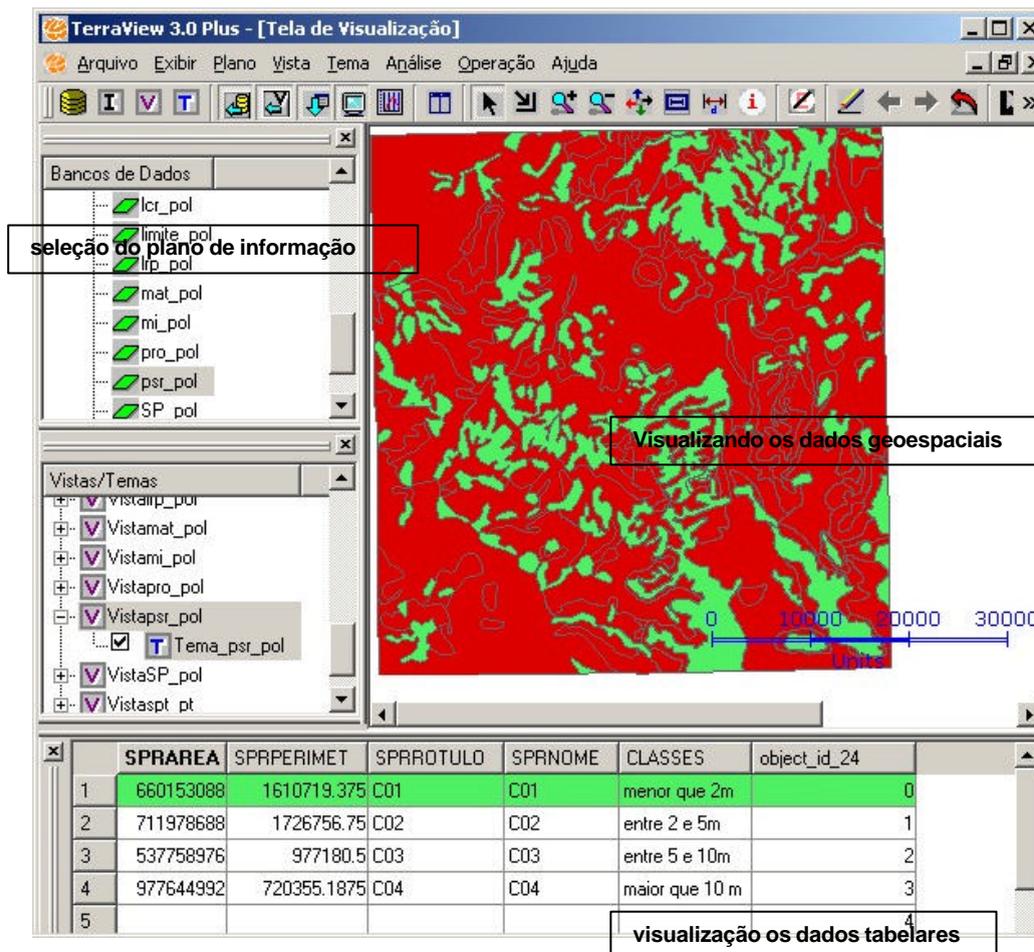


Figura 7.43: Visualizando os Dados no TERRAVIEW, PI PSR

7.6.2 SPRINGWEB

O SPRINGWEB é uma extensão do SPRING à rede internacional de computadores (*Internet*), isto é, o SPRINGWEB é um *applet*, um aplicativo que foi escrito em linguagem de programação Java, que permite a visualização de dados geográficos armazenados em um servidor remoto, assim, dá a possibilidade de publicar seus dados georreferenciados na web (INPE, 2003).

Para que o navegador da *Internet* visualize seus dados, deve ter instalada uma biblioteca adicional, a *plug-in* JDK 1.3, conhecida

também, como *swing*. Este *plug-in* pode ser obtido no *site* da JavaSoft ou no do próprio SPRING/INPE.

No SIG SPRING, existe uma opção no menu principal, de exportar seus dados ao SPRINGWEB. Assim, deve-se criar uma pasta específica para armazenar esses arquivos, que têm extensão `"*.map "` ou `"*.mapas"` (vide Figura 7.41).

Na Figura 7.44, é mostrado o ambiente de manipulação dos dados a serem visualizados na rede, onde se tem uma janela principal (janela do mapa, onde é visualizado o *layer*) com uma barra de ferramentas e um menu principal e outras janelas auxiliares.

Na barra de ferramentas, ou melhor, de navegação, tem-se: as coordenadas geográficas indicando o local onde está o mouse. As ferramentas de navegação zoom aumentar (lupa com o sinal +), zoom diminuir (lupa com o sinal -), mover (cruz), voltar ao tamanho original (seta apontando para baixo), desenhar (seta voltada para o lado direito) que serve para desenhar o *layer*, caso ele não seja exibido automaticamente.

Nas janelas auxiliares, tem-se o nome do projeto (Ribeirão), o nome do plano de informação - *layer* (no caso "esco" de escoamento) e a legenda com os nomes das classes do plano de informação com suas respectivas cores (vide Figura 7.44).

No Apêndice C, mostrar a página que foi elaborada para visualizar as informações.

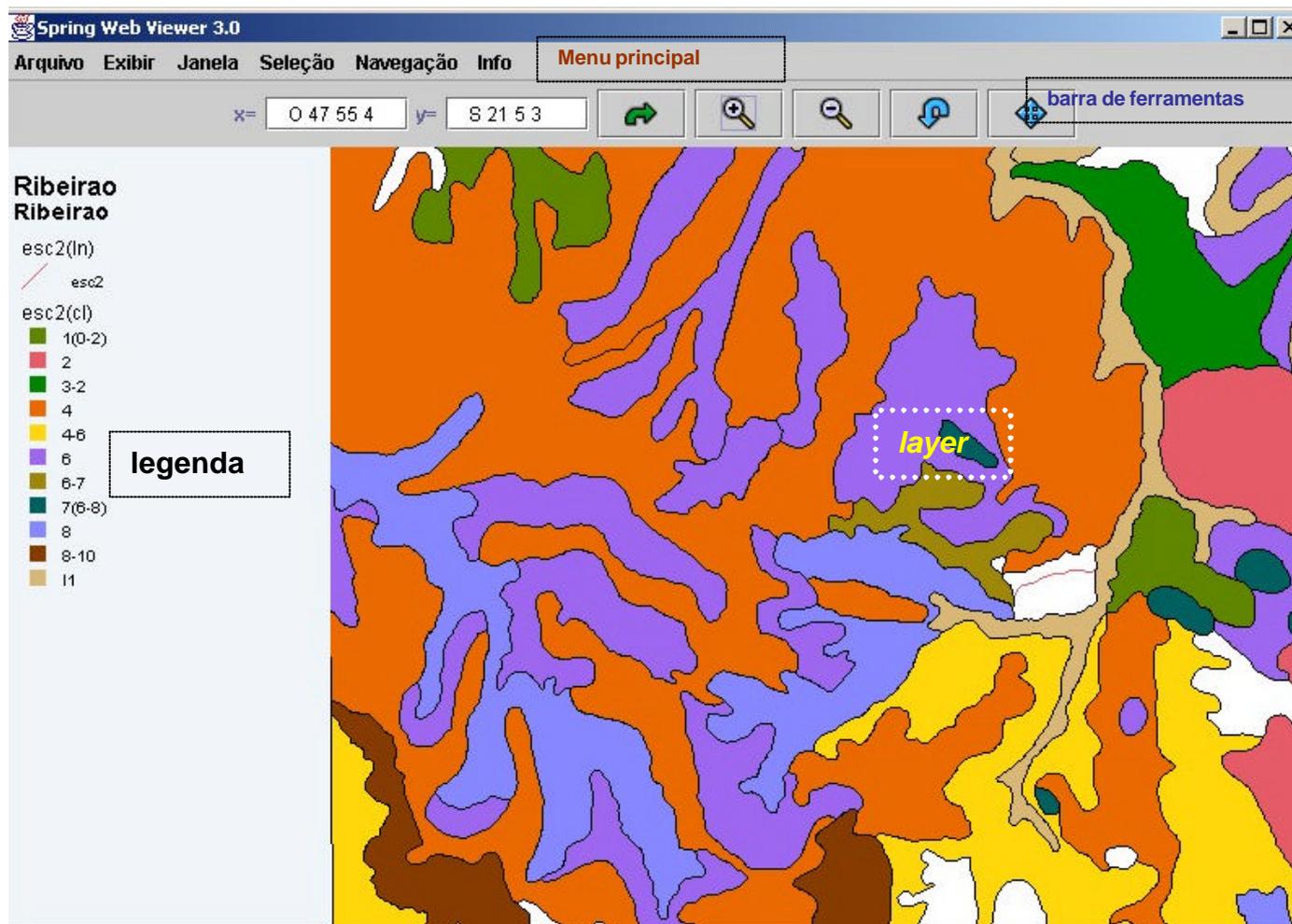


Figura 7.44: Visualizando Dados com o SPRINGWEB, exemplo o PI do Escoamento Superficial

8 ANÁLISE E DISCUSSÃO SOBRE OS ARMAZENAMENTOS E AS CONSULTAS

Os dados armazenados eletronicamente neste trabalho são referentes a um mapeamento geotécnico, regional, da região de Ribeirão Preto, na escala 1:50.000. Tais informações podem ser usadas para a análise do meio físico e para orientar um planejamento urbano e ambiental.

Assim, pode-se orientar para a escolha de possíveis locais visando a implantação de aterro sanitário, expansão urbana, verificação de áreas risco e outros tipos de ocupação urbana. Enfim, tem-se uma visão geral das limitações e potencialidades da área em estudo, quanto aos aspectos do meio físico.

Para tanto, cabe observar que, quando são estudados, de forma geral, os aspectos do meio físico, há uma visão global, que apenas orienta o tipo de uso e ocupação do solo que se poderá fazer em determinada região.

No caso desta experiência, podem ser verificadas duas maneiras de consulta, visualização, busca, enfim, de manipulação das informações: no SIG, por meio do projeto "Ribeirão", consultando os planos de informação que estão nas categorias geral1 (temática), geral2 (redes), geral3 (MNT) e geral4 (cadastral) e, também, por meio do aplicativo "mapas", navegando pelos formulários, acessados os botões de comando que estão na janela principal do aplicativo e que leva o nome dos aspectos (drenagem, geologia, materiais, profundidade do substrato rochoso- PSR, declividade, landforms, etc.).

Nesse sentido, podem ser citados alguns exemplos de uso da informação armazenada neste trabalho:

❖ Quando se estuda a geologia, os materiais inconsolidados, a profundidade do substrato rochoso e os dados de sondagens, a análise desses aspectos, de um ponto de vista geral, possibilita ter-se uma idéia inicial sobre os tipos de fundações (residencial, industrial ou para aterro sanitário, etc.), que podem ser usadas a depender da potencialidade e/ou limitação da área; quanto à extração de materiais de construção (areia, brita, material de aterro) e, assim, por diante.

❖ Para o estudo a geomorfologia (relevo), no caso deste trabalho, pode consultar a topografia (curvas de níveis, imagens em sobras e em níveis de cinza), a declividade e os *landforms*. Além de informes nesse sentido, ter uma idéia sobre os movimentos de massa, áreas de inundação, etc.

❖ Para se estudar as águas, no presente caso, podem ser consultados os canais de drenagem. Assim, tem-se uma idéia sobre os recursos hídricos da região; além das áreas que podem ter problemas com inundação, a área deve receber maiores cuidados para proteção contra poluição (zonas de proteção ambiental).

❖ Neste trabalho, tem-se o estudo do escoamento das águas superficiais, com importância para estudos de inundação, erosão e projetos de obras de drenagem urbana e estradas, entre outros.

❖ As áreas-chave mostram locais da região, que têm uma caracterização geotécnica mais detalhada, orientando melhor o uso e a ocupação do meio físico; no mapa de documentação, pode-se verificar a distribuição dos locais de observação, amostragens e ensaios de campo.

As consultas relacionadas com esta pesquisa foram predefinidas, porquanto se partiu dos dados preexistentes, e a intenção era

mostrar o poder do uso da tecnologia da informação no mapeamento geotécnico, como o uso de banco de dados e a importância dessa ferramenta no auxílio à tomada de decisão.

Aqui se mostram duas formas básicas de armazenamento, integração e manipulação das informações, por meio de sistemas de informação geográfica (SIG) e por meio do ambiente de linguagens de programação. As duas formas têm vantagens e desvantagens, isso irá depender do objetivo do trabalho que se pretenda realizar.

O que importa é que se deixe a informação de forma mais organizada possível, a fim de que outras pessoas possam utilizá-la com facilidade. É imprescindível que se cuide da qualidade da informação produzida, pois não valerá a pena deixar a informação superorganizada, mas de qualidade discutível.

SILVA (2000) aborda, em seu trabalho de doutoramento, a referida importância do uso das bases de dados no mapeamento geotécnico e elabora um quadro de vantagens e desvantagens quanto ao uso dessa ferramenta e o meio digital (Quadro 8.1).

O capítulo 3 deste trabalho cita algumas vantagens do uso de banco de dados no armazenamento e organização das informações.

Para demonstrar a importância de ter os dados no formato digital e organizados, foram usados, ainda, os programas TERRAVIEW e o SPRINGWEB, nos quais os dados foram transportados com facilidade e rapidez.

Quadro 8.1: **Bases de Dados: Algumas Vantagens e Desvantagens**
(modificado de SILVA, 2000)

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade na consulta por diversos utilizadores, inclusive, a grandes distâncias (Internet). - Compactação e flexibilidade desde que concebidas para múltiplas aplicações - Rapidez na pesquisa, reavaliação de dados preexistentes e no processamento de dados. - Melhoria potencial na qualidade da informação manipulada por meio da concepção de sistemas para seu controle. - Versatilidade permitindo, nomeadamente, a aplicação de software para visualização gráfica e modelação. - Possibilidade de assegurar um apoio mais fundamentado à tomada de decisão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investimento para aquisição de hardware, software e na concepção inicial. - Se forem concebidas visando a apenas uma determinada aplicação, sua utilização futura ficará limitada. - Exigência de formação contínua de pessoal dispendiosa. - Necessidade de uniformização e revisão da informação, pelo que os dados em formato analógico e digital podem definir. - Custo e tempo significativos no que se refere a recolha, carregamento e validação de dados. - Como a duração média da versão de um software é inferior a 2-3 anos, é necessário ir migrando à base de dados para as novas versões que forem surgindo.

O TERRAVIEW é um programa que permite a visualização de dados georreferenciados e que armazena os *layers* em um banco de dados (ACCESS, ORACLE, MySQL). O SPRINGWEB é um programa que permite que seus dados sejam visualizados na *Internet*. Essa aplicação demonstra que, quando os dados estão em formato eletrônico, sua manipulação é muito mais fácil e rápida.

A grande maioria dos trabalhos com banco de dados em mapeamento geotécnico utiliza os SIGs para armazenamento, organização e integração dos dados, como pode ser observado na literatura. Por outro lado, poucos trabalhos usam o ambiente das linguagens de programação.

Para executar algumas tarefas, a dificuldade é utilizar os ambientes das linguagens, pois devem-se escrever rotinas de programação e, muitas vezes, isso demanda tempo. Atualmente, as bibliotecas cartográficas já trazem muitas rotinas prontas que precisam, apenas, de alguns ajustes para a situação do trabalho, o que, pelo que se observa, facilita o uso dos ambientes de linguagens de programação.

A grande vantagem de ter os dados reunidos no aplicativo é que a consulta às informações armazenadas torna-se mais flexível. Pois, ao criar um aplicativo, esse poderá ser transportado com facilidade, de um microcomputador para outro, porque ocupa menos espaço de memória e permite, assim, uma visualização das informações mais rápida.

No caso dos dados serem reunidos no SIG, será muito mais complicado transportá-los, pois poderão necessitar que o outro microcomputador tenha o mesmo SIG no qual as informações foram armazenadas.

Ao armazenar os dados em SIG, segue-se um padrão determinado pelo programa, por exemplo, no caso deste trabalho, as informações armazenadas no SIG estão distribuídas nas categorias (temática, cadastral, rede, MNT, imagem). Entretanto, para realizar as análises espaciais, o SIG é melhor, pois tem rotinas prontas.

No caso do ambiente da linguagem de programação, essas rotinas devem ser criadas, o que facilita o entendimento dos resultados das análises. Também a modelagem dos dados no aplicativo é mais flexível, pois, ao elaborar o aplicativo, esse pode ser direcionado para que utilização em mapeamento geotécnico será as informações armazenadas. Isto é, se for para um planejamento urbano ou ambiental, localização de áreas para deposição de resíduos sólidos, entre outras.

No SIG, a modelagem da informação é mais rígida, não existe um SIG direcionado ao mapeamento geotécnico, enquanto o paradigma do aplicativo pode ser mudado de acordo com a necessidade da utilização da informação.

Os SIGs comerciais estão percebendo a importância de se criar ambientes de desenvolvimento de aplicativo, isso facilita o uso das

informações armazenadas, assim esses SIGs estarão criando ambientes de desenvolvimento de aplicativos chamados "*small GIS*".

Isso vem demonstrando a importância do desenvolvimento de pequenos aplicativos, pois esses tornam a utilização da informação armazenada mais fácil e rápida, visto que, muitas vezes, o ambiente dos SIGs é mais complexo, ao passo que os pequenos aplicativos podem ter uma interface mais amigável.

Caso se tenha necessidade de uma orientação para localizar alguma área do município de Ribeirão Preto para deposição de resíduos sólidos, por exemplo.

Assim, primeiro deve-se pensar quais atributos do meio físico serão necessários consultar, para utilizar a área para aterro sanitário.

Conforme Zuquette (1993), os atributos do meio físico a serem consultados em caso de construção de um aterro sanitário são: tipo litológico, profundidade de substrato rochoso, densidade de descontinuidades, para o componente do meio físico substrato rochoso. Para materiais inconsolidados, deve-se observar a textura, mineralogia, variação do perfil, presença de matacões, ph, salinidade, camadas compressíveis, erodibilidade, colapsividade, expansibilidade, fator de retardamento e características de compactação. Para o componente água, devem ser observados os atributos: profundidade do nível d'água, direção do fluxo subterrâneo, escoamento superficial, coeficiente de permeabilidade, áreas de recarga, distâncias entre poços e fontes naturais. Para o relevo, devem ser observados: *landform*, divisor de águas, zona alagada (*wet land*) e zona sujeita a inundação; para o componente

climático, evapotranspiração, direção preferencial dos ventos e pluviosidade.

No caso desta pesquisa, os dados manipulados são de um mapeamento na escala 1:50.000, logo, regional. Assim, alguns atributos sugeridos pelo autor não serão encontrados diretamente, mas, indiretamente, mediante uma observação e uma verificação dos dados que têm uma correlação a fim de se chegar a uma solução.

No caso do aplicativo, para uma consulta do substrato rochoso, deve-se dar um clique no botão escrito "geologia", na tela inicial (Figura 8.1), onde se pode verificar a litologia da região (Figura 8.2). Pode-se, também, clicar no botão "PSR", na tela inicial (Figura 8.1), para verificar a profundidade do substrato rochoso (Figura 8.3).



Figura 8.1: Janela Inicial do Aplicativo

Para verificar o material inconsolidado, deve-se clicar o botão "Materiais", na janela inicial (Figura 8.1). No formulário do material inconsolidado (Figura 8.4), pode-se verificar a distribuição espacial dos materiais, suas texturas e o tipo de material inconsolidado (hidromórfico, residual ou misto).

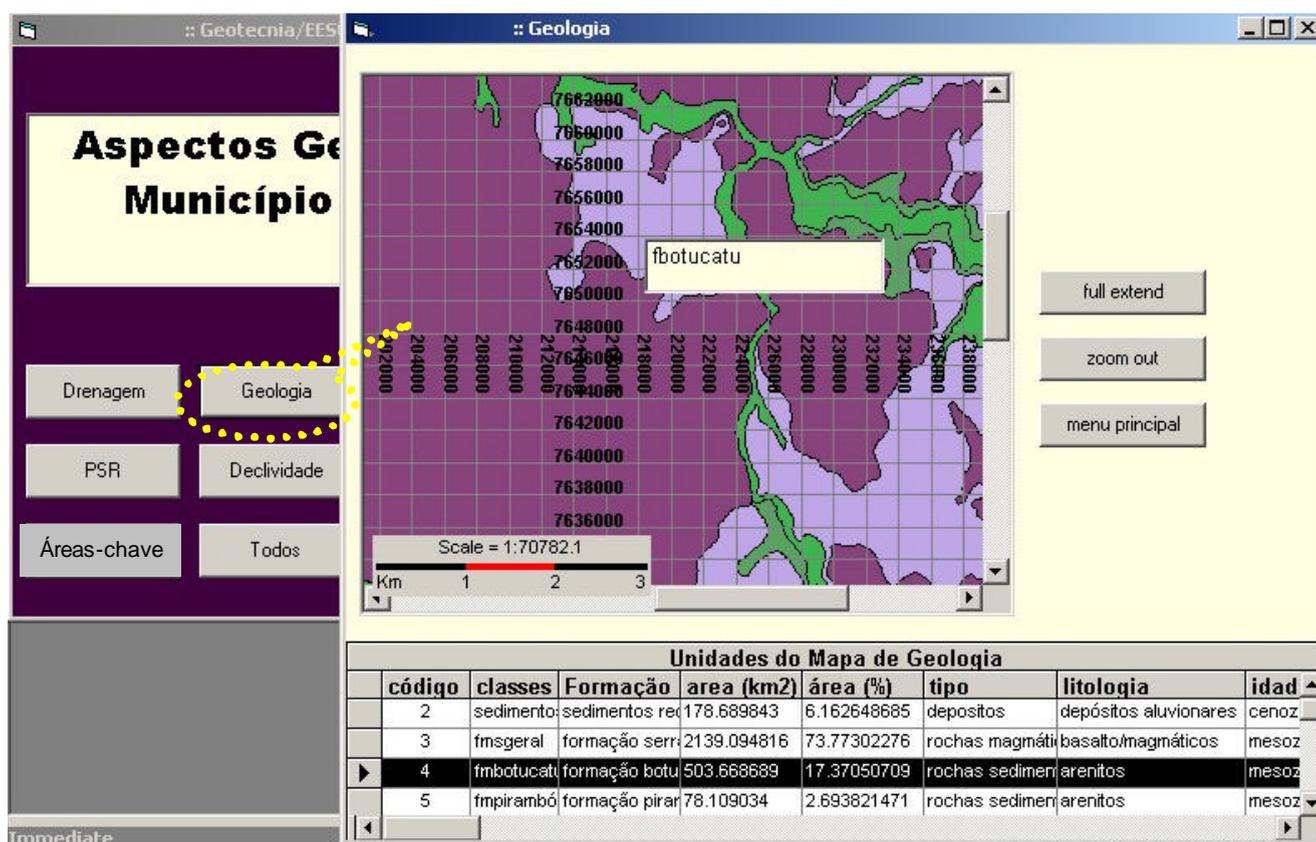


Figura 8.2: Formulário da Geologia

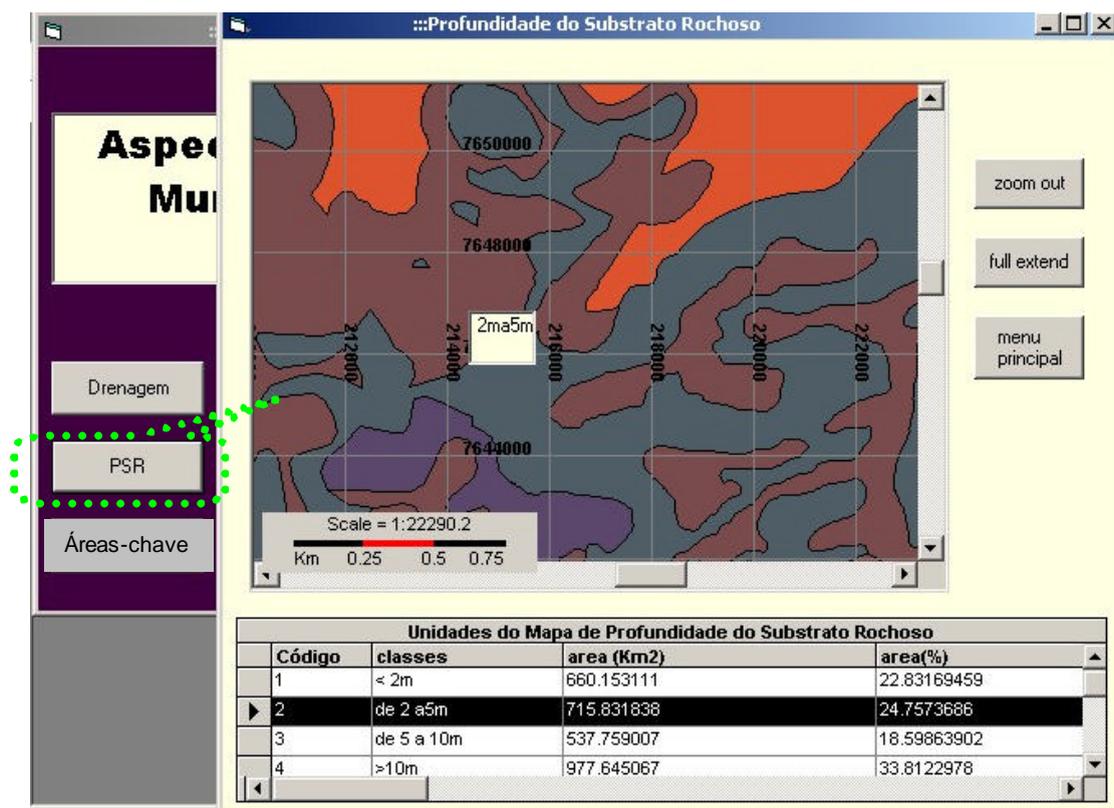


Figura 8.3: Consulta à Profundidade do Substrato Rochoso

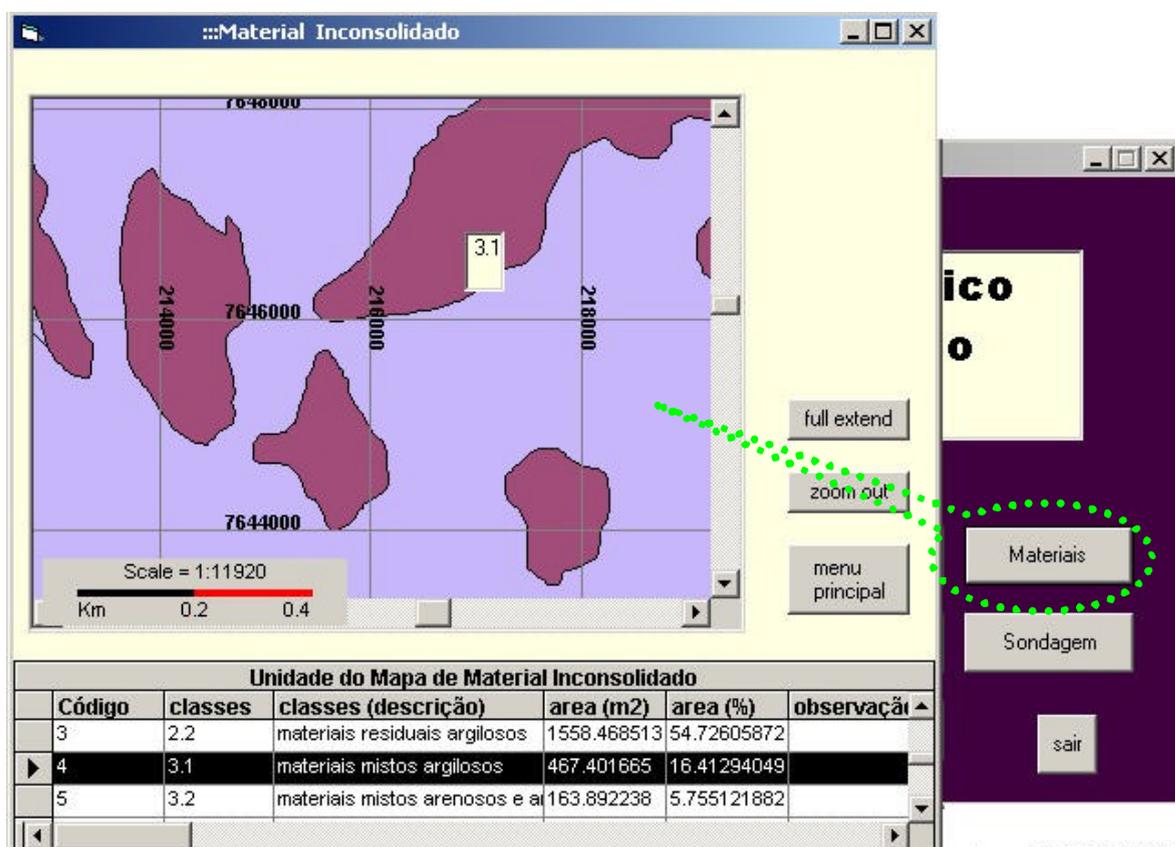


Figura 8.4: Consulta aos Materiais Inconsolidados

Ainda pode-se clicar no botão "sondagem", na tela inicial (Figura 8.1), onde tem registrada a presença de matações ou não, e ainda a profundidade do nível d'água (Figura 8.5).

No caso do relevo, pode-se clicar na tecla *landforms*, na tela inicial (Figura 8.1), e a declividade; deve-se clicar no botão com a palavra topografia para verificar o divisor de águas, zona alagada, zona sujeita a erosão (Figuras 8.6, 8.7 e 8.8, respectivamente).

Nas informações do formulário das áreas-chave, também, poderão ser verificadas as principais características geotécnicas de determinadas porções da região. Assim, obter uma primeira resposta de qual a área que vai se adequar melhor ao caso em questão, e sua busca poderá ser refinada.

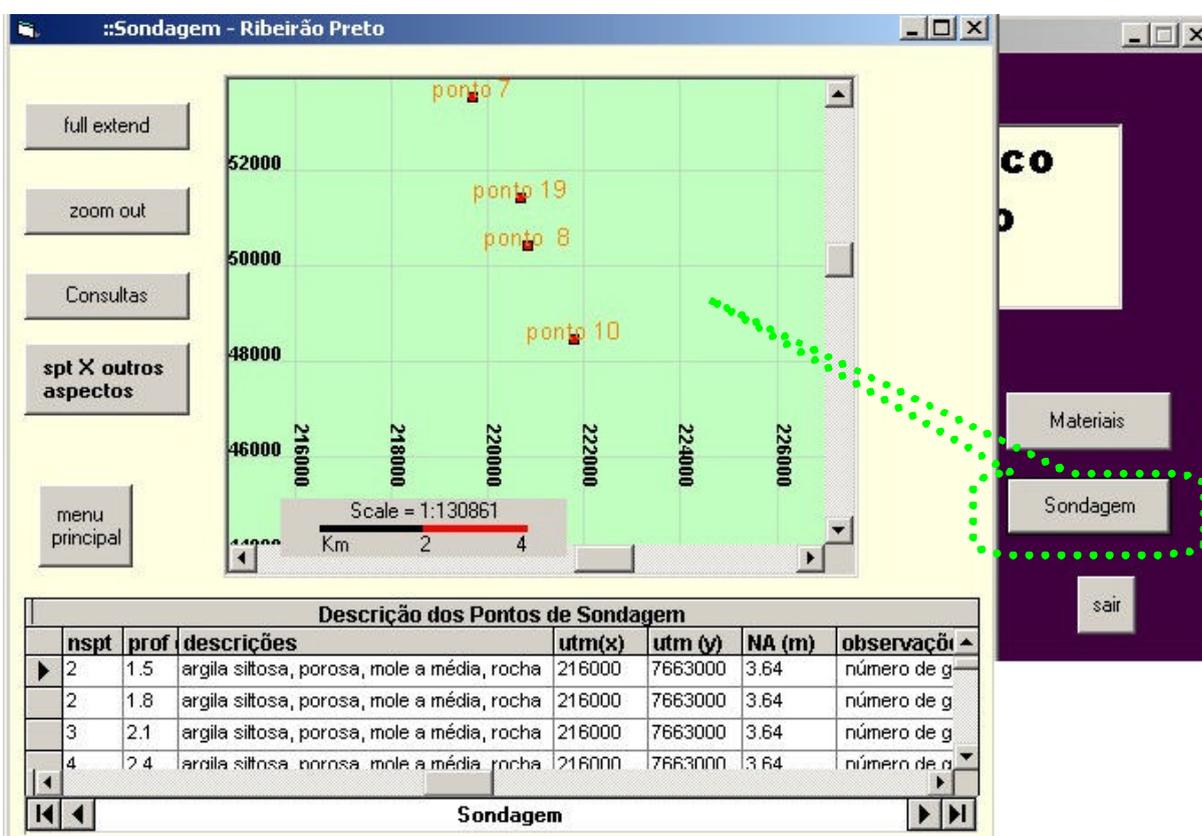


Figura 8.5: Formulário da Sondagem

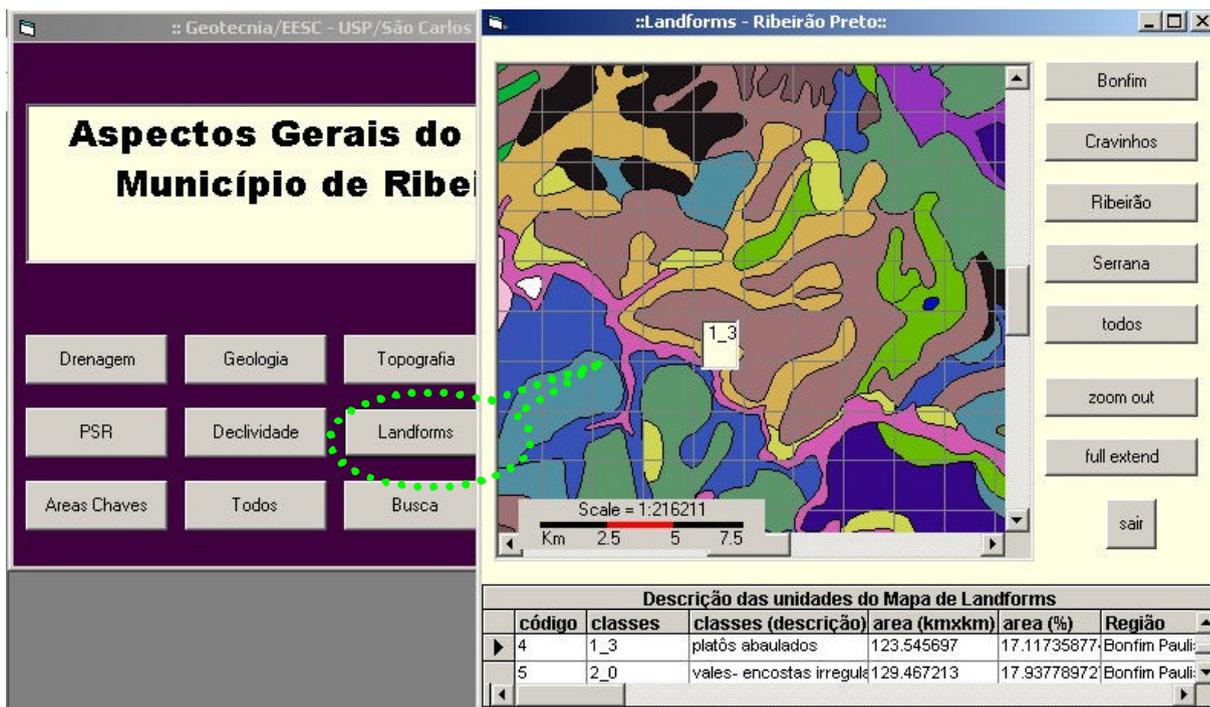


Figura 8.6: Formulário dos Landforms

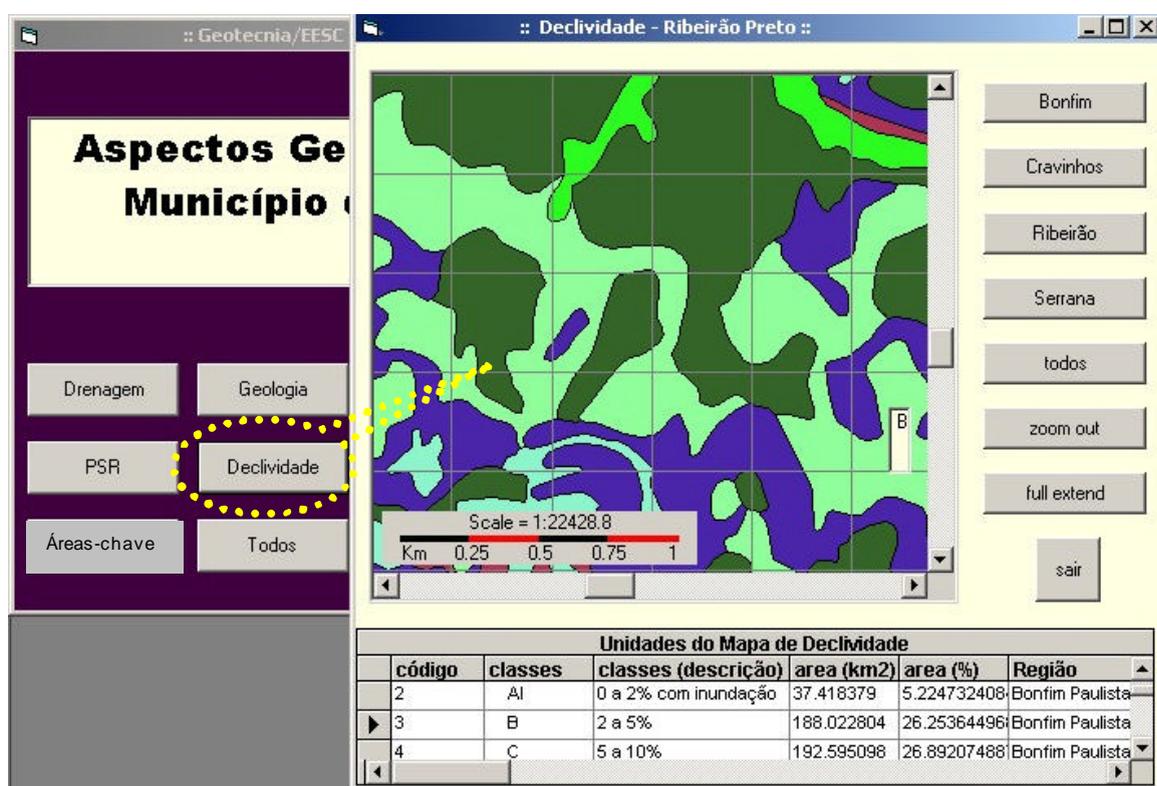


Figura 8.7: Formulário da Declividade

Para os dados armazenados no SIG, devem ser consultados os planos de informações (PI) geol (geologia, Figura 8.9), MI (material inconsolidado, Figura 8.10), PSR (profundidade do substrato rochoso, Figura 8.11), que estão na categoria temática geral 1 e land (*landforms*, Figura 8.12), dec (declividade, Figura 8.13). No caso desses últimos, estão subdivididos nas categorias bonfa, cravi, rib, serra, pois não foi possível a junção das folhas.

Na categoria cadastral geral4, podem ser consultados os planos de informação geol (geologia), MI (material inconsolidado), PSR (profundidade do substrato rochoso), spt (informações espaciais sobre as sondagens), doc (pontos de observação, amostragens e ensaios de campo). Nesses planos encontram-se tabelas acopladas onde foram registradas algumas características descritivas das unidades dos mapas (Figura 8.14).

A vantagem de se ter os dados reunidos no aplicativo é que o uso das informações armazenadas fica mais flexível. O aplicativo pode ser transportado de um microcomputador para outro, sem muita dificuldade, e ocupará menos espaço de memória. A visualização das informações poderá ser realizada com maior rapidez. Haverá a chance, também, de desenvolver-se uma interface mais amigável e simples que a do SIG, o que torna a manipulação do aplicativo mais fácil.

O transporte dos dados reunidos no SIG, de um computador para outro, torna-se difícil uma vez que o outro microcomputador deve ter, necessariamente, um SIG igual, àquele em que as informações foram armazenadas. E deve ser observado como o projeto será exportado sem danos, pois pode ter problemas com as versões. Percebe-se que ainda é preciso que outras pessoas saibam usar o SIG, para conseguir visualizar as informações.

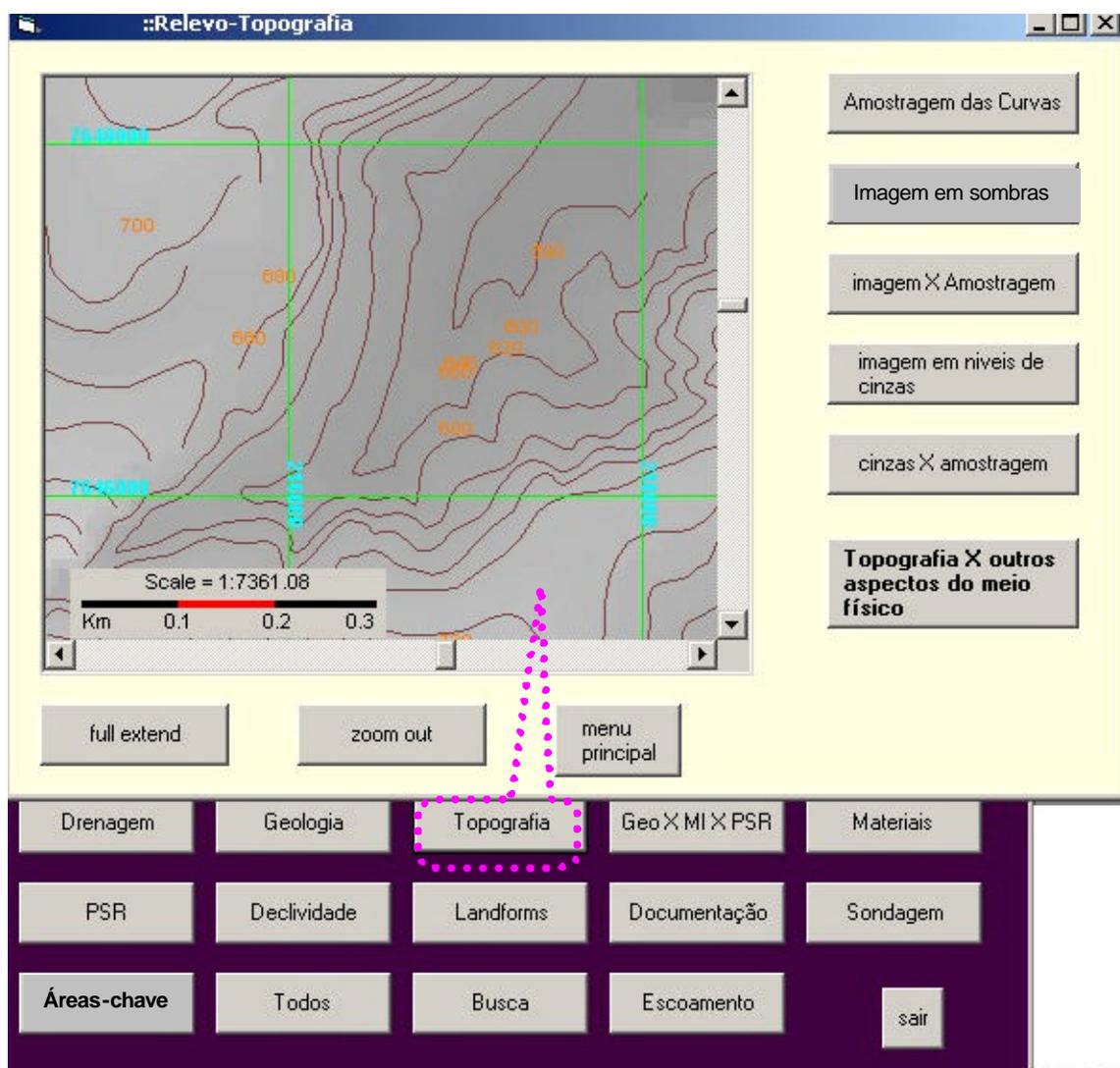


Figura 8.8: Formulário da Topografia (curvas de níveis com a imagem em níveis de cinza)

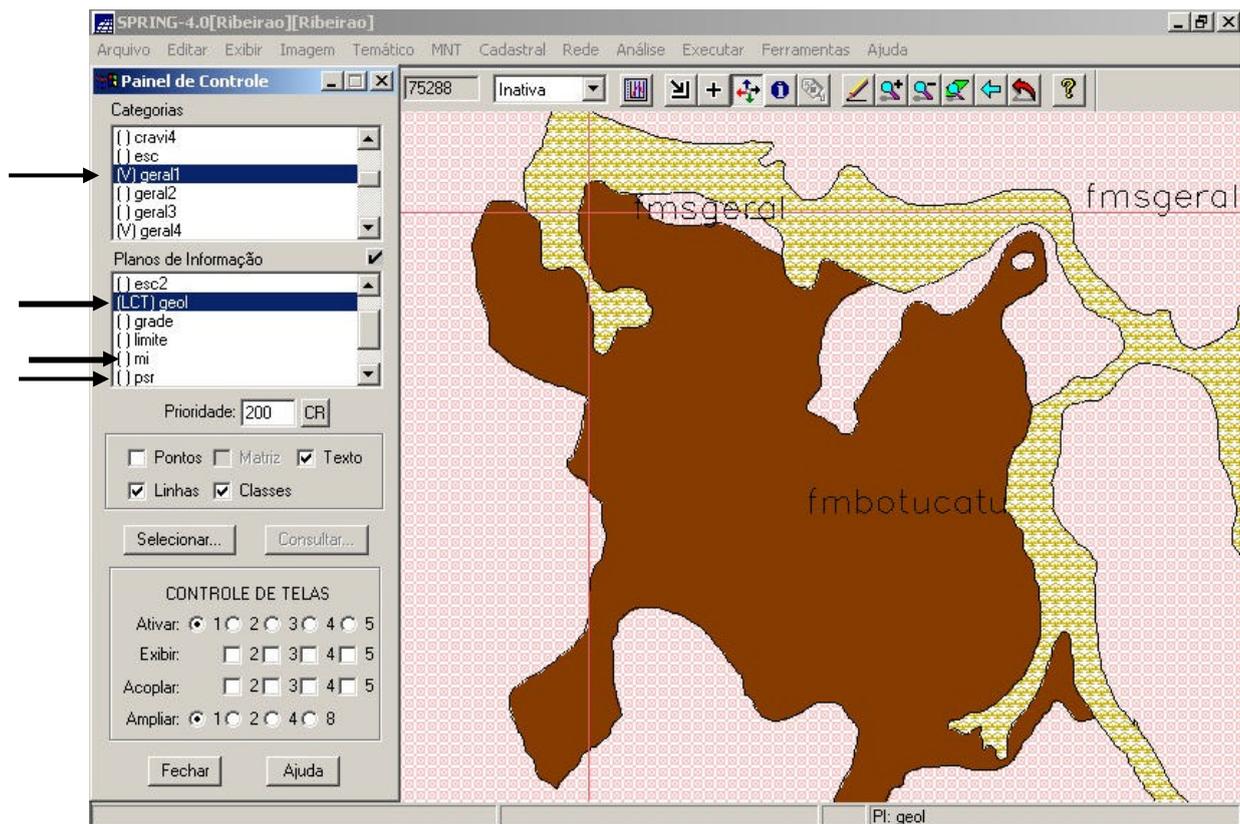


Figura 8.9: Ativando um Plano de Informação (PI), a Geologia

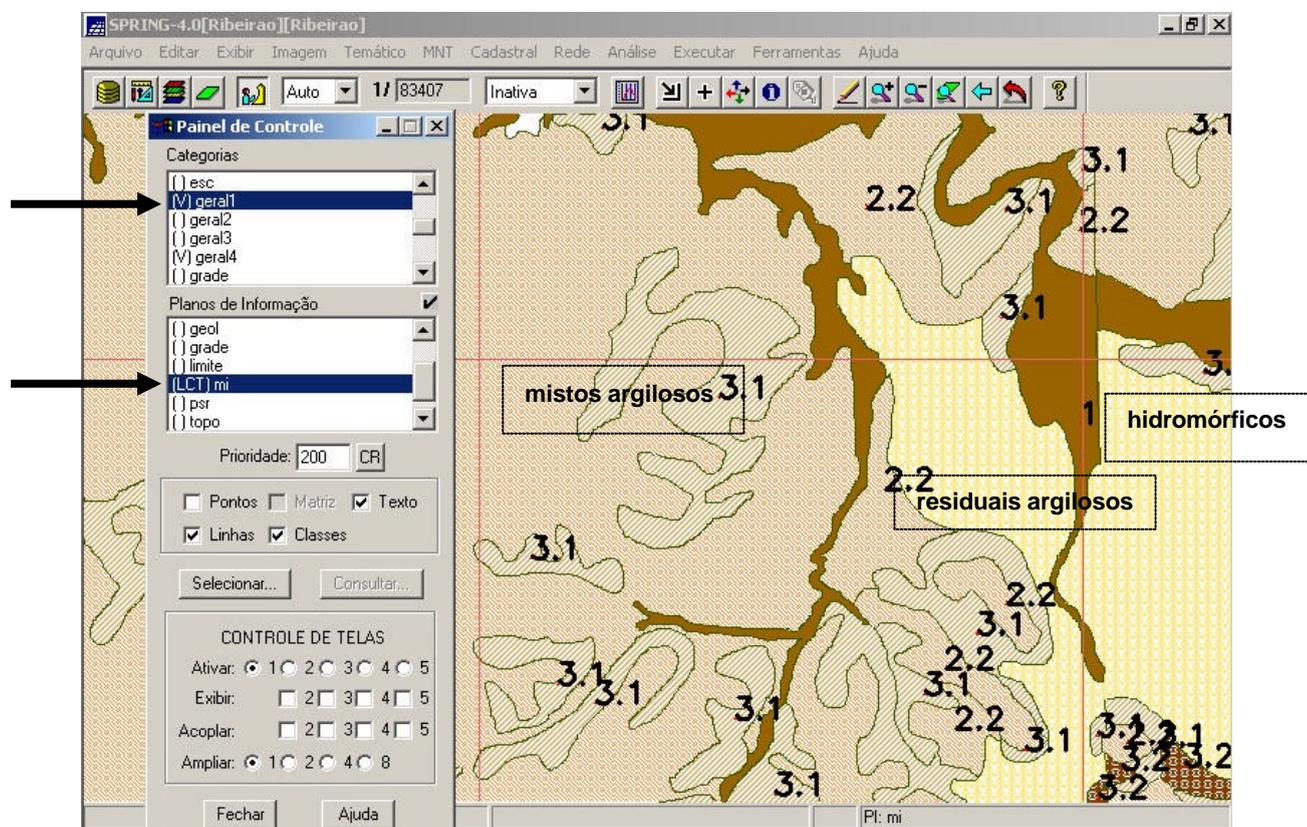


Figura 8.10: Plano de Informação do Material Inconsolidado (MI)

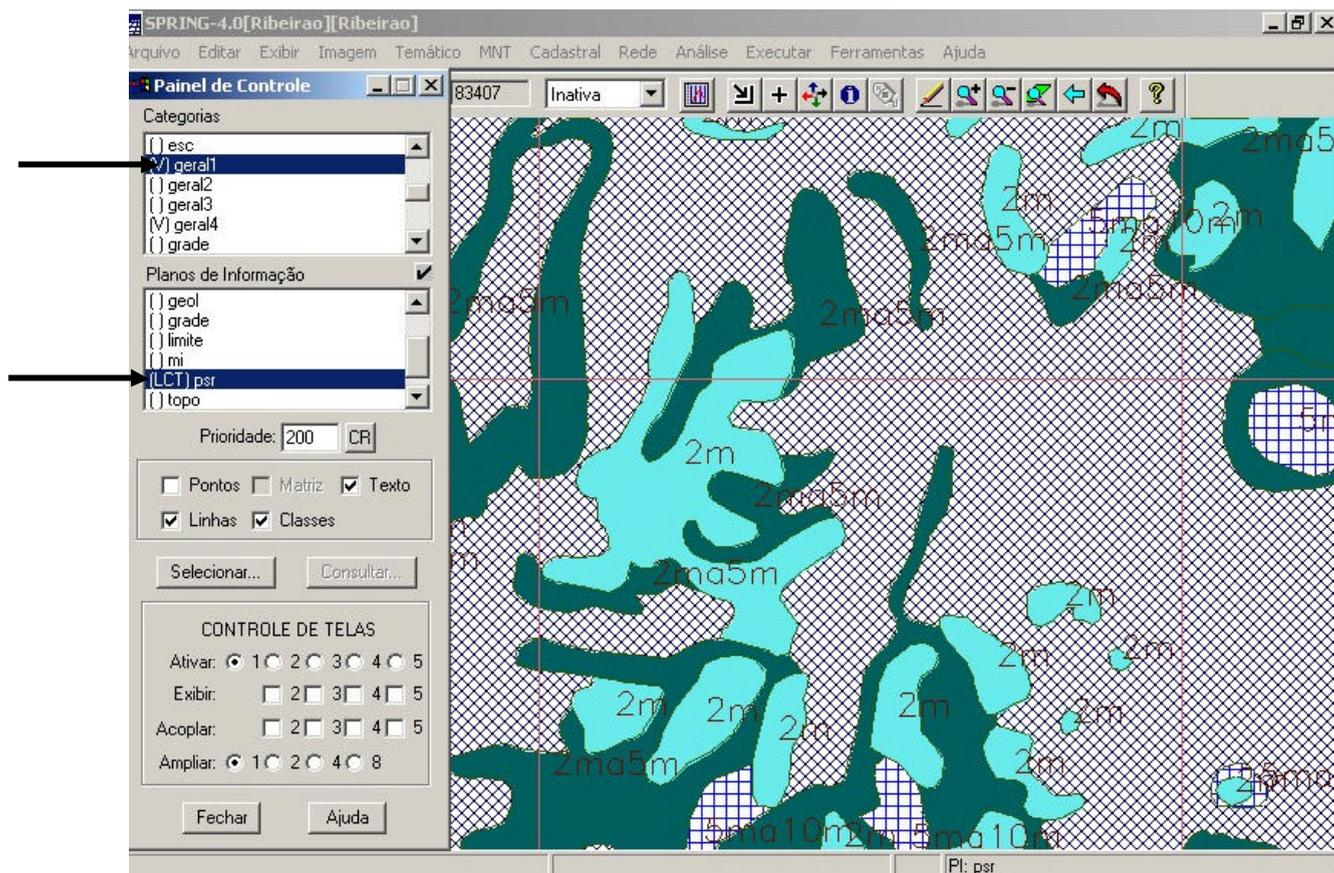


Figura 8.11: PI da Profundidade do Substrato Rochoso (PSR)

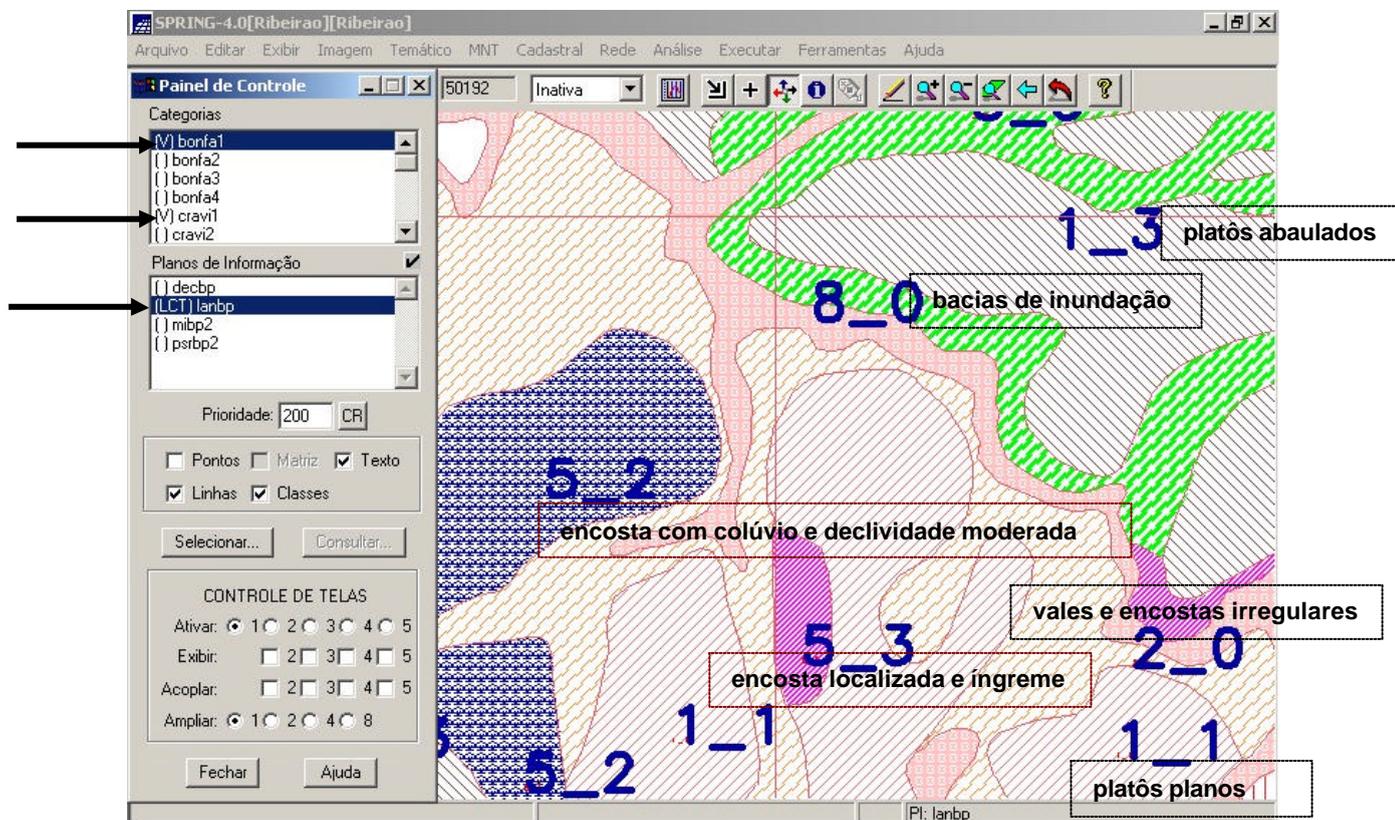


Figura 8.12: Plano de Informação dos landforms, PI "land"

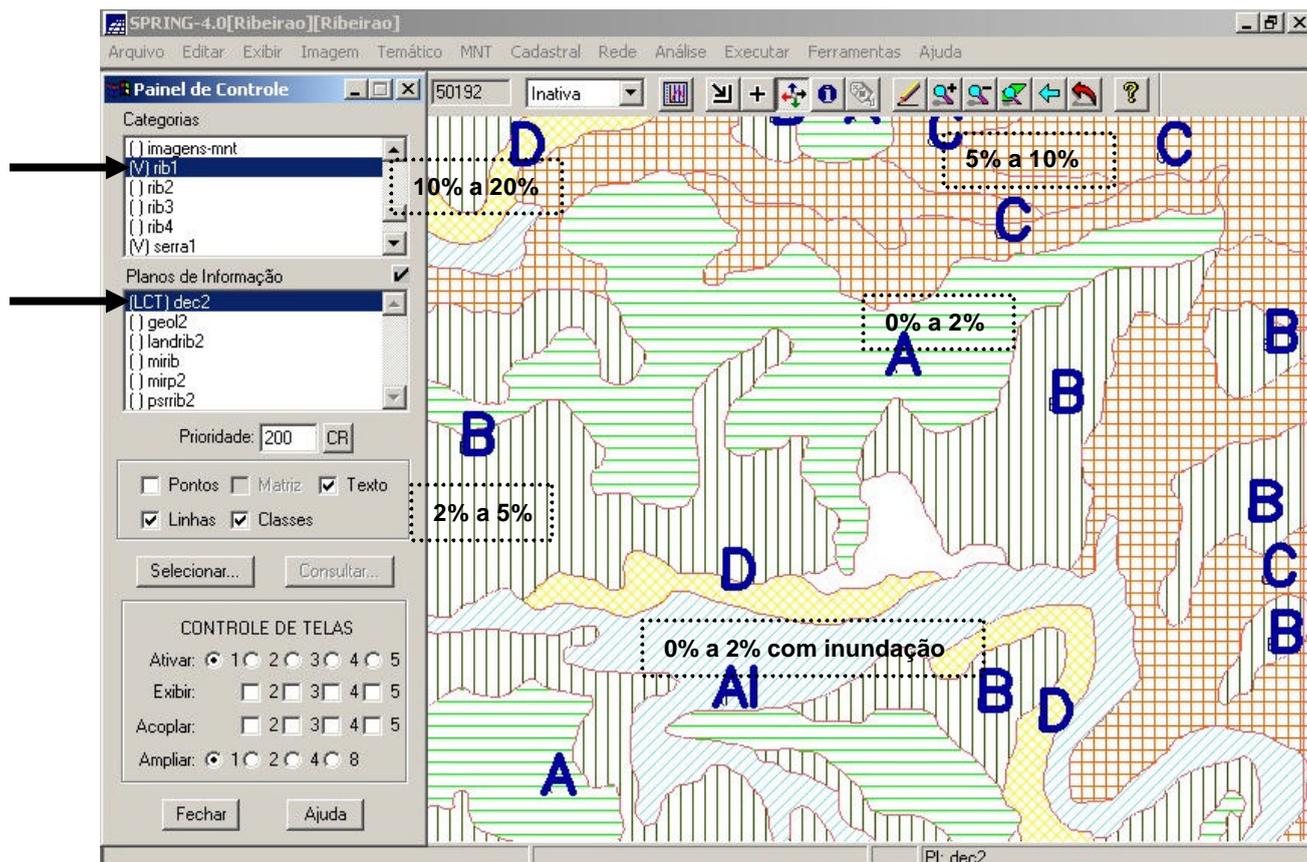


Figura 8.13: Plano de Informação (PI) da Declividade (dec)

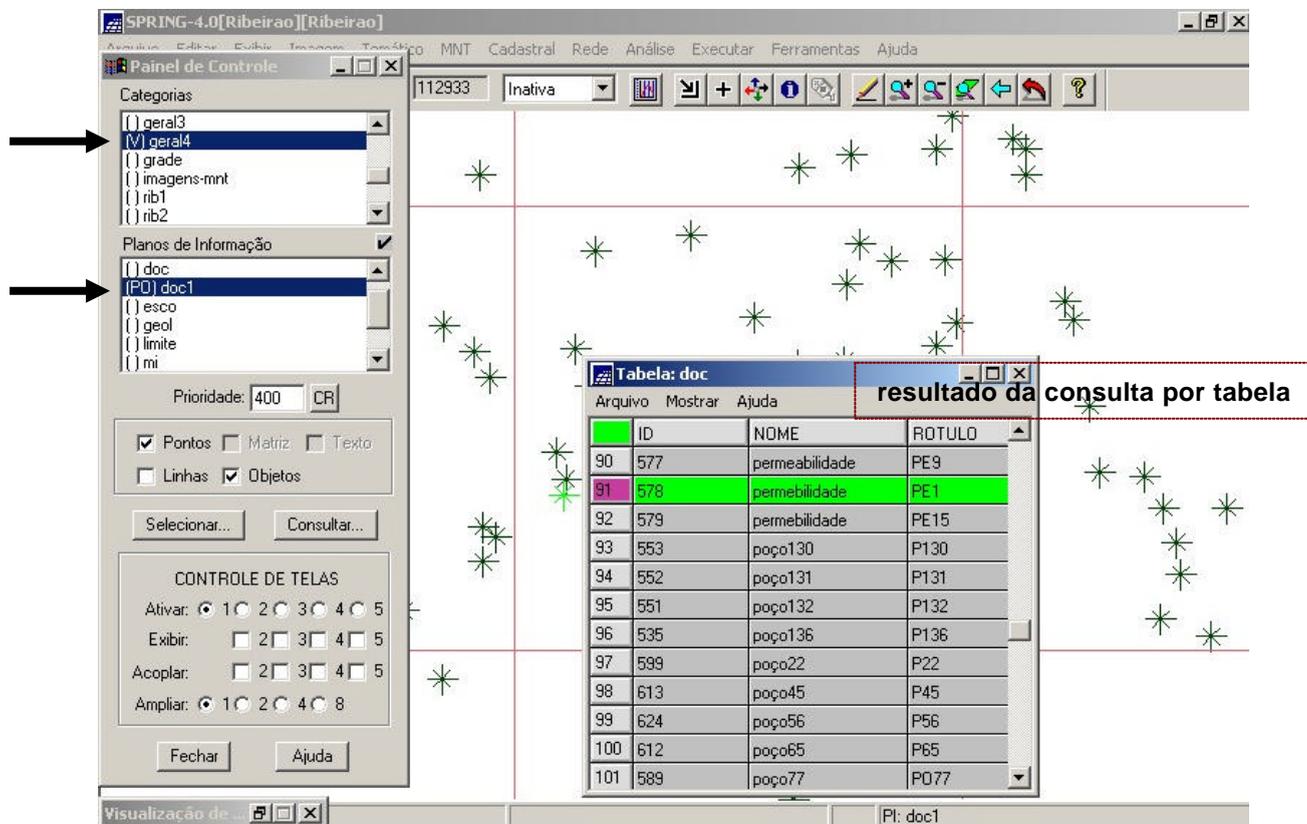


Figura 8.14: Plano de Informação da Documentação, PI "doc"

9 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

9.1 Conclusões

9.1.1 Comentários sobre os Bancos de Dados Apresentados

Uma avaliação em torno de alguns bancos de dados utilizados em mapeamento geotécnico constitui o suporte para as observações a seguir, sobre como essa ferramenta foi e está sendo usada.

- ⇒ Os primeiros sistemas de banco de dados em mapeamento geotécnico foram elaborados com base em linguagem de programação, ou seja, não utilizavam SIG nem SGBD. Os programas ainda não eram muito confiáveis, também, o acesso a esses era limitado.
- ⇒ Atualmente, na elaboração dos bancos de dados, são empregados os SGBDs, porquanto se mostram mais eficientes na organização, armazenamento, recuperação e integração dos dados armazenados. E, também, os SIGs, que são usados para a manipulação, análise espacial dos dados provenientes de mapas, cartas (dados geoespaciais).
- ⇒ Pôde-se verificar que existe uma forma clássica ou padrão de uso de banco de dados, isto é, tem-se um conjunto de dados que devem ser armazenados e acoplados a mapas, na forma de tabela, e/ou servir para elaborar novas cartas ou aplicações.
- ⇒ Em sua maioria, os sistemas iniciais usaram informações advindas de "logs" de sondagens, e os sistemas atuais utilizam dados advindos de diversas fontes, pelo que se verifica, uma diversidade de informações.

- ⇒ Muitos dos sistemas são específicos abordam apenas um determinado aspecto da Geotecnia.
- ⇒ Começa a se processar o emprego da informação dinâmica nos bancos de dados geotécnicos, assim, o banco de dados pode ser alimentado instantaneamente, portanto, com informações em tempo real.
- ⇒ Uma aplicação importante dos SIGs e SGBDs são os hipermapas, isto é, são mapas que dão acesso a outras informações (fotos, tabelas ou outros mapas), eles possuem conexões (*links*), portanto somente são visualizados em tela de um computador.
- ⇒ Atualmente, a preocupação é facilitar o uso da informação geotécnica, motivo que leva à disponibilização da informação na *Internet* e o desenvolvimento de pequenos aplicativos.

9.1.2 Conclusões Gerais

A revisão bibliográfica proporcionou a fundamentação teórica em torno tema a ser desenvolvido, isto é bancos de dados em mapeamento geotécnico, que envolve também os sistemas de informação geográfica e a Geotecnia.

Com base na fundamentação teórica nas aplicações realizadas, ficou claro o conceito de banco de dados - um conjunto de dados organizados para serem utilizados nas mais diversas situações.

O uso de banco de dados assume relevância quando se tem um volume grande de dados para serem trabalhados, pois isso justifica o custo inicial do desenvolvimento.

A experimentação posta em prática permitiu concluir-se que um aplicativo desenvolvido para armazenar as informações de um

mapeamento geotécnico, este apresenta algumas vantagens em relação ao SIG, pois torna mais fácil a visualização, pelos usuários, das informações armazenadas. A modelagem da informação no aplicativo é mais flexível com relação tipo de mapeamento geotécnico realizado.

O SIG, apesar de auxiliar bastante no armazenamento, manipulação, organização das informações, análise dos dados geoespaciais, apresenta a grande dificuldade de se fazer o transporte do banco de dados (o projeto) para outras máquinas ou ambientes e até uma demonstração rápida do projeto para outras pessoas. Ademais, é preciso que essas pessoas saibam usar o SIG, para conseguir visualizar as informações.

Partindo-se de informações preexistentes em papel, ficou constatado que, quando se armazena eletronicamente e de forma organizada, em projetos em banco de dados e SIG, isso pode conferir mais facilidade e mais agilidade ao uso dessas informações.

Verificou-se que se os dados são armazenados eletronicamente, a utilização dos mesmos ganha uma amplitude, poderão ser disponibilizados na *Internet*.

No SIG, ou por meio do desenvolvimento de um aplicativo, ficou demonstrada a existência de duas formas básicas de armazenamento, organização, manipulação e integração das informações de um mapeamento geotécnico.

Com o aplicativo pode se pensar em um Atlas com cartas geotécnicas da região em estudo e no desenvolvimento de um *small GIS*, ou melhor, de um visualizador específico com respeito às informações, um microssistema das informações geotécnicas georreferenciadas da área que foi estudada.

Os programas (softwares) utilizados responderam razoavelmente às solicitações requeridas. Em relação ao assunto, importa fazer estas observações:

- quanto ao SIG, SPRING produz um *shapefile* em que falta um artigo de projeção, necessita de alguns ajustes para verificar se os mapas estão referenciados geograficamente, porém é um software que é distribuído pela *Internet* livremente o que facilita seu uso;
- quanto à Biblioteca MapObjects, existem ainda algumas limitações no correspondente às coordenadas geográficas (isto é, para a Linguagem de Programação *Visual Basic*) e à manipulação das cores das unidades dos mapas; essa biblioteca tem uma versão demo de 90 dias o que facilita seu uso;
- os softwares, como o AUTOCAD e o Access, serviram de programas auxiliares, ajudaram na digitalização dos mapas e das tabelas, respectivamente.

9.2. Sugestões

Como esta pesquisa abrangeu apenas uma análise mais geral dos aspectos do meio físico, deve-se fazer, por exemplo, um estudo do armazenamento das informações a respeito dos dados das enchentes esse é um problema que sempre estará presente no município de Ribeirão Preto.

Deverá ser feito um armazenamento das em outras escalas das informações geotécnicas referenciadas geograficamente, pois existem tais informações.

Para esse fim, poderão ser elaboradas diferentes consultas e ser usadas distintas linguagens e bibliotecas.

Devem-se buscar programas que tenham licença de uso livre, porque isso resulta o custo mais barato, em relação a pesquisa, estudo ou trabalho.

A elaboração de um Atlas Eletrônico Geotécnico, isto é, um programa de consulta, para buscar informações geotécnicas georreferenciadas de uma determinada região será de grande valia.

Sugere-se, ainda, o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento das informações geotécnicas referenciadas geograficamente, no qual se poderá armazenar e manipular todas as informações de um mapeamento geotécnico, envolvendo as etapas de elaboração, desde o levantamento das informações até os resultados finais (elaboração das cartas). Um sistema que seja baseado nas metodologias de mapeamento geotécnico.

10 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS - ABMS. ABMS: Cinquenta Anos de Geotecnia. São Paulo: DBA Artes Gráficas, 2000, 151p.
- ALMEIDA, G C P. Planilhas de Cálculo no Laboratório de Solos: Meio de Aprendizagem e Instrumento de Trabalho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO, INFOGEO2001, 2001, Curitiba - PR. Anais do INFOGEO em CDROOM. Curitiba: ABMS, setembro de 2001. 6 p.
- ALVES, D S. Modelo de Dados para Sistemas de Informação Geográfica. Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 1989. 165p.
- ALVES, W P. Fundamentos de Bancos de Dados. São Paulo: Editora Érica, 2004. 382p.
- ANTENUCCI, J C et al. Geographic Information Systems. New York e London: Chapman & Hall, 1991. 301p.
- ARONOFF, S. Geographic Information Systems: A Management Perspective. Quarta Edição. Ottawa, Canada: WDL Publications, 1995. 293p.
- ASPROTH V; HÄKANSSON, A; and RÈVAY, P. Dynamic Information in GIS Systems. In: Computer Enviroment and Urban System. USA. V. 19, N. 2, p.107-115. 1995.

AUGUSTO FILHO, A, AKIOSSI, A, KERTZMAN, F F. Utilização de SIG no Gerenciamento de Passivo Ambiental: Um exemplo para empreendimento rodoviário. IN: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, X, 2002, Ouro Preto, Minas Gerais. Anais em CDROOM, Ouro Preto: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, agosto de 2002. 10 p.

BRODIE, R S. Integrating GIS and RDBMS Technologies During Construction of a Regional Groundwater Model. In: Environment Modeling & Software. n.14, p.119-128. 1998.

BURROUGH, P A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. 4ª Edição. Oxford, England: Oxford University Press, 1990. 194p.

CABALLERO, M E. Evolución Histórica de los Mapas Geotécnicos. IN: Boletín Geológico y Minero. Espanha, Tomo 84, Fascículo I, p:55-68. Enero e Febrero, 1973.

CALIJURI, M L, et al. Sistema de Cadastro e Visualização de Dados Geotécnicos. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO. INFOGEO2000, 2001, Curitiba - PR. Anais do INFOGEO em CDROOM. Curitiba: ABMS, setembro, 2001. 5 p.

CALIJURI, M L, et al. Digital Land-Use Cartography - The example of Viçosa, Brazil. In: Engineering Geology. n. 63. p. 1-16. 2002.

CÂMARA, G et al. TerraLib, Tecnologia Brasileira de Geoinformação: para quem e para que? Disponível: <http://www.terralib.inpe.br>. Acessado em outubro de 2003. 7 p.

CAVALEIRO, V M P. Condicionantes Geotécnicas à Expansão do Núcleo Urbano da Covilhã. v.1. Tese (Doutorado). Covilhã, Portugal: Universidade da Beira Interior - Departamento de Engenharia Civil, 2001. 356 p.

CAPUTO, H P. Mecânica dos Solos e suas Aplicações. v.2. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, (1973). 498 p.

CHAMECKI, P R et al. (2001). Exemplos de Aplicação de um Banco de Dados Georreferenciado no Mapeamento Geotécnico de Curitiba. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO. INFOGEO2001, 2001, Curitiba - PR. Anais do INFOGEO em CDRoom. Curitiba: ABMS, setembro, 2001. 8 p.

COLMAN-SAD, S P, ASH, J S, NOLAN, L W. GEOLEGEND: A Database System for Mangins Geological Map Units in a Geographic Information System. IN: Computers & Geociences. V. 23, n.7, p. 715-724. 1997.

COPPOCK, J T and RHIND, D W. The History of GIS. IN: MAGUIRE, D; GOODCHILD M F; RHIND, D. Geographical Information Systems - Principles

and Applications. V.1. First Publication. United States of America and Canada: Longman Scientific & Technical, 1994. p. 21-43.

COUTINHO, R Q, MONTEIRO, C F B e OLIVEIRA, A T J. Banco de Dados das Argilas Orgânicas Moles/Médias do Recife-Versão 3.0. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO. INFOGEO96, Volume I, 1996, São Paulo - SP. Anais do INFOGEO. São Paulo: ABMS, Núcleo Regional São Paulo, agosto, 1996. p. 105 -116.

DATE, C J. Uma Introdução a Sistemas de Bancos de Dados. Trad. ELZA F. GOMIDE. 6ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1999, 407 p.

DAVIS, C e CÂMARA, G. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. Disponível: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/cap3-arquitetura.pdf>. 2000, Acessado em 2001.

DAVIS JUNIOR, C A. Múltiplas Representações em Bancos de Dados Geográficos. Disponível: <http://www.fatorgis.com.br/artigos/coleta/multiplas/multiplas.htm>. 2000, Acessado em 2000.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAE, SP. Estudos das Águas Subterrâneas - Região Administrativa 6 - Ribeirão Preto. V.1 - Resumo. São Paulo: Geopesquisadora Brasileira, Ltda, dezembro, 1974, 75 p.

DEARMAN, W R. Engineering Geological Mapping. London, England:
Butterworth-Heinemann Ltd, 1991, 387 p.

DIAS, T C S et al. Disponibilização de Dados Geográficos na Internet:
Um Estudo das Alternativas Tecnológicas Utilizando os Dados da Bacia
Hidrográfica do Alto Taquari, Pantanal, MS, 2004. Disponível:
<http://www.fatorgis.com.br/>. Acesso em março de 2005. 10 p.

DIKAU, R, CAVALLIN, A and JÄGER, S. Databases and GIS for Landslide
Research in Europe. IN: Geomorphology. n. 15, p.227-239. 1996.

DINIZ, N C. Automação da Cartografia Geotécnica: Uma Ferramenta de
Estudos e Projetos Para Avaliação Ambiental. Tese (Doutorado). São
Paulo: Universidade de São Paulo, 1998, 297 p.

ELMASRI, R and NAVATHE, S B. Fundamentals of Database Systems. 3a.
Edição. São Paulo: Books International, 2000. 1036 p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. Help on line do Map
Objects. Disponível: <http://www.gempi.com.br>, 2005. Acessado Janeiro
2005.

FATORGIS. GIS Ajuda na Conservação de Tartarugas Marinhas. Disponível:
<http://www.fatorgis.com.br>, 2003. Acessado em 29 de janeiro de 2003. 1
p.

FERREIRA, M L C. Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de uma Banco de Dados Geotécnico. Tese (Doutorado). São Carlos, São Paulo: EESC-USP, 1988, 348p.

FERREIRA, R S. Uso de Ferramenta da Informática no Aprendizado Geotécnico: o relato de uma experiência. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO, INFOGEO2001, Curitiba - PR. Anais do INFOGEO em CDROOM. Curitiba, Associação Brasileira de Mecânica dos Solos - ABMS, 2001. 8 p.

GANDOLFI, N. Notas de Aulas da Disciplina Mapeamento Geotécnico. São Carlos (SP): EESC-USP, Pós Graduação em Geotécnica, Julho 2000.

GATRELL, A C. Concepts of Space and Geographical Data. IN: MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. Geographical Information Systems - Principles and Applications. V. I. 2nd. Edição. New York, United States of America: Longman Scientific & Technical, 1994, p. 119-134.

GILES, J R A, LOWE, D J, BAIN, K A. Geological Dictionaries - Critical Elements of Every Geological Database. IN: Computers & Geosciences. United Kingdom: V. 23, n. 6. p.621-626. 1997.

GRANT, T K. The PUCE Programme for Terrain Evaluation for Engineering Purposes, I Principles. IN: Division of Applied Geomechanics and Technical Paper. Austrália: n.15, p. 1-32, 1975.

HAASTRUP, P et al. A Decision Support System for Urban Waste Management. IN: European Journal of Operational Research. n. 109, p. 330-341, 1998.

HALVORSON, M et al.. Microsoft Visual Basic 6.0 in Action. Primeira Edição. New York, USA: Microsoft Press, 1998, 218 p.

HARLEY, J B. A Nova História da Cartografia. IN: O Correio da UNESCO. Rio de Janeiro. n. 8, a. 19, p. 4-9. Agosto de 1991.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY - IAEG. Engineering Geological Maps, a guide to their preparation. Paris, França: The Unesco Press, 1976. 80 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cartas do Brasil (Bonfim Paulista, Cravinhos, Guariba, Porto Pulador, Ribeirão Preto, Rincão e Serrana). Escala 1:50.000. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1971.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Ajuda do Software SPRING. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br>. Acessado em 2003.

INPE. Ajuda do Software SPRING. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br>. Acessado em 2004.

INPE. Site do Terraview. Disponível em: <http://www.inpe.br/terraview>. Acessado em abril de 2005.

INSTITUTO PAULISTA TECNOLÓGICO - IPT. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. V I e II. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg Ltda, 1981. 101p.

IPT e FAPESP (FUNDAÇÃO DE AMPARO DA PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO). Mapa Geomorfológico de São Paulo (Escala 1:500.000). Volume I e II. São Paulo: Páginas & Letras, 1997. 64 páginas.

JUNQUEIRA, A V e SILVA Jr., G C. Sistema CADTAL - Banco de Dados para Cadastro de Taludes Instáveis em Obras Viárias. IN: Simpósio de Geologia do Sudeste, II, 1991, São Paulo - SP. Atas do 2º Simpósio de Geologia do Sudeste. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia - SP/RJ, 1991. p. 277 - 283.

KIM, Y-IL, PYEON, M - W and EO, Y -D. Development of Hypermap Database for ITS and GIS. IN: Computers Environment and Urban Systems. N. 24, p. 45-60. 2000.

KUNTE, P D. Worldwide databases in Marine Geology: A review. IN: Marine Geology. N. 122, p. 263-275. 1995.

LAXTON, J L and BECKEN, K. The design and Implementation of a Spatial Database for the Production of Geological Maps. IN: Computer & Geosciences. V. 22, N. 7, p.723-733. 1996.

LAZZAROTTO, D R. Cartografia. Disponível em:

<http://www.fatorgis.com.br>, 1999, Acessado em 2001.

LISBOA FILHO, J L; COSTA, A C e IOCHPE, C. Projeto de Banco de Dados Geográficos: mapeando o esquema GeoFrame para o SIG Spring. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001. 4 p. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/idrisi>. Acessado em 2001

LISBOA FILHO, J L et al. Modelagem Conceitual de Banco de Dados Geográficos: o estudo de caso do Projeto PADCT/CIAMB. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999. 19 p. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/idrisi>. Acessado em 2001

LISBOA FILHO, J L; IOCHPE, C. Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados. IN: Jornada de Atualização em Informática, XVI Congresso da SBC. Recife: Sociedade Brasileira de Computação, agosto 1996.

LOPES, P M S e PEJON, O J. Utilização de SIG-IDRISI na Elaboração das Cartas de Potencial à Infiltração, Susceptibilidade à Erosão e de Potencial Agrícola. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA. IV, 2001, Brasília - DF. Anais em CD Rom. Brasília: ABGE, 2001. 16 p.

MACIEL FILHO, C L. Introdução à Geologia de Engenharia. Santa Maria, RS: Editora da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, 1994. 284 p.

MAGUIRE, D J. An Overview and Definition of GIS IN: MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. Geographical Information Systems -

Principles and Applications. 3a. Edição. United States of America and Canada: Longman Scientific & Technical, 1994. p. 9-20.

MAGRI, J A. Lógica de Programação - Ensino Prático. São Paulo, SP: Érica, 2003. 214 p.

MARTEENS, I. O Banco de dados Perfeitos. Disponível em:

http://www.ibsuper.net/artigoib_bdperfeito.htm. Acessado em 2001. 3 p.

MEIRA, A D e CALIJURI, M L. A Utilização de Sistema de Informação Geográfica no Planejamento da Disposição de Rejeitos Estéreis. IN: SIMPÓSIO SOBRE BARRAGENS DE REJEITOS E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS, III, 1995, Ouro Preto-MG, Anais do III Simpósio sobre Barragens de Rejeitos e Disposição de Resíduos, V I. Ouro Preto: ABMS/ABGE/CBGB, 1995. p. 299-310.

MEIRA, A D. Desenvolvimento de um Sistema de Informações Geotécnicas - GEOGIS e sua Aplicação ao Distrito de Cachoeira do Campo (Ouro Preto). Dissertação (Mestrado). Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1996. 124 p.

MEIRA, A D e CALIJURI, M L. Desenvolvimento de um Sistema de Informação Visando a Automação do Processo de Mapeamento Geotécnico. IN: SIMPÓSIO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO, INFOGEO96, 1996, São Paulo, Anais do INFOGEO, V. I. São Paulo: ABMS/NRSP, 1996. p. 89-96.

MENDES, R M e LORANDI, R. Emprego da Cartografia Digital para Mapear o Potencial de Colapso do Maciço de Solos de São José dos Campos (SP).

IN: Cartografia Geotécnica e Geoambiental: Conhecimento do Meio Físico, Editores: Pejon, O.; Zuquette, L., 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 2004, São Carlos - SP, Anais do 5º Simpósio de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: Suprema Gráfica Editora, de 16 a 18 de novembro de 2004. p.485-492.

MENEGUETTE, A. Histórico do SIG. Disponível em:

<http://www2.prudente.unesp.br/cartosig/SIG/Historico/bodyhistorico.html>

Acessado em 2002. (2001).

MOREIRA, E C Uma Análise da Automatização do Processo de Mapeamento Geotécnico. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos- EESC-USP, 1993. 124 p.

MORETTI, E. Documentação de Banco de Dados Geográficos. Disponível em:

<http://www.fatorgis.com.br>. 1998, acessado em abril, 2001. 5 p.

NASSU, E A e SETZER, V W. Bancos de Dados Orientados a Objetos. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999. 123 p.

NATHANAIL, C P e ROSENBAUM, M S. Spatial Management of Geotechnical data for Site Selection. IN: Engineering Geology, N.50, p. 347-356, 1998.

PAREDES, E A. Sistema de Informação Geográfica (Geoprocessamento), Princípios e Aplicações. São Paulo: Érica, 1994. 690 p.

PENDER, T. UML, a Bíblia. Tradução: DANIEL VIEIRA. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2004. 711 p.

PETROUTSO, E. Dominando o Visual Basic 6.0 - A Bíblia. Tradução: ARIovaldo GRIESI. Segunda Edição. São Paulo: Editora Makron Books, 1999. 1126 p.

PINHEIRO, J, ESPESCHIT, A M L. Solução GIS com CAD Microstation, Programação MDL e Oracle. IN: CONGRESSO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO, INFOGEO94, 1994, São Paulo. Anais do Congresso de Informática em Geotecnia, v. 1. São Paulo: ABMS, Núcleo Regional de São Paulo (NRSP), março, 1994. p. 102-111.

PINTO, C S. Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 247 p.

PRANDINI, F L et al.. Carta Geotécnica dos Morros de Santos e São Vicente - Condicionantes de Meio Físico para o Planejamento da Ocupação Urbana. Monografia. São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1980. 31 p.

REX, H K A et al.. Desenvolvimento de Aplicação SIG na Web para o Parque Estadual Morro do Diabo. In:GIS BRASIL, VIII, 2002. 10 p. Disponível em: <http://www.fatorgis.com.br/artigos/>. Acessado em março 2005.

RINALDI, R. Turbo Pascal 7.0: Comandos e Funções. São Paulo: Érica, 1993. 530 p.

ROBINSON, A H et al. Elements of Cartography. Sexta Edição. New York, United States of America: Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1995. 674 p.

ROMÃO, P A e SOUZA, N M. Mapeamento Geotécnico da Região de Águas Claras, DF: Utilização de Geoprocessamento. IN: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2º Simpósio, 1996, São Carlos. Anais do 2º Simpósio de Cartografia Geotécnica. São Carlos: ABGE, 24 a 27 de novembro, 1996. p. 155-163.

RUIZ, M D. A Evolução da Geologia de Engenharia no Brasil e suas Perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, V, 1987, São Paulo - SP. Anais do 5º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, v. 3. São Paulo: ABGE, 1987, p. 29-54.

RUIZ, M D e GUIDICINI, G. Introdução. IN: OLIVEIRA, A M S e BRITO, S N A.. Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia (ABGE), 1998, p:1-7.

SALAMUNI, E e STELLFELD, M C. Banco de Dados Geológicos Georreferenciados da Bacia Sedimentar de Curitiba (PR) como Base de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Boletim Paranaense de Geociências. Curitiba - PR, N. 49, p. 21-31. 2001

SANEJOUAND, R. La Cartographie Géotechnique en France. França: Ministère de l'Équipement et du Logement, ARMINES, DAFU, LCPC, 1972. 90 p.

SÃO PAULO (estado). SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO - EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO, (EMPLASA). Sistema Cartográfico Metropolitano: Guia de Informação para o Usuário. São Paulo: Fevereiro, 1993. 48 p.

SETZER, V W. Bancos de Dados (Conceitos, Modelos, Gerenciadores, Projeto Lógico, Projeto Físico). Terceira Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1989. 289 p.

SILBERSCHATZ, A; KORTH, H F; SUDARSHAN, S. Sistemas de Banco de Dados. Trad.: MARÍLIA GUIMARÃES PINHEIRO E CLÁUDIO CÉSAR CANHETTE. Segunda Edição. São Paulo: Makron Books, 1999. 778 p.

SILVA, A P F. Cartografia Geotécnica do Conselho de Almada e o Sistema de Informação GEO-ALMADA. V. 1. Tese (Doutorado). Monte de Caparica, Portugal: Universidade Nova Lisboa, 2000. 294p.

SILVA, R. Bancos de Dados Geográficos - Uma Análise das Arquiteturas Dual (SPRING) e Integrada (ORACLE SPATIAL). Dissertação (Mestrado). São Paulo: Escola Politécnica - USP, 2002. 137p.

SOUZA, N C D D. Mapeamento Geotécnico Regional da Folha de Aguaí: Com Base na Compartimentação por Formas de Relevo e Perfis Típicos de Alteração. V. 1. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1992. 270p.

SOUZA, N M. Contribuição à Cartografia Geotécnica com uso de Geoprocessamento: Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica. V. 1 Tese (Doutorado). São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1994.

SOUZA, C R G et al.. A Cartografia Geotécnica no Sistema Integrador de Informações Geoambientais para Zonas Costeiras de São Paulo (Projeto SIIGAL). IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, IV, 2001, Brasília - DF. Anais do 4º Congresso Brasileiro de Cartografia Geotécnica, em CD-Room. Brasília: ABGE, 2001. 14 p.

SQL. Curso de SQL. Disponível em: <http://www.sqlcourse.com>. Acessado em Agosto 2001.

TALAMINI NETO, E T e CELESTINO, T B. Utilização de SIG e Geoestatística no Mapeamento Geotécnico do Subsolo de Curitiba: Aplicação ao Planejamento de Uso do Espaço Subterrâneo. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO, INFOGEO2001, 2001, Curitiba - PR. Anais do INFOGEO em CDRoom, Curitiba: ABMS, 2001. 10 p.

TARVAINEM, T and PAUKOLA, T. Use of Geochemical Databases to Delineate Risk Areas for Contaminated Groundwater. In: Journal of Geochemical Exploration. N 64, p.177-184. 1998.

TOMLIN, C D. Cartographic Modelling. IN: MAGUIRE, D; GOODCHILD M F; RHIND, D. Geographical Information Systems - Principles and Applications. V. 1. United States of America and Canada: Longman Scientific & Technical, 1994. p. 361-374.

VALENTE, A L S; STRIEDER, A J e QUADROS, T F P. Considerações sobre Procedimentos para Integração de Dados por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG) Visando a Análise de Meio Físico e Estudos Geotécnicos , IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, III, 1998, Florianópolis - SC. Anais do 3º. Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécncica, em CD-Room. Florianópolis: ABGE, outubro, 1998. 10 p.

VARGAS, M. Mecânica dos Solos. São Paulo: Escola Politécnica -USP, 1968.

VARGAS, M A. História da Matematização dos Fenômenos Geotécnicos. IN: SIMPÓSIO DE INFORMÁTICA EM GEOTECNIA - INFOGEO, INFOGEO96, 1996, São Paulo - SP. Anais do INFOGEO, V. 2. São Paulo: ABMS/SRSP, agosto, 1996, p. 83-97.

VIVIANI, E; SÓRIA, M H A e SILVA, A N R. O Uso de um Sistema de Informação Geográfica na Análise das Estradas Rurais Não-Pavimentadas. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, III, 1998, Florianópolis - SC. Anais do Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica em CD-Room. Florianópolis: ABGE, outubro, 1998. 12 p.

ZUQUETTE, L V. Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para as Condições Brasileiras. Tese (Doutorado). V. 1. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1987. 673 p.

ZUQUETTE, L V. Mapeamento Geotécnico de Ribeirão Preto. Relatório de Pesquisa, FAPESP. V 1 e 2 São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 1991. 269 p.

ZUQUETE, L V; SINELLI, O e PEJON, O J. Carta das Taxas de Escoamento Superficial e Infiltração da Região de Ribeirão Preto (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, IX, 1991, Rio de Janeiro, RJ, Anais do 9º Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: novembro de 1991. p. 277-283

ZUQUETTE, L V. Importância do Mapeamento Geotécnico no Uso e Ocupação do Meio Físico: Fundamento e Guia para Elaboração. V. 1 e 2. Tese (Livre Docência). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1993. 374 p.

ZUQUETTE, L V e NAKAZAWA, V A. Cartas de Geologia de Engenharia. IN: OLIVEIRA, A M S e BRITO, S N A. Geologia de Engenharia. São Paulo:

Editora Associação Brasileira de Geologia (ABGE), 1998. Capítulo 17,
p.283- 300.

ZUQUETTE, L.V. E GANDOLFI, N. Cartografia Geotécnica. Primeira Edição.
São Paulo: Oficina de Textos. 2004. 190p.

APÊNDICE A -

ARQUIVOS DE DADOS USADOS NO SPRING

ARQUIVO DE DADOS DA GRADE UTM

```
LINES
INFO
// grade de coordenada UTM
// projeto Ribeirão
// Categoria Temática Grade
DATUM Corrego Alegre
PROJECTION UTM/CorregoAlegre
BOX 150000.000 7580000.000 260000.000 7690000.000
UNITS metros
SCALE 1:50000.000
INFO_END
186000 7676000
244000 7676000
END
186000 7674000
244000 7674000
END
186000 7672000
244000 7672000
END
186000 7670000
244000 7670000
END
186000 7668000
244000 7668000
END
186000 7666000
244000 7666000
END
186000 7664000
244000 7664000
END
186000 7662000
244000 7662000
END
186000 7660000
244000 7660000
END
186000 7658000
244000 7658000
END
186000 7656000
244000 7656000
END
186000 7654000
244000 7654000
END
186000 7652000
244000 7652000
END
186000 7650000
244000 7650000
END
186000 7648000
```

244000 7648000
END
186000 7646000
244000 7646000
END
186000 7644000
244000 7644000
END
186000 7642000
244000 7642000
END
186000 7640000
244000 7640000
END
186000 7638000
244000 7638000
END
186000 7636000
244000 7636000
END
186000 7634000
244000 7634000
END
186000 7632000
244000 7632000
END
186000 7630000
244000 7630000
END
186000 7628000
244000 7628000
END
186000 7626000
244000 7626000
END
186000 7624000
244000 7624000
END
186000 7622000
244000 7622000
END
186000 7620000
244000 7620000
END
186000 7618000
244000 7618000
END
186000 7616000
244000 7616000
END
186000 7676000
186000 7616000
END
188000 7676000
188000 7616000
END

190000 7676000
190000 7616000
END
192000 7676000
192000 7616000
END
194000 7676000
194000 7616000
END
196000 7676000
196000 7616000
END
198000 7676000
198000 7616000
END
200000 7676000
200000 7616000
END
202000 7676000
202000 7616000
END
204000 7676000
204000 7616000
END
206000 7676000
206000 7616000
END
208000 7676000
208000 7616000
END
210000 7676000
210000 7616000
END
212000 7676000
212000 7616000
END
214000 7676000
214000 7616000
END
216000 7676000
216000 7616000
END
218000 7676000
218000 7616000
END
220000 7676000
220000 7616000
END
222000 7676000
222000 7616000
END
224000 7676000
224000 7616000
END
226000 7676000
226000 7616000

END
228000 7676000
228000 7616000
END
230000 7676000
230000 7616000
END
232000 7676000
232000 7616000
END
234000 7676000
234000 7616000
END
236000 7676000
236000 7616000
END
238000 7676000
238000 7616000
END
240000 7676000
240000 7616000
END
242000 7676000
242000 7616000
END
244000 7676000
244000 7616000
END

END

ARQUIVO DE DADOS DAS ÁREAS CHAVES

LINES
INFO
// areas chaves em coordenadas UTM
// projeto Ribeirão
DATUM CorregoAlegre
PROJECTION UTM/CorregoAlegre
BOX 150000 7580000 260000 7690000
UNITS metros
SCALE 50000
INFO_END
201000 7672500
204500 7672500
204500 7669100
201000 7669100
201000 7672500
END
212000 7673000
216000 7673000
216000 7667500
212000 7667500
212000 7673000

END
191500 7666500
196000 7666500
196000 7661500
191500 7661500
191500 7666500
END
196900 7662800
196800 7662800
196800 7662000
196900 7662000
196900 7662800
END
210000 7660000
212100 7660000
212100 7658000
210000 7658000
210000 7660000
END
212000 7653000
214000 7653000
214000 7650400
212000 7650400
212000 7653000
END
225700 7626000
226300 7626000
226300 7623600
225700 7623600
225700 7626000
END
226000 7622000
228000 7622000
228000 7624000
226000 7624000
226000 7622000
END
190000 7628900
194200 7628900
194200 7625000
190000 7625000
190000 7628900
END
196000 7627700
197000 7627700
197000 7625000
196000 7625000
196000 7627700
END
197900 7624800
200300 7624800
200300 7623800
197900 7623800
197900 7624800
END
191700 7621600

194000 7621600
194000 7620000
191700 7620000
191700 7621600
END
201600 7625600
206000 7625600
206000 7624000
201600 7624000
201600 7625600
END
211800 7623000
214000 7623000
214000 7621000
211800 7621000
211800 7623000
END
234000 7662900
236300 7662900
236300 7661000
234000 7661000
234000 7662900
END
234500 7645900
238100 7645900
238100 7642000
234500 7642000
234500 7645900
END
230000 7637000
234000 7637000
234000 7634000
230000 7634000
230000 7637000
END
222500 7634000
224500 7634000
224500 7632800
222500 7632800
222500 7634000
END
231700 7631000
232300 7631000
232300 7628500
231700 7628500
231700 7631000
END
225500 7628500
226000 7628500
226000 7627000
225500 7627000
225500 7628500
END
227000 7628000
226500 7628000
226500 7626500

227000 7626500
227000 7628000
END
226700 7627000
231700 7627000
231700 7624500
226700 7624500
226700 7627000
END
196300 7655600
203500 7655600
203500 7650500
196300 7650500
196300 7655600
END
188500 7659600
190000 7659600
190000 7657500
188500 7657500
188500 7659600
END
189700 7654300
192300 7654300
192300 7649800
189700 7649800
189700 7654300
END
198000 7649500
200000 7649500
200000 7648500
198000 7648500
198000 7649500
END
229300 7674300
231000 7674300
231000 7671300
229300 7671300
229300 7674300
END
238000 7670000
240000 7670000
240000 7665000
238000 7665000
238000 7670000
END
238000 7660000
240000 7660000
240000 7664000
238000 7664000
238000 7660000
END
232000 7666000
234000 7666000
234000 7664000
232000 7664000
232000 7666000

```

END
206000 7642000
208000 7642000
208000 7640000
206000 7640000
206000 7642000
END
208000 7640000
210000 7640000
210000 7638000
208000 7638000
208000 7640000
END
210000 7640000
212000 7640000
212000 7638000
210000 7638000
210000 7640000
END
212000 7640000
214000 7640000
214000 7638000
212000 7638000
212000 7640000
END
END

```

ARQUIVO DE DADOS DA TABELA DE ATRIBUTOS DAS ÁREAS CHAVES

```

TABLE
INFO
// Tabela de Atributos ASCII gerada pelo Sistema SPRING
SEPARATOR ;
UNFORMATED
CATEGORY_OBJ      areas
T_KEY;   TEXT; 32; 0
T_NAME;  TEXT; 32; 0
narea;   TEXT; 20; 0
lands;   TEXT; 100; 0
X2mm;    TEXT; 50; 0
X042mm;  TEXT; 50; 0
X0074mm; TEXT; 50; 0
WOT;     TEXT; 50; 0
meas;    TEXT; 50; 0
LL;      TEXT; 50; 0
IP;      TEXT; 50; 0
FOLHA;   TEXT; 100; 0
MAT;     TEXT; 200; 0
INFO_END

```

```

01; 01; 1; area plana; 100; 85 a 96 ;35 a 15; 8 a 18; 1,8 a 2,15; NP; NP; Cravinhos; materiais arenosos
02; 02 ; 2; area plana; 100; 92 a 98; 7 a 35; 8 a 11; 1,8 a 2,13; NP; NP; Ribeirao Preto; materiais
arenosos

```

03; 03; 3; encosta - coluvio; 100; 98 a 75; 50 a 26; 17 a 21; 1,78 a 2,00; 20 a 30; 8 a 12; Cravinhos; materiais mistos areno-argilosos

04; 04 ;4; encosta - coluvio; 100; 99; maior que 80; 19 a 27;1,570 a 1,9; 27 a 50; 5 a 14; Cravinhos; materiais mistos argilosos

05; 05; 5; encosta - coluvio; 100; 97; menor que 35; 12,1 a 14; 1,90 a 2,10; NP; NP; Cravinhos; mistos areno argilosos

06; 06; 6; area plana;100;95; menor que 33; 6 a 10; 1,98 a 2,13; NP; NP; Cravinhos; materiais arenosos

07; 07; 7; plato; 100; 98; menor que 95; 24 a 27; 1,530 a 1,670; 41 a 50; 8 a 14; Ribeirao Preto; materiais argilosos

08; 08; 8; area plana; 100; 97; menor que 24; 8,5 a 9,5; 2,09 a 2,100; NP; NP; Cravinhos; materias arenosos

09; 09; 9; area plana; 100; 97; menor que 20; 8 a 10; 2,100 a 2,150; NP; NP; Ribeirao Preto; mateteriais arenosos

10; 10; 10; area plana; 100; 98 a 96; menor que 16; 7,5 a 9; 1,900 a 2,09; NP; NP; Bonfim Paulista; materiais arenosos

11; 11; 11A; plato; 100; 100 a 95; 98 a 86; 24 a 30; 1,58 a 1,65; 40 a 52; 12 a 20; Bonfim Paulista; materiais argilosos

12; 12; 11B; plato; 100; 95 a 90; 85 a 71; 22 a 25 ; 1,65 a 1,715; 40 a 45; 11 a 15; Bonfim Paulista; material argiloso

13; 13; 11C; plato; 100; 86; maior que 58; 16 a 18; 1,75 a 1,85; 33 a 37; 8 a 9; Bonfim Paulista; material argiloso

14; 14; 11D; plato; 100; 98; maior que 95; 26 a 30; 1,518 a 1,77; 43 a 55; 9 a 15; Bonfim Paulista; materiais argilosos

15; 15; 12; area plana; 100; 90 a 94; menor que 45; 8 a 14; 1,800 a 2,120; NP; NP; Cravinhos; materiais arenosos

16; 16; 13; encosta; 100; maior que 85; 50 a 80; 15 a 27; 1,60 a 2,1; 35 a 50; 9 a 16; Cravinhos; materiais mistos argilosos

17; 17; 14; encosta suave; 100; 56; menor que 36; nada; nada; 25; 9; Cravinhos; materiais arenosos

18; 18; 15; area plana; 100; 82 a 98; maior que 90; 25 a 29; 1,6 a 1,76; 35 a 55; 11 a 21; Ribeirao Preto; materiais argilosos

19; 19 ; 16; encosta e plato; 100; 98; 85 a 90; 20 a 27; 1,61 a 1,75; 40 a 55; 13 a 26; Ribeirao Preto; materiais argilosos

20; 20; 17; area plana; 100; 98; maior que 85; 27 a 29; 1,55 a 1,700; 40 a 58; 15 a 17; Bonfim Paulista; materiais argilosos

21; 21; 18; plato; 100; 95; 48 a 66; 18 a 29; 1,75 a 1,82; 35 a 40; 10 a 11; Bonfim Paulista; materiais argilosos

22; 22; 19; encosta e area plana; 100; 97; maior que 80; 22 a 25; 1,59 a 1,65; 35 a 45; 15 a 16; Bonfim Paulista; materiais argilosos

23; 23; 20; area plana; 100; maior que 90; maior que 70; 22 a 27; 1,63 a 1,7; 35 a 48; 6 a 15; Bonfim Paulista; materiais argilosos

24; 24; 21; area plana; 100; maior que 95; maior que 35; 11 a 15; 1,70 a 1,97; NP; NP; Bonfim Paulista; materiais areno-argilosos

25; 25; 22; plato; 100; maior que 86; maior que 45; 11 a 14; 1,915 a 2,020; 35 a 40; 8 a 13; Ribeirao Preto; materiais argilo-arenosos

26; 26; 23;encosta-vale e plato;100; maior que 97; maior que 75; 22 a 28; 1,57 a 1,70; 35 a 45; 9 a 17; Ribeirao Preto e Serrana; materiais argilosos

27; 27; 24; encosta; 100; 99 a 75; 66 a 50; 10 a 18; 1,79 a 2,02; 25 a 36; 8 a 10; Serrana; materiais mistos argilosos

28; 28; 25; encosta; 100; 98 a 99; menor que 35; 10 a 12; 1,92 a 2,00; NP; NP; Serrana; materiais mistos areno - argilosos

29; 29; 26; encosta e plato; 100; 93 a 80; menor que 20; 8 a 12 ; 1,8 a 2,00; NP; NP; Serrana; materiais arenosos

30; 30; 27; encosta; 100; 98 a 86; menor que 35; 7 a 12; 1,740 a 1,920; NP; NP; Serrana; materiais mistos areno-argilosos

31; 31; 28; plato; 100; 99 a 94; maior que 85; 24 a 28; 1,59 a 1,74; 40 a 59; 10 a 22; Serrana; materiais argilosos

32; 32; 29; area plana e encosta; 100; 99 a 94; 75 a 96; 20 a 26; 1,59 a 1,74; 32 a 50; 9 a 21; Ribeirao Preto; materiais argilosos
 33; 33; 30; plato; 100; 99 a 94; 75 a 96; 20 a 26; 1,59 a 1,750; 32 a 50; 9 a 21; Ribeirao Preto; materiais argilosos
 34; 34; 31; plato; 100; 99 a 85; 96 a 76; 21 a 28; 1,585 a 1,67; 38 a 46; 8 a 21; Ribeirao Preto; materiais argilosos
 END

ARQUIVO DE DADOS SOBRE OS PONTOS DE OBSERVAÇÃO, AMOSTRAGEM, SONDAGEM, ENSAIOS

POINT2D
 INFO

// pontos de
 // arquivo ASCII
 // categoria grupo 4 - modelo cadastral

DATUM Corrego Alegre
 PROJECTION UTM/CorregoAlegre
 BOX 150000.000 7580000.000 260000.000 7690000.000
 UNITS metros
 SCALE 1:50000.000
 SEPARATOR ;

// OBSA=observação e amostragem;SSPT=sondagem SPT;PPROF=poços profundos
 //CIS=cisterna; PERM=ensaio de permeabilidade; SBR= sondagem de borro
 //coordenada x (utm); coordenada y (utm); label-ponto; nomeponto; objeto-spt

INFO_END

238650; 7646350; CO3; observação; doc
 214900; 7644000; CO356; observação; doc
 215300; 7643000; CO6; observação; doc
 240200; 7644400; CO9; observação; doc
 233100; 7643100; CO12; observação; doc
 234400; 7641800; P136; poço136; doc
 234000; 7640400; S345; sondagem-SPT; doc
 216250; 7640300; CO5; observação; doc
 215900; 7638000; S490; sondagem-SPT; doc
 231550; 7636400; CO14; observação; doc
 232850; 7636700; CO13; observação; doc
 230550; 7634400; CO15; observação; doc
 219300; 7633350; CO38; observação; doc
 220950; 7632300; CO36; observação; doc
 223650; 7630400; CO34; observação; doc
 223200; 7626900; CO32; observação; doc
 226400; 7624600; CO31; observação; doc
 226750; 7623250; CO1; observação; doc
 230500; 7625200; CO21; observação; doc
 231250; 7623800; CO27; observação; doc
 235100; 7622950; CO28; observação; doc
 232400; 7625600; P132; poço132; doc
 232700; 7624850; P131; poço131; doc

235600; 7621550; P130; poço130; doc
237600; 7622900; S14; sondagem-STP; doc
240500; 7621400; C1; cisterna; doc
223550; 7672900; S44; sondagem-SPT; doc
224300; 7674200; C2; cisterna; doc
230600; 7473000; SO13; observação; doc
231600; 7666800; SO14; observação; doc
232300; 7665000; SO11; observação; doc
232600; 7663700; SO10; observação; doc
233800; 7660100; SO9; observação; doc
231500; 7658300; C3; cisterna; doc
233150; 7657800; So8; observação; doc
227650; 7656500; S39; sondagem-SSPT; doc
230600; 7654500; SO4; observação; doc
235450; 7650000; SO7; observação; doc
215400; 7652100; ST1; sondagem-SPT; doc
214750; 7652200; C4 ; cisterna ; doc
218300; 7653600; 509; sondagem-SPT; doc
220300; 7652500; ST2; sondagem-SPT; doc
222300; 7652500; SO1; observação; doc
223800; 7652700; SO2; observação; doc
225500; 7652700; SO3; observação; doc
226650; 7650500; SO5; observação; doc
225200; 7648400; SO6; observação; doc
201900; 7657500; RO4; observação; doc
199000; 7650800; PE9; permeabilidade; doc
201500; 7652900; PE1; permeabilidade; doc
201300; 7654250; PE15; permeabilidade; doc
205650; 7670400; SB11; sondagem-borro; doc
211400; 7666500; SB14; sondagem-borro; doc
213700; 7664850; SB15; sondagem-borro; doc
206600; 7669300; SB12; sondagem-borro; doc
209400; 7668400; SB13; sondagem-borro; doc
204800; 7673200; RO55; observação; doc
202850; 7670700; C5 ; cisterna; doc
206400; 7668600; RO21; observação; doc
198900; 7667250; ST3; sondagem-spt; doc
200800; 7670850; PO77; poço77; doc
199150; 7667650; P1; poçoP1; doc
198900; 7663000; C6 ; cisterna; doc
208900; 7663200; RO5; obs; doc
210500; 7663600; ST4; sondagem-spt; doc
213200; 7663800; O7; observação; doc
192700; 7661600; PO86; poço86; doc
192700; 7661600; S162; sondagem-spt; doc
202500; 7660600; R02; observação; doc
205500; 7661100; O380; observação; doc
210800; 7660800; P22; poço22; doc
211800; 7660250; S441; sondagem-spt; doc
213450; 7660300; O25; observação; doc
188500; 7659500; S185; sondagem-spt; doc
196200; 7658200; S166; sondagem-spt; doc
197750; 7658250; C7; cisterna; doc
207500; 7658500; RO33; observação; doc
210400; 7659550; RO16; observação; doc
213800; 7658300; S15; sondagem-spt; doc

213200; 7657600; RO27; observação; doc
213700; 7656300; RO51; observação; doc
210300; 7657100; P2; poçoP2; doc
210900; 7656200; P3; poçoP3; doc
208850; 7657000; P65; poço65; doc
209100; 7656400; P45; poço45; doc
202350; 7656350; RO4; observação; doc
199200; 7656600; RO3; observação; doc
198700; 7657400; C8; cisterna; doc
195500; 7656300; O2; observação; doc
192450; 7657000; RO12; observação; doc
190400; 7656600; RO19; observação; doc
189200; 7656500; S394; sondagem-spt; doc
188400; 7656600; S375; sondagem-spt; doc
189100; 7657500; S156; sondagem-spt; doc
194600; 7655100; S108; sondagem-spt; doc
206600; 7655300; RO6; observação; doc
210250; 7654900; P56; poço56; doc
210800; 7654600; S275; sondagem-spt; doc
214200; 7654300; PO1; poçoP1; doc
213500; 7653000; S182; sondagem-spt; doc
209300; 7653300; S508; sondagem-spt; doc
201600; 7653400; O3; observação; doc
199000; 7651900; RO9; observação; doc
199400; 7651600; S8; sondagem-spt; doc
207850; 7651800; S19; sondagem-spt; doc
212200; 7651650; RO34; observação; doc
213600; 7650850; RO35; observação; doc
213600; 7650250; S420; sondagem-spt; doc
213450; 7648500; RO36; observação; doc
210900; 7648300; RO46; observação; doc
210500; 7647600; RO47; observação; doc
196500; 7649250; O4; observação; doc
192250; 7649250; P4; poço-P4; doc
191600; 7648400; P85; poço85; doc
190500; 7647600; S144; sondagem-spt; doc
223100; 7641800; SB16; sondagem-borro; doc
223305; 7641800; SB20; sondagem-borro; doc
225450; 7632800; SB17; sondagem-borro; doc
227700; 7625750; SB21; sondagem-borro; doc
228200; 7623600; SB18; sondagem-borro; doc
215600; 7664100; SB1; sondagem-borro; doc
216000; 7663000; SB2; sondagem-borro; doc
216000; 7663800; SB3; sondagem-borro; doc
217200; 7659000; SB4; sondagem-borro; doc
217500; 7658400; SB5; sondagem-borro; doc
218000; 7655700; SB6; sondagem-borro; doc
219700; 7653500; SB7; sondagem-borro; doc
220850; 7650400; SB8; sondagem-borro; doc
220200; 7649000; SB9; sondagem-borro; doc
221800; 7648450; SB10; sondagem-borro; doc
220700; 7651400; SB19; sondagem-borro; doc
197700; 7647100; SB349; sondagem-spt; doc
210500; 7647200; BO16; observação; doc
209650; 7645900; BO21; observação; doc
214350; 7646400; O5; observação; doc

209500; 7645100; S396; sondagem-spt; doc
209000; 7644650; BO20; observação; doc
214450; 7644350; BO14; observação; doc
208700; 7643300; BO19; observação; doc
208200; 7642400; BO18; observação; doc
207000; 7641250; S154; sondagem-spt; doc
206800; 7640300; BO3; observação; doc
209700; 7640300; BO13; observação; doc
207900; 7639150; C9; cisterna; doc
214350; 7638200; C10; cisterna; doc
189400; 7637400; BO17; observação; doc
194400; 7636800; S297; sondagem-spt; doc
207100; 7639300; C11; cisterna; doc
201650; 7634450; C12; cisterna; doc
201650; 7634450; C13; cisterna; doc
202350; 7633250; BO4; observação; doc
202500; 7630600; BO5; observação; doc
192400; 7629650; BO12; observação; doc
197850; 7628900; BO11; observação; doc
201600; 7628750; C14; cisterna; doc
196500; 7625650; P5; poçoP5; doc
201350; 7623650; P6; poçoP6; doc
205350; 7526350; P7; poçoP7; doc
199700; 7623650; BO1; observação; doc
206400; 7623250; BO6; observação; doc
207550; 7623300; BO7; observação; doc
196400; 7621150; 10; observação; doc
198450; 7620350; BO2; observação; doc
212350; 7621700; BO9; observação; doc
214250; 7621100; ST5; sondagem-spt; doc
214850; 7621100; P8; poçoP8; doc
237700; 7646700; BO11; observação; doc

END

APENDICE B -

LISTAGEM DOS CÓDIGOS USADOS NO APLICATIVO

CÓDIGO DO FORMULÁRIO DE ABERTURA

```
Private Sub Command1_Click()  
fm_02.Show 1  
End Sub
```

```
Private Sub Command10_Click()  
fm_15.Show 1  
End Sub
```

```
Private Sub Command11_Click()  
fm_12.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Command12_Click()  
fm_13.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Command13_Click()  
fm_06.Show 1  
End Sub
```

```
Private Sub Command14_Click()  
fm_19.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Command15_Click()  
fm_22.Show 1  
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()  
fm_03.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()  
fm_05.Visible = True  
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()  
fm_04.Show 1  
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()  
End  
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()  
fm_01.Show 1  
End Sub
```

```
Private Sub Command7_Click()  
fm_10.Show 1  
End Sub
```

```
Private Sub Command8_Click()
    fm_09.Show 1
End Sub
```

```
Private Sub Command9_Click()
    fm_11.Show 1
End Sub
```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO PSR (PROFUNDIDADE DO SUBSTRATO ROCHOSO)

```
Option Explicit
Dim m_mapTip As New MapTip
```

```
Private Sub Command1_Click()
    Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
    ' Zoom Map Out
    Dim r As New MapObjects2.Rectangle
    Set r = Map1.Extent
    r.ScaleRectangle 1.5
    Map1.Extent = r
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
    Unload fm_01
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Dim dc As New DataConnection
    Dim layer As MapLayer
```

```
    dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"
    If dc.Connect Then
```

```
        Set layer = New MapLayer
        Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("pro_pol")
        layer.Visible = True
        Map1.Layers.Add layer
```

```
        Set layer = New MapLayer
        Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grd_lin")
        layer.Visible = True
        layer.Symbol.Color = moGray
        Map1.Layers.Add layer
```

```
    Else
        MsgBox "mapa não encontrado"
    End If
```

```

Screen.MousePointer = vbDefault

'inicio do renderer

Dim strings As New MapObjects2.strings
Dim recs As Recordset
Dim i As Integer

Set layer = Map1.Layers("pro_pol")
Set recs = layer.Records

Do While Not recs.EOF
    strings.Add recs("sprclasse").Value
    recs.MoveNext
Loop

Set layer.Renderer = New ValueMapRenderer
layer.Renderer.Field = "sprclasse"

' add the unique values to the renderer
layer.Renderer.ValueCount = strings.Count

For i = 0 To strings.Count - 1
    layer.Renderer.Value(i) = strings(i)
Next i

' initialize the MapTip class

m_mapTip.Initialize Map1, tmrToolTip, picToolTip, lblToolTip
m_mapTip.SetLayer layer, "sprclasse"

Dim lyr As MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grd_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
lyr.Renderer.AllowDuplicates = False

End Sub

Private Sub Map1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

    m_mapTip.MouseMove X, Y

End Sub

Private Sub tmrToolTip_Timer()

    m_mapTip.Timer

End Sub

```

```
Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
Dim r As Rectangle
```

```
Set r = Map1.TrackRectangle
```

```
If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
```

```
' Set the ScaleBar's MapExtent.
```

```
With ScaleBar1.MapExtent
```

```
.MinX = Map1.Extent.Left
```

```
.MinY = Map1.Extent.Bottom
```

```
.MaxX = Map1.Extent.Right
```

```
.MaxY = Map1.Extent.Top
```

```
End With
```

```
' Set the ScaleBar's PageExtent.
```

```
With ScaleBar1.PageExtent
```

```
.MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
```

```
.MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
```

```
.MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX
```

```
.MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
```

```
End With
```

```
' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
```

```
ScaleBar1.Refresh
```

```
End Sub
```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO DRENA (DRENAGEM)

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
Unload fm_02
```

```
Unload fm_07
```

```
Unload fm_18
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
fm_07.Show 1
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
fm_18.Show 1
```

```
End Sub
```

```

Private Sub Command6_Click()
    ' Zoom Map Out
    Dim r As New MapObjects2.Rectangle
    Set r = Map1.Extent
    r.ScaleRectangle 1.5
    Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Form_Load()

Dim dc As New DataConnection
Dim layer As MapLayer

dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

If dc.Connect Then
Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("dre_lin")
layer.Symbol.Color = moBlue
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")
layer.Symbol.Color = moGray
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
End If

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("dre_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Field = "NRIO"

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grade_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"

End Sub

```

```
Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
Set Map1.Extent = Map1.TrackRectangle
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub
```

```
Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
'
' Set the ScaleBar's MapExtent.
'
With ScaleBar1.MapExtent
.MinX = Map1.Extent.Left
.MinY = Map1.Extent.Bottom
.MaxX = Map1.Extent.Right
.MaxY = Map1.Extent.Top
End With
'
' Set the ScaleBar's PageExtent.
'
With ScaleBar1.PageExtent
.MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
.MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
.MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX

.MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
End With
'
' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
'
ScaleBar1.Refresh
End Sub
```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO TOPO (TOPOGRAFIA)

```
Private Sub Command1_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = True ' show topo
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide topo1

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

End Sub
```

```

Private Sub Command2_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = True ' show topo1
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = True ' hide MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide topo1

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

End Sub

Private Sub Command3_Click()

Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' show topo1
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = True ' show MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide topo1

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

End Sub

Private Sub Command4_Click()
'
' Zoom out to FullExtent.
'
Set Map1.Extent = Map1.FullExtent

End Sub

Private Sub Command5_Click()
Unload fm_04
Unload fm_08
End Sub

Private Sub Command6_Click()

' Zoom Map Out
Dim r As New MapObjects2.Rectangle
Set r = Map1.Extent
r.ScaleRectangle 1.5
Map1.Extent = r

End Sub

Private Sub Command7_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' show topo1
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT

```

```
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = True ' show topo1
```

```
Map1.Refresh
```

```
Screen.MousePointer = vbDefault
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command8_Click()
```

```
Screen.MousePointer = vbHourglass
```

```
Map1.Layers("topo_lin").Visible = True ' show topo1
```

```
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
```

```
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = True ' show topo1
```

```
Map1.Refresh
```

```
Screen.MousePointer = vbDefault
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command9_Click()
```

```
fm_08.Show 1
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
'carregar imagem do MNT
```

```
Dim ima As New MapObjects2.ImageLayer
```

```
Dim ima2 As New MapObjects2.ImageLayer
```

```
ima.File = "C:\gracipro\maps\teste\top-ima2.tif"
```

```
ima2.File = "C:\gracipro\maps\teste\top-ima.tif"
```

```
If ima.Valid Then
```

```
Map1.Layers.Add ima
```

```
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = True
```

```
Else
```

```
MsgBox "imagem inexistente"
```

```
End If
```

```
If ima2.Valid Then
```

```
Map1.Layers.Add ima2
```

```
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False
```

```
Else
```

```
MsgBox "imagem inexistente"
```

```
End If
```

```
Dim dc As New DataConnection
```

```
Dim layer As MapLayer
```

```
dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"
```

```
If dc.Connect Then
```

```
Set layer = New MapLayer
```

```
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("topo_lin")
```

```
layer.Symbol.Color = moBrown
```

```

layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")
layer.Symbol.Color = moGreen
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
End If

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As New MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("topo_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 100
lyr.Renderer.Symbol(0).Color = moOrange
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "AVG_Z"
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grade_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.Symbol(0).Color = moCyan
lyr.Renderer.Field = "sprclasse"
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True

End Sub

Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
'
' Set the ScaleBar's MapExtent.
'
With ScaleBar1.MapExtent
.MinX = Map1.Extent.Left
.MinY = Map1.Extent.Bottom
.MaxX = Map1.Extent.Right
.MaxY = Map1.Extent.Top
End With
'
' Set the ScaleBar's PageExtent.
'
With ScaleBar1.PageExtent
.MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
.MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
.MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX
.MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
End With

```

```

'
' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
'
ScaleBar1.Refresh

End Sub

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
'
' Zoom in on the Map.
'
Set Map1.Extent = Map1.TrackRectangle

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO MPS (BUSCA)

```

Private Sub Command1_Click()

Map1.Extent = Map1.FullExtent

End Sub

Private Sub Command2_Click()
' Zoom Map Out
Dim r As New MapObjects2.Rectangle
Set r = Map1.Extent
r.ScaleRectangle 1.5
Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Command3_Click()

Screen.MousePointer = vbHourglass

Text1.text = ""

Map1.Layers("grd_lin").Visible = True 'show grade
Map1.Layers("geo_pol").Visible = True ' show geol
Map1.Layers("min_pol").Visible = False ' hide mi
Map1.Layers("psr_pol").Visible = False ' hide profundidade

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault
Text2.text = "sedimentos, fmpiramboia,fmbotucatu, fmsgeral"
Text2.Refresh

End Sub

Private Sub Command4_Click()
Unload fm_06
End Sub

```

```

Private Sub Command5_Click()

Screen.MousePointer = vbHourglass

Text1.text = ""

Map1.Layers("grd_lin").Visible = True
Map1.Layers("geo_pol").Visible = False ' hide geol
Map1.Layers("min_pol").Visible = True ' show mi
Map1.Layers("psr_pol").Visible = False ' hide profundidade

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault
Text2.text = "mistos argilosos, mistos arenosos, residuais argilosos, residuais arenosos, arenoso
argilosos, hidromoficos"
Text2.Refresh

End Sub
Private Sub Command6_Click()

Screen.MousePointer = vbHourglass

Text1.text = ""
Map1.Layers("grd_lin").Visible = True
Map1.Layers("geo_pol").Visible = False ' hide geol
Map1.Layers("min_pol").Visible = False ' hide mi
Map1.Layers("psr_pol").Visible = True ' show profundidade

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

Text2.text = "menor que 2m, entre 2 e 5m, entre 5 e 10m, maior que 10 m"
Text2.Refresh

End Sub

Private Sub Form_Load()

Dim dc As New DataConnection
Dim layer As MapLayer

dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"
If dc.Connect Then

Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("geo_pol")
layer.Symbol.Color = moPaleYellow
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("min_pol")
layer.Symbol.Color = moLightYellow
layer.Visible = False

```

```

Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("psr_pol")
layer.Symbol.Color = moLimeGreen
layer.Visible = False
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grd_lin")
layer.Symbol.Color = moGray
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
End If

Text2.Refresh
Text1.text = ""

Dim lyr As MapLayer
Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grd_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
'lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
'lyr.Renderer.Symbol(0).Color = moDarkGray
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"

End Sub

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

Dim r As Rectangle
Set r = Map1.TrackRectangle
If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)

If KeyAscii = vbKeyReturn Then
Dim recs As MapObjects2.Recordset
Dim shp As Object
Dim rect As MapObjects2.Rectangle
Dim exp As String

' build a search expression

exp = "CLASSES = " & Text1.text & ""
' perform the search

If Map1.Layers("geo_pol").Visible = True Then

Set recs = Map1.Layers("geo_pol").SearchExpression(exp)
' show the results, if any
If Not recs.EOF Then

```

```

Set shp = recs.Fields("Shape").Value
Set rect = shp.Extent
rect.ScaleRectangle 2
Set Map1.Extent = rect ' zoom classe
Map1.Refresh ' force redraw of the map
Map1.FlashShape shp, 3 ' flash the classe
End If

Elseif Map1.Layers("min_pol").Visible = True Then

Set recs = Map1.Layers("min_pol").SearchExpression(exp)
' show the results, if any
If Not recs.EOF Then
Set shp = recs.Fields("Shape").Value
Set rect = shp.Extent
rect.ScaleRectangle 2
Set Map1.Extent = rect ' zoom classe
Map1.Refresh ' force redraw of the map
Map1.FlashShape shp, 3 ' flash the classe
End If

Elseif Map1.Layers("psr_pol").Visible = True Then

Set recs = Map1.Layers("psr_pol").SearchExpression(exp)
' show the results, if any
If Not recs.EOF Then
Set shp = recs.Fields("Shape").Value
Set rect = shp.Extent
rect.ScaleRectangle 2
Set Map1.Extent = rect ' zoom classe
Map1.Refresh ' force redraw of the map
Map1.FlashShape shp, 3 ' flash the classe

End If
End If
End If

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO DREMIX (DRENAGEM E OUTROS ASPECTOS)

```

Private Sub Command1_Click()

Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = True ' showw topo
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("pro_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = False ' hide topo1

```

```

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

End Sub

Private Sub Command2_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' hide topo
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = True ' show MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("pro_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = False ' hide topo1

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

End Sub

Private Sub Command3_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' showw topo
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = True ' hide MNT
Map1.Layers("pro_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = False ' hide topo1

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

End Sub

Private Sub Command4_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' showw topo
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("pro_pol").Visible = True ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = False ' hide topo1

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("pro_pol")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer

```

```

lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
Map1.Refresh

```

```
Screen.MousePointer = vbDefault
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

```

```

Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' show topo
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("pro_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = True ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = False ' hide topo1

```

```

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False

```

```
Dim lyr As MapLayer
```

```

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("mi_pol")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 1000
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
Map1.Refresh

```

```
Screen.MousePointer = vbDefault
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass

```

```

Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' show topo
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("pro_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = True ' hide topo1

```

```

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer

```

```

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("geol_pol")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault
End Sub

Private Sub Command7_Click()
Unload fm_07
End Sub

Private Sub Command8_Click()
' Zoom Map Out
Dim r As New MapObjects2.Rectangle
Set r = Map1.Extent
r.ScaleRectangle 1.5
Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Command9_Click()
Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim dc As New DataConnection
Dim layer As MapLayer
Dim ima As New MapObjects2.ImageLayer
Dim ima2 As New MapObjects2.ImageLayer

ima.File = "C:\gracipro\maps\teste\top-ima2.tif"
ima2.File = "C:\gracipro\maps\teste\top-ima.tif"

If ima.Valid Then
Map1.Layers.Add ima
Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False
Else
MsgBox "imagem inexistente"
End If

If ima2.Valid Then
Map1.Layers.Add ima2
Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False
Else
MsgBox "imagem inexistente"
End If

dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

If dc.Connect Then
Set layer = New MapLayer

```

```

layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("topo_lin")
layer.Symbol.Color = moBrown
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

```

```

Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("mi_pol")
layer.Symbol.Color = moKhaki
layer.Visible = False
Map1.Layers.Add layer

```

```

Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("geol_pol")
layer.Symbol.Color = moPaleYellow
layer.Visible = False
Map1.Layers.Add layer

```

```

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("pro_pol")
layer.Symbol.Color = moLimeGreen
layer.Visible = False
Map1.Layers.Add layer

```

```

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("dre_lin")
layer.Symbol.Color = moCyan
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

```

```

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")
layer.Symbol.Color = moGray
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

```

```

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
End If

```

```

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer

```

```

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("dre_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Field = "NRIO"

```

```

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("topo_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer

```

```

lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 100
lyr.Renderer.Symbol(0).Color = moGreen
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Field = "AVG_Z"

```

```

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grade_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
'lyr.Renderer.SplinedText = False
'lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
'lyr.Renderer.Symbol(0).Color = moDarkGray
'Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"

```

```
End Sub
```

```

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    Dim r As Rectangle
    Set r = Map1.TrackRectangle
    If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r
End Sub

```

```
Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
```

```
    ' Set the ScaleBar's MapExtent.
```

```
    With ScaleBar1.MapExtent
```

```
        .MinX = Map1.Extent.Left
        .MinY = Map1.Extent.Bottom
        .MaxX = Map1.Extent.Right
        .MaxY = Map1.Extent.Top
    End With
```

```
    ' Set the ScaleBar's PageExtent.
```

```
    With ScaleBar1.PageExtent
```

```
        .MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
        .MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
        .MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX
        .MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
    End With
```

```
    ' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
```

```
    ScaleBar1.Refresh
```

```
End Sub
```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO TOPOMIX (TOPOGRAFIA E OUTROS ASPECTOS)

```

Private Sub Command1_Click()

'Map1.Layers("topo_lin").Visible = True' show topo
'Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
'Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("psr_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = True ' hide topo1

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("geol_pol")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
Map1.Refresh

End Sub

Private Sub Command2_Click()

'Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' show topo
'Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
'Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
Map1.Layers("psr_pol").Visible = True ' hide topo1
Map1.Layers("mi_pol").Visible = False ' hide topo1
Map1.Layers("geol_pol").Visible = False ' hide topo1

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("psr_pol")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
Map1.Refresh

End Sub

```

```
Private Sub Command3_Click()

'Map1.Layers("topo_lin").Visible = False ' show topo
'Map1.Layers("top-ima2.tif").Visible = False ' hide MNT
'Map1.Layers("top-ima.tif").Visible = False ' hide MNT
'Map1.Layers("psr_pol").Visible = False ' hide topo1
'Map1.Layers("mi_pol").Visible = True ' hide topo1
'Map1.Layers("geol_pol").Visible = False ' hide topo1
```

```
Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer
```

```
Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("mi_pol")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
Map1.Refresh
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
'Zoom Map Out
```

```
Dim r As New MapObjects2.Rectangle
Set r = Map1.Extent
r.ScaleRectangle 1.5
Map1.Extent = r
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()
Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub
```

```
Private Sub Command6_Click()
Unload fm_08
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
' carregar curvas e mapas
```

```
Dim dc As New DataConnection
Dim layer As MapLayer
```

```
dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"
If dc.Connect Then
```

```
Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("mi_pol")
```

```

layer.Symbol.Color = moKhaki
layer.Visible = False
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("psr_pol")
layer.Symbol.Color = moLimeGreen
layer.Visible = False
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("geol_pol")
layer.Symbol.Color = moPaleYellow
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("topo_lin")
layer.Symbol.Color = moOrange
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")
layer.Symbol.Color = moGray
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Else
  MsgBox "mapa não encontrado"
End If

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As New MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("topo_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 200
lyr.Renderer.Symbol(0).Color = moGreen
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "AVG_Z"
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grade_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Symbol(0).Color = moGreen
lyr.Renderer.Field = "sprclasse"
lyr.Renderer.AllowDuplicates = False

End Sub

```

```

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    Dim r As Rectangle
    Set r = Map1.TrackRectangle
    If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
    ' Set the ScaleBar's MapExtent.
    '
    With ScaleBar1.MapExtent
        .MinX = Map1.Extent.Left
        .MinY = Map1.Extent.Bottom
        .MaxX = Map1.Extent.Right
        .MaxY = Map1.Extent.Top
    End With
    '
    ' Set the ScaleBar's PageExtent.
    '
    With ScaleBar1.PageExtent
        .MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
        .MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
        .MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX
        .MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
    End With
    '
    ' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
    '
    ScaleBar1.Refresh
End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO SPT (SONDAGEM)

```

Private Sub Command1_Click()
    Unload fm_09
    Unload fm_21
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    ' Zoom Map Out
    Dim r As New MapObjects2.Rectangle
    Set r = Map1.Extent
    r.ScaleRectangle 1.5
    Map1.Extent = r
End Sub

```

```

Private Sub Command4_Click()
    fm_20.Show 1
End Sub

Private Sub Command5_Click()
    fm_21.Show 1
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Dim dc As New DataConnection
    Dim layer As MapLayer

    dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

    If dc.Connect Then
        Set layer = New MapLayer
        layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grd_lin")
        layer.Symbol.Color = moLimeGreen
        layer.Visible = True
        Map1.Layers.Add layer

        Set layer = New MapLayer
        layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("spt_pt")
        layer.Symbol.Color = moRed
        Map1.Layers.Add layer

    Else
        MsgBox "mapa não encontrado"
    End If

    Dim f As New StdFont
    f.name = "Arial"
    f.Bold = False

    Set layer = Map1.Layers("spt_pt")
    Set layer.Renderer = New LabelRenderer
    Set layer.Renderer.Symbol(0).Font = f
    layer.Renderer.Symbol(0).Height = 400
    layer.Renderer.Symbol(0).Color = moOrange
    layer.Renderer.Field = "sprnome"

    Dim ler As New MapLayer

    Set ler = New MapLayer
    Set ler = Map1.Layers("grd_lin")
    Set ler.Renderer = New LabelRenderer
    'Set ler.Renderer.AllowDuplicates = True
    ler.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
    'ler.Renderer.SplinedText = False

End Sub

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

    Dim r As Rectangle

```

```

Set r = Map1.TrackRectangle

If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r

End Sub

Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
'
' Set the ScaleBar's MapExtent.
'
With ScaleBar1.MapExtent
.MinX = Map1.Extent.Left
.MinY = Map1.Extent.Bottom
.MaxX = Map1.Extent.Right
.MaxY = Map1.Extent.Top
End With
'
' Set the ScaleBar's PageExtent.
'
With ScaleBar1.PageExtent
.MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
.MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
.MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX

.MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
End With
'
' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
'
ScaleBar1.Refresh

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO DOC (DOCUMENTAÇÃO)

```

Private Sub Command1_Click()
p1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub

Private Sub Command2_Click()
' Zoom Map Out
Dim r As New MapObjects2.Rectangle
Set r = Map1.Extent
r.ScaleRectangle 1.5
Map1.Extent = r

End Sub

Private Sub Command3_Click()
Unload fm_10
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    Dim dc As New DataConnection
    Dim layer As MapLayer

    dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

    If dc.Connect Then
        Set layer = New MapLayer
        layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")
        layer.Symbol.Color = moLimeGreen
        layer.Visible = True
        Map1.Layers.Add layer

        Set layer = New MapLayer
        layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("doc_pt")
        layer.Symbol.Color = moCyan
        Map1.Layers.Add layer

    Else
        MsgBox "mapa não encontrado"
    End If

    Dim f As New StdFont
    f.name = "Arial"
    f.Bold = False

    Set layer = Map1.Layers("doc_pt")
    Set layer.Renderer = New LabelRenderer
    Set layer.Renderer.Symbol(0).Font = f
    layer.Renderer.Symbol(0).Height = 400
    layer.Renderer.Symbol(0).Color = moOrange
    layer.Renderer.Field = "sprrotulo"

    Dim ler As New MapLayer

    Set ler = New MapLayer
    Set ler = Map1.Layers("grade_lin")
    Set ler.Renderer = New LabelRenderer
    'Set ler.Renderer.AllowDuplicates = True
    ler.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
    ler.Renderer.SplinedText = False

End Sub

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    Dim r As Rectangle
    Set r = Map1.TrackRectangle
    If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
    '
    ' Set the ScaleBar's MapExtent.
    '
    With ScaleBar1.MapExtent

```

```

        .MinX = Map1.Extent.Left
        .MinY = Map1.Extent.Bottom
        .MaxX = Map1.Extent.Right
        .MaxY = Map1.Extent.Top
    End With
'
' Set the ScaleBar's PageExtent.
'
With ScaleBar1.PageExtent
    .MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
    .MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
    .MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX

    .MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
End With
'
' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
'
ScaleBar1.Refresh

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO DEC (DECLIVIDADE)

```

Option Explicit
Dim m_mapTip As New MapTip

Private Sub Command1_Click()
    Dim layer As MapLayer
    Screen.MousePointer = vbHourglass

'Set Map1.Layers("dbp_pol").Renderer = Nothing

Map1.Layers("dbp_pol").Visible = True ' show declividade Bonfim Paulista
Map1.Layers("dcc_pol").Visible = False ' hide declividade carvinhos
Map1.Layers("drp_pol").Visible = False ' hide declividade Ribeirão
Map1.Layers("dser_pol").Visible = False ' hide declividade Serrana
Map1.Refresh
Screen.MousePointer = vbDefault

'inicio do renderer

Dim strings As New MapObjects2.strings
Dim recs As Recordset
Dim i As Integer

Set layer = Map1.Layers("dbp_pol")
Set recs = layer.Records

Do While Not recs.EOF
    strings.Add recs("sprclasse").Value
    recs.MoveNext
Loop

```

```

Set layer.Renderer = New ValueMapRenderer
layer.Renderer.Field = "sprclasse"

' add the unique values to the renderer
layer.Renderer.ValueCount = strings.Count

For i = 0 To strings.Count - 1
    layer.Renderer.Value(i) = strings(i)
Next i

' initialize the MapTip class

m_mapTip.Initialize Map1, tmrToolTip, picToolTip, lblToolTip
m_mapTip.SetLayer layer, "sprclasse"

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Dim layer As MapLayer

Screen.MousePointer = vbHourglass

Set Map1.Layers("dbp_pol").Renderer = Nothing

Map1.Layers("dbp_pol").Visible = False ' hide declividade Bonfim Paulista
Map1.Layers("dcc_pol").Visible = True ' show declividade carvinhos
Map1.Layers("drp_pol").Visible = False ' hide declividade Ribeirão
Map1.Layers("dser_pol").Visible = False ' hide declividade Serrana
Map1.Refresh
Screen.MousePointer = vbDefault

'inicio do renderer

Dim strings As New MapObjects2.strings
Dim recs As Recordset
Dim i As Integer

Set layer = Map1.Layers("dcc_pol")
Set recs = layer.Records

Do While Not recs.EOF
    strings.Add recs("sprclasse").Value
    recs.MoveNext
Loop

Set layer.Renderer = New ValueMapRenderer
layer.Renderer.Field = "sprclasse"

' add the unique values to the renderer
layer.Renderer.ValueCount = strings.Count

For i = 0 To strings.Count - 1
    layer.Renderer.Value(i) = strings(i)
Next i

```

```

' initialize the MapTip class

m_mapTip.Initialize Map1, tmrToolTip, picToolTip, lblToolTip
m_mapTip.SetLayer layer, "sprclasse"

End Sub

Private Sub Command3_Click()

Dim layer As MapLayer

Screen.MousePointer = vbHourglass

'Set Map1.Layers("dbp_pol").Renderer = Nothing

Map1.Layers("dbp_pol").Visible = False ' show declividade Bonfim Paulista
Map1.Layers("dcc_pol").Visible = False ' hide declividade carvinhos
Map1.Layers("drp_pol").Visible = True ' hide declividade Ribeirão
Map1.Layers("dser_pol").Visible = False ' hide declividade Serrana
Map1.Refresh
Screen.MousePointer = vbDefault

'inicio do renderer

Dim strings As New MapObjects2.strings
Dim recs As Recordset
Dim i As Integer

Set layer = Map1.Layers("drp_pol")
Set recs = layer.Records

Do While Not recs.EOF
    strings.Add recs("sprclasse").Value
    recs.MoveNext
Loop

Set layer.Renderer = New ValueMapRenderer
layer.Renderer.Field = "sprclasse"

' add the unique values to the renderer
layer.Renderer.ValueCount = strings.Count

For i = 0 To strings.Count - 1
    layer.Renderer.Value(i) = strings(i)
Next i

' initialize the MapTip class

m_mapTip.Initialize Map1, tmrToolTip, picToolTip, lblToolTip
m_mapTip.SetLayer layer, "sprclasse"

End Sub

Private Sub Command4_Click()

```

```

Dim layer As MapLayer

Screen.MousePointer = vbHourglass
'Set Map1.Layers("dbp_pol").Renderer = Nothing

Map1.Layers("dbp_pol").Visible = False ' show declividade Bonfim Paulista
Map1.Layers("dcc_pol").Visible = False ' hide declividade carvinhos
Map1.Layers("drp_pol").Visible = False ' hide declividade Ribeirão
Map1.Layers("dser_pol").Visible = True ' hide declividade Serrana

Map1.Refresh

Screen.MousePointer = vbDefault

'inicio do renderer

Dim strings As New MapObjects2.strings
Dim recs As Recordset
Dim i As Integer

Set layer = Map1.Layers("dser_pol")
Set recs = layer.Records

Do While Not recs.EOF
    strings.Add recs("sprclasse").Value
    recs.MoveNext
Loop

Set layer.Renderer = New ValueMapRenderer
layer.Renderer.Field = "sprclasse"

' add the unique values to the renderer
layer.Renderer.ValueCount = strings.Count

For i = 0 To strings.Count - 1
    layer.Renderer.Value(i) = strings(i)
Next i
' initialize the MapTip class

m_mapTip.Initialize Map1, tmrToolTip, picToolTip, lblToolTip
m_mapTip.SetLayer layer, "sprclasse"

End Sub

Private Sub Command5_Click()
    Unload fm_11
End Sub

Private Sub Command6_Click()
' Zoom Map Out
    Dim r As New MapObjects2.Rectangle
    Set r = Map1.Extent
    r.ScaleRectangle 1.5
    Map1.Extent = r

End Sub

```

```
Private Sub Command7_Click()

Map1.Extent = Map1.FullExtent

End Sub
Private Sub Command8_Click()

Screen.MousePointer = vbHourglass

'Set Map1.Layers("dbp_pol").Renderer = Nothing

Map1.Layers("dbp_pol").Visible = True ' show declividade Bonfim Paulista
Map1.Layers("dcc_pol").Visible = True ' hide declividade carvinhos
Map1.Layers("drp_pol").Visible = True ' hide declividade Ribeirão
Map1.Layers("dser_pol").Visible = True ' hide declividade Serrana
Map1.Refresh
Screen.MousePointer = vbDefault

End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim dc As New DataConnection
Dim layer As MapLayer

dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"
If dc.Connect Then

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("dbp_pol")
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("dcc_pol")
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("drp_pol")
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer
Set layer = New MapLayer

Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("dser_pol")
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer
Set layer = New MapLayer

Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")
layer.Visible = True
layer.Symbol.Color = moGray
Map1.Layers.Add layer

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
```

```

End If

Screen.MousePointer = vbDefault

'inicio do renderer

Dim strings As New MapObjects2.strings
Dim recs As Recordset
Dim i As Integer

Set layer = Map1.Layers("dbp_pol")
Set recs = layer.Records

Do While Not recs.EOF
    strings.Add recs("sprclasse").Value
    recs.MoveNext
Loop

Set layer.Renderer = New ValueMapRenderer
layer.Renderer.Field = "sprclasse"

' add the unique values to the renderer
layer.Renderer.ValueCount = strings.Count

For i = 0 To strings.Count - 1
    layer.Renderer.Value(i) = strings(i)
Next i

' initialize the MapTip class

m_mapTip.Initialize Map1, tmrToolTip, picToolTip, lblToolTip
m_mapTip.SetLayer layer, "sprclasse"

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False
Dim lyr As MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grade_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 2000
Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lyr.Renderer.Field = "grade_lin"
lyr.Renderer.AllowDuplicates = False

End Sub
Private Sub Map1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    m_mapTip.MouseMove X, Y
End Sub

Private Sub tmrToolTip_Timer()
    m_mapTip.Timer
End Sub

```

```

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    Dim r As Rectangle
    Set r = Map1.TrackRectangle
    If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
    ' Set the ScaleBar's MapExtent.
    '
    With ScaleBar1.MapExtent
        .MinX = Map1.Extent.Left
        .MinY = Map1.Extent.Bottom
        .MaxX = Map1.Extent.Right
        .MaxY = Map1.Extent.Top
    End With
    '
    ' Set the ScaleBar's PageExtent.
    '
    With ScaleBar1.PageExtent
        .MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
        .MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
        .MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX
        .MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
    End With
    '
    ' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
    '
    ScaleBar1.Refresh

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO NOVO (TODOS)

```

Option Explicit

'Dim m_mapTip As New MapTip

Private m_mapTip As New MapTip

Dim g_layer As MapLayer
Private Sub Command1_Click()

    CommonDialog1.Filter = "ESRI Shapefiles (*.shp)|*.shp"

    CommonDialog1.ShowOpen

    If Len(CommonDialog1.FileName) = 0 Then Exit Sub

    Dim dc As New DataConnection

```

```
dc.Database = CurDir
If Not dc.Connect Then Exit Sub
Text1.text = CommonDialog1.FileName
Dim name As String
name = Left(CommonDialog1.FileTitle, Len(CommonDialog1.FileTitle) - 4)
Dim gs As GeoDataset
Set gs = dc.FindGeoDataset(name)
If gs Is Nothing Then Exit Sub
Set g_layer = New MapLayer
Set g_layer.GeoDataset = gs
End Sub

Private Sub Command2_Click()
If (Not g_layer Is Nothing) Then
Map1.Layers.Clear
Map1.Layers.Add g_layer
Map1.Extent = Map1.FullExtent
End If
End Sub

Private Sub Command3_Click()
Unload fm_12
Unload fm_14
Unload fm_23
End Sub

Private Sub Command4_Click()
fm_23.Visible = True
End Sub

Private Sub Command5_Click()
fm_24.Visible = True
End Sub

Private Sub Form_Load()
'Initialize MapTip class (used in Identify tool)
m_mapTip.Initialize Map1, TmrMapTip, picMapTip, lblMapTip
End Sub
```

```
Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
  If Toolbar1.Buttons(1).Value = 1 Then
```

```
    Call fm_14.Identify(X, Y)
```

```
    fm_14.ZOrder 0
```

```
  ElseIf Toolbar1.Buttons(2).Value = 1 Then
```

```
    Map1.Pan
```

```
  ElseIf Toolbar1.Buttons(3).Value = 1 Then
```

```
    Call DoZoomin
```

```
  End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
```

```
  '
```

```
  ' Set the ScaleBar's MapExtent.
```

```
  '
```

```
  With ScaleBar1.MapExtent
```

```
    .MinX = Map1.Extent.Left
```

```
    .MinY = Map1.Extent.Bottom
```

```
    .MaxX = Map1.Extent.Right
```

```
    .MaxY = Map1.Extent.Top
```

```
  End With
```

```
  '
```

```
  ' Set the ScaleBar's PageExtent.
```

```
  '
```

```
  With ScaleBar1.PageExtent
```

```
    .MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
```

```
    .MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
```

```
    .MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX
```

```
    .MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
```

```
  End With
```

```
  '
```

```
  ' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
```

```
  '
```

```
  ScaleBar1.Refresh
```

```
End Sub
```

```
' ***** TOOLTIP *****
```

```
Private Sub tmrMapTip_Timer()
```

```
  m_mapTip.Timer
```

```
End Sub
```

```
Public Sub updateMapTipLayer()
```

```
  m_mapTip.SetLayer Map1.Layers(cboTipLayer.text), _  
    cboTipField.text
```

```
End Sub
```

```

Public Sub updateTipField()

    cboTipField.Clear

    'If we've selected tips on an image layer, set check box to false cuz we can't display
    'tips for images.
    If cboTipLayer = "" Then
        chkTipLayer.Value = 0
        Exit Sub
    End If

    'Now populate the listbox for the selected field
    Dim tb As MapObjects2.TableDesc
    Set tb = Map1.Layers(fm_12.cboTipLayer.text).Records.TableDesc
    Dim fType As String, itemToSet As String
    Dim numFields As Integer
    numFields = tb.FieldCount
    Dim firstString As Boolean
    firstString = True

    Dim i As Integer
    For i = 0 To numFields - 1
        fType = tb.FieldType(i)
        If fType = moString Or fType = moLong Or fType = moDouble Then
            cboTipField.AddItem tb.FieldName(i)
            If firstString = True And fType = moString Then
                firstString = False
                itemToSet = tb.FieldName(i)
            End If
        End If
    Next i

    'Make the first string field the default field
    If itemToSet <> "" Then
        fm_12.cboTipField.text = itemToSet
    Else
        fm_12.cboTipField.text = cboTipField.List(0)
    End If

    'Update the layer and field in MapTip class
    m_mapTip.SetLayer Map1.Layers(cboTipLayer.text), cboTipField.text

End Sub

Public Sub refreshMapTips()

    'This procedure rebuilds the combo boxes in the tray panels
    'on the bottom of the moView main form.

    'Clear the layer and field combo boxes
    cboTipLayer.Clear
    cboTipField.Clear

    'Get the number of layers in the Layers collection.
    Dim numLayers As Integer
    numLayers = Map1.Layers.Count

```

```

Dim curLayer As Object 'declared as object because it might be MapLayer or ImageLayer
Dim curLayerName As String 'name of current layer
Dim curLayerType As Integer 'whether MapLayer or ImageLayer type
Dim curShapeType As Integer 'whether point, line or polygon MapLayer

```

```

Dim i As Integer

```

```

For i = 0 To numLayers - 1
  Set curLayer = fm_12.Map1.Layers(i)
  curLayerName = curLayer.name

```

```

  'Check for and ignore image layers. Do all other layer types.

```

```

  curLayerType = curLayer.LayerType
  If curLayerType <> molImageLayer Then
    cboTipLayer.AddItem curLayerName
  End If

```

```

Next i

```

```

'Make the first MapLayer the ToolTip layer

```

```

If cboTipLayer.ListCount > 0 Then
  cboTipLayer.ListIndex = 0
  updateTipField
End If

```

```

End Sub

```

```

Private Sub cboTipField_Click()

```

```

  'Update the layer and field in MapTip class

```

```

  If cboTipField.text <> "" Then
    m_mapTip.SetLayer fm_12.Map1.Layers(cboTipLayer.text), cboTipField.text
  End If

```

```

End Sub

```

```

Private Sub cboTipLayer_Click()

```

```

  updateTipField

```

```

End Sub

```

```

Private Sub chkTipLayer_Click()

```

```

  'If no layers, then turn check box off...

```

```

  If Map1.Layers.Count = 0 Then
    chkTipLayer.Value = 0

```

```

  ElseIf chkTipLayer.Value = 1 Then

```

```

    'If on, then make layer and field combo boxes

```

```

    'accessible. Then initiate MapTip class.

```

```

    Call refreshMapTips

```

```

    picMapTip.ZOrder 0

```

```

    lblMapTip.ZOrder 0

```

```

  ElseIf chkTipLayer.Value = 0 Then

```

```

    'If off, dim the layer and field combo boxes and

```

```

    'disable MapTip.

```

```

    cboTipLayer.Clear

```

```

    cboTipField.Clear

```

```

    picMapTip.ZOrder 1
    lblMapTip.ZOrder 1
End If

End Sub

Private Sub updateMapTip()

    If fm_12.Map1.Layers.Count = 0 Then
        fm_12.cboTipLayer.Clear
        fm_12.cboTipField.Clear
    Else
        'Set the default layer and field to be the first layer,
        'first field.
        Call fm_12.updateMapTipLayer
    End If

End Sub

Private Sub Map1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

    'This procedure updates the coordinate display in the status bar.
    Dim curPoint As Point
    Dim curX As Double
    Dim curY As Double
    'Convert screen coordinates to map coordinates
    Set curPoint = Map1.ToMapPoint(X, Y)
    curX = curPoint.X
    curY = curPoint.Y
    'If map coordinates are large, suppress digits to right of decimal place.
    Dim cX As String, cy As String
    cX = curX
    cy = curY
    cX = Left(cX, InStr(cX, ".") + 2)
    cy = Left(cy, InStr(cy, ".") + 2)
    ' sbrStatus.Panels(2).text = "X:" & cX & " Y:" & cy

    'Now trigger the MapTip's mousemove...
    If chkTipLayer.Value = 1 And cboTipLayer.ListCount > 0 Then
        m_mapTip.MouseMove X, Y
    End If

End Sub

Sub DoZoom()
    ' Zoom Map Out
    Dim r As New MapObjects2.Rectangle
    Set r = Map1.Extent
    r.ScaleRectangle 1.5
    Map1.Extent = r

End Sub

Sub DoZoomin()

Dim r As New MapObjects2.Rectangle
```

```

Set r = Map1.TrackRectangle
If Not r Is Nothing Then Set Map1.Extent = r

End Sub

Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)

If Button.Index = 5 Then
    Map1.Extent = Map1.FullExtent

ElseIf Button.Index = 4 Then
    Call DoZoom

End If

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO MIX (GEOLOGIA X MATERIAIS X PROFUNDIDADE, linhas)

```

Option Explicit

Private Sub Command1_Click()
    Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    ' Zoom Map Out
    Dim r As New MapObjects2.Rectangle
    Set r = Map1.Extent
    r.ScaleRectangle 1.5
    Map1.Extent = r
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    Unload fm_13
    Unload fm_17
End Sub

Private Sub Command4_Click()
    fm_17.Visible = True
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Dim dc As New DataConnection
    Dim layer As MapLayer

    dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

    If dc.Connect Then

        Set layer = New MapLayer
        layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("psr_lin")
    End If
End Sub

```

```

layer.Symbol.Color = moBrown
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")
layer.Visible = True
layer.Symbol.Color = moGray
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("mat_lin")
layer.Symbol.Color = moOrange
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("geo_lin")
layer.Symbol.Color = moGreen
layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Else
    MsgBox "mapa não encontrado"

End If

Dim ler As New MapLayer

Set ler = New MapLayer
Set ler = Map1.Layers("grade_lin")
Set ler.Renderer = New LabelRenderer
ler.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
ler.Renderer.SplinedText = False

' Set up the Legend, linked to the Map.
legend1.setMapSource Map1
legend1.LoadLegend True
End Sub

Private Sub legend1_AfterSetLayerVisible(Index As Integer, isVisible As Boolean)
    ' Refresh the Map - we may have changed it's layer properties.
    Map1.Refresh
End Sub

Private Sub Form_Resize()

    legend1.Move 30, 30, Me.ScaleWidth * 0.4, Me.ScaleHeight - 120
    Map1.Move legend1.Left + legend1.Width + 60, legend1.Top, Me.ScaleWidth - legend1.Width - 120,
legend1.Height

End Sub

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

```

```

'
' Zoom in on the Map psr.
'
Set Map1.Extent = Map1.TrackRectangle

End Sub

Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
'
' Set the ScaleBar's MapExtent.
'
With ScaleBar1.MapExtent
.MinX = Map1.Extent.Left
.MinY = Map1.Extent.Bottom
.MaxX = Map1.Extent.Right
.MaxY = Map1.Extent.Top
End With
'
' Set the ScaleBar's PageExtent.
'
With ScaleBar1.PageExtent
.MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
.MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
.MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX

.MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
End With
'
' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
'
ScaleBar1.Refresh

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO GEOMAT (GEOLOGIA X MATERIAIS X PROFUNDIDADE, área)

```

Private Sub Command1_Click()
' Zoom Map Out
Dim r As New MapObjects2.Rectangle
Set r = Map1.Extent
r.ScaleRectangle 1.5
Map1.Extent = r

End Sub

Private Sub Command2_Click()
' Zoom Map Out
Dim r As New MapObjects2.Rectangle
Set r = Map2.Extent
r.ScaleRectangle 1.5
Map2.Extent = r

```

End Sub

```
Private Sub Command3_Click()  
' Zoom Map Out  
Dim r As New MapObjects2.Rectangle  
Set r = Map3.Extent  
r.ScaleRectangle 1.5  
Map3.Extent = r
```

End Sub

```
Private Sub Command4_Click()  
Unload fm_17  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
mapa1  
mapa2  
mapa3
```

End Sub

```
Sub mapa1()
```

```
Dim dc As New DataConnection  
Dim layer As MapLayer
```

```
dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"
```

```
If dc.Connect Then  
Set layer = New MapLayer  
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("geol_pol")  
layer.Symbol.Color = moPaleYellow  
layer.Visible = True  
Map1.Layers.Add layer
```

```
Set layer = New MapLayer  
layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grade_lin")  
layer.Symbol.Color = moLimeGreen  
layer.Visible = True  
Map1.Layers.Add layer
```

```
Else  
MsgBox "mapa não encontrado"  
End If
```

```
Dim f As New StdFont  
f.name = "Arial"  
f.Bold = False
```

```
Set layer = New MapLayer  
Set layer = Map1.Layers("geol_pol")  
Set layer.Renderer = New LabelRenderer  
Set layer.Renderer.Symbol(0).Font = f
```

```

layer.Renderer.Symbol(0).Height = 500
layer.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
layer.Renderer.AllowDuplicates = True

Set layer = New MapLayer
Set layer = Map1.Layers("grade_lin")
Set layer.Renderer = New LabelRenderer
' Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
' lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
layer.Renderer.Field = "sprclasse"
layer.Renderer.AllowDuplicates = True

End Sub

Sub mapa2()

Dim lyr As MapLayer
Dim lr As MapLayer
Dim dc As DataConnection

Set dc = New DataConnection

dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

If dc.Connect Then
Set lyr = New MapLayer
Set lyr.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("pro_pol")
lyr.Symbol.Color = moLimeGreen
lyr.Visible = True
Map2.Layers.Add lyr

Set lyr = New MapLayer
Set lyr.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grd_lin")
lyr.Symbol.Color = moNavy
lyr.Visible = True
Map2.Layers.Add lyr

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
End If

Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False

Set lr = New MapLayer
Set lr = Map2.Layers("pro_pol")
Set lr.Renderer = New LabelRenderer
lr.Renderer.AllowDuplicates = True
lr.Renderer.SplinedText = False
lr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Set lr.Renderer.Symbol(0).Font = f
lr.Renderer.Field = "SPRCLASSE"

Set lr = New MapLayer
Set lr = Map2.Layers("grd_lin")

```

```

Set Ir.Renderer = New LabelRenderer
'Set lyr.Renderer.Symbol(0).Font = f
'lyr.Renderer.Symbol(0).Height = 500
Ir.Renderer.Field = "sprclasse"
Ir.Renderer.AllowDuplicates = True

End Sub

Sub mapa3()

Dim Ir As MapLayer
Dim dc As DataConnection

Set dc = New DataConnection

dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"

If dc.Connect Then
Set Ir = New MapLayer
Set Ir.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("mi_pol")
Ir.Symbol.Color = moBrown
Ir.Visible = True
Map3.Layers.Add Ir

Set Ir = New MapLayer
Ir.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("gra_lin")
Ir.Symbol.Color = moLimeGreen
Ir.Visible = True
Map3.Layers.Add Ir

Else
MsgBox "mapa não encontrado"
End If

Dim map As MapLayer
Dim f As New StdFont
f.name = "Arial"
f.Bold = False

Set map = New MapLayer
Set map = Map3.Layers("mi_pol")
Set map.Renderer = New LabelRenderer
map.Renderer.Symbol(0).Height = 500
map.Renderer.Symbol(0).Color = moYellow
Set map.Renderer.Symbol(0).Font = f
map.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
map.Renderer.AllowDuplicates = True

Set Ir = New MapLayer
Set Ir = Map3.Layers("gra_lin")
Set Ir.Renderer = New LabelRenderer
'Ir.Renderer.Symbol(0).Height = 500
'Ir.Renderer.Symbol(0).Color = moYellow
'Set Ir.Renderer.Symbol(0).Font = f
Ir.Renderer.Field = "SPRCLASSE"
Ir.Renderer.AllowDuplicates = True

```

End Sub

```
Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    ' Zoom in on the Map.
    Set Map1.Extent = Map1.TrackRectangle
End Sub
```

```
Private Sub Map2_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    ' Zoom in on the Map.
    Set Map2.Extent = Map2.TrackRectangle
End Sub
```

```
Private Sub Map3_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    '
    ' Zoom in on the Map.
    '
    Set Map3.Extent = Map3.TrackRectangle

End Sub
```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO ACHA (ÁREAS CHAVES)

```
Private Sub Command1_Click()
    ' Zoom Map Out
    Dim r As New MapObjects2.Rectangle
    Set r = Map1.Extent
    r.ScaleRectangle 1.5
    Map1.Extent = r

```

End Sub

```
Private Sub Command2_Click()
    Map1.Extent = Map1.FullExtent
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
    Unload fm_19
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Dim dc As New DataConnection
    Dim layer As MapLayer
```

```
    dc.Database = "C:\gracipro\maps\teste\"
    If dc.Connect Then
```

```
        Set layer = New MapLayer
        Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("grd_lin")
        layer.Symbol.Color = moOlive
    End If
End Sub
```

```

layer.Visible = True
Map1.Layers.Add layer

Set layer = New MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("acha_pol")
layer.Visible = True
layer.Symbol.Color = moOrange
Map1.Layers.Add layer

Else
  MsgBox "mapa não encontrado"
End If

Dim lyr As New MapLayer

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("acha_pol")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Field = "nareæ"
lyr.Renderer.AllowDuplicates = True

Set lyr = New MapLayer
Set lyr = Map1.Layers("grd_lin")
Set lyr.Renderer = New LabelRenderer
lyr.Renderer.SplinedText = False
lyr.Renderer.Field = "sprclasse"
End Sub

Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

  Dim a As Rectangle

  Set a = Map1.TrackRectangle

  If Not a Is Nothing Then Set Map1.Extent = a

End Sub

Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As stdole.OLE_HANDLE)
  '
  ' Set the ScaleBar's MapExtent.
  '
  With ScaleBar1.MapExtent
    .MinX = Map1.Extent.Left
    .MinY = Map1.Extent.Bottom
    .MaxX = Map1.Extent.Right
    .MaxY = Map1.Extent.Top
  End With
  '
  ' Set the ScaleBar's PageExtent.
  '
  With ScaleBar1.PageExtent
    .MinX = Map1.Left / Screen.TwipsPerPixelX
    .MinY = Map1.Top / Screen.TwipsPerPixelY
    .MaxX = (Map1.Left + Map1.Width) / Screen.TwipsPerPixelX
  End With

```

```

    .MaxY = (Map1.Top + Map1.Height) / Screen.TwipsPerPixelY
End With
'
' Refresh the ScaleBar after the Map has changed.
'
ScaleBar1.Refresh

End Sub

```

CÓDIGO DO FORMULÁRIO SCON (CONSULTAS AOS DADOS DE SONDAgens)

```

Dim gsql As String

Private Sub Command1_Click()

gsql = "SELECT sondagem.npt, sondagem.vspt, sondagem.prof FROM sondagem"

Adodc1.CommandType = adCmdText
Adodc1.RecordSource = gsql

dtgrid.Columns(0).Visible = False
dtgrid.Columns(1).Visible = True
dtgrid.Columns(2).Visible = False
dtgrid.Columns(3).Visible = False
dtgrid.Columns(4).Visible = False
dtgrid.Columns(5).Visible = True
dtgrid.Columns(6).Visible = True
dtgrid.Columns(7).Visible = False
dtgrid.Columns(8).Visible = False
dtgrid.Columns(9).Visible = False
dtgrid.Columns(10).Visible = False
dtgrid.Columns(11).Visible = False

Adodc1.Refresh
dtgrid.Refresh

End Sub

Private Sub Command2_Click()

Dim a As Double
Dim b As Double

a = Val(InputBox("entre prof1:"))
b = Val(InputBox("entre prof2:"))

gsql = (("SELECT npt, vspt, prof FROM sondagem WHERE prof Between ") & a & (" And ") & b)

Adodc1.CommandType = adCmdText

Adodc1.RecordSource = gsql

```

```
dtgrid.Columns(0).Visible = False
dtgrid.Columns(1).Visible = True
dtgrid.Columns(2).Visible = False
dtgrid.Columns(3).Visible = False
dtgrid.Columns(4).Visible = False
dtgrid.Columns(5).Visible = True
dtgrid.Columns(6).Visible = True
dtgrid.Columns(7).Visible = False
dtgrid.Columns(8).Visible = False
dtgrid.Columns(9).Visible = False
dtgrid.Columns(10).Visible = False
dtgrid.Columns(11).Visible = False
```

```
Adodc1.Refresh
dtgrid.Refresh
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
Dim a As Integer
Dim b As Integer
```

```
a = Val(InputBox("entre spt1:"))
b = Val(InputBox("entre spt2:"))
```

```
gsq = ("SELECT npt, vspt, prof FROM sondagem WHERE vspt Between ") & a & (" And ") & b
```

```
Adodc1.CommandType = adCmdText
```

```
Adodc1.RecordSource = gsql
```

```
dtgrid.Columns(0).Visible = False
dtgrid.Columns(1).Visible = True
dtgrid.Columns(2).Visible = False
dtgrid.Columns(3).Visible = False
dtgrid.Columns(4).Visible = False
dtgrid.Columns(5).Visible = True
dtgrid.Columns(6).Visible = True
dtgrid.Columns(7).Visible = False
dtgrid.Columns(8).Visible = False
dtgrid.Columns(9).Visible = False
dtgrid.Columns(10).Visible = False
dtgrid.Columns(11).Visible = False
```

```
Adodc1.Refresh
dtgrid.Refresh
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
Unload fm_21
```

```
End Sub
```

APÊNDICE C

PÁGINAS DOS DADOS NA INTERNET - CD-Room

APÊNDICE C

PÁGINAS DOS DADOS NA INTERNET - CD-Room

INSTRUÇÕES PARA LEITURA DO CD

- 1- Para visualizar os dados dos mapas, deve-se usar o Sistema Operacional Windows.
- 2- Inicialmente, deve-se instalar o pluging do Java que está no CDRoom, o artigo com o nome j2re1_3_0_win.exe.
- 3- Deve-se entrar no diretório do CD e abrir o arquivo inicial.html.
- 4- Esse arquivo abrirá uma página que possui os nomes dos mapas, deve-se clicar na palavra correspondente ao mapa que deseja visualizar.

MAPAS DA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO - CD-Room