

Modelagem de SIG para Análise de Temas Geo-Ambientais

Geól. Edgard Fernandes ¹

Eng. Marcelo Teixeira Moreira ²

IBGE – Digeo/Sul -SC
88000 Florianópolis - SC

¹ ✉ edgard@ibge.gov.br

ITIS Informática Ltda.
88000 – Florianópolis

² ✉ mmoreira@itis.com.br

Conteúdo	
	1 Introdução
	2 Metodologia
	2.1 Aquisição e Edição de Dados
	2.1.1 Digitalização dos Mapas Temáticos
	2.1.2 Edição dos Arquivos Gráficos
	2.2 Gerenciamento de Dados em Ambiente SIG
	2.2.1 Banco de Dados.
	2.2.2 Criação de Projetos
	2.2.3 Criação de Categorias e Feições
	2.2.4 Registrando Mapas
	2.3 Manipulação e Análises
	2.3.1 Análises Topológicas
	2.3.2 Ressimbolização Temática
	3 Conclusão
	4 Bibliografia

Resumo : O escopo deste artigo é demonstrar as potencialidades da utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), na elaboração de cruzamentos temáticos para o estudo do espaço geográfico. O modelo desenvolve uma nova dinâmica para manipulação e recuperação de informações nas consultas ao banco de dados, traduzindo-as em respostas no ambiente gráfico, com realimentação de resultados, ampliando as perspectivas aos questionamentos e formulações de modelos de análise.

A compreensão dos métodos de análise clássicos, dos relacionamentos entre os dados gráficos e seus atributos alfanuméricos é essencial para a interpretação e validação dos resultados obtidos no desenvolvimento de um "projeto" SIG,

Com a utilização do sistema computacional MicroStation Geographics, associado a um banco de dados, para o desenvolvimento do modelo proposto, poderão ser elaborados mapeamentos temáticos de uma forma mais ágil, com substancial redução de tempo e trabalho, se comparado aos métodos tradicionais, que utilizam a sobreposição de overlays com os dados temáticos para realização desse mesmo trabalho.

Através da inclusão dos resultados, a outros contextos relacionados ou não diretamente ao meio geográfico, criam-se novas metodologias, fortalecendo os conceitos multidisciplinares.

Palavras chave : COBRAC, Cadastro Técnico, SIG, Mapas Temáticos, Análise Ambiental, MicroStation Geographics.

Abstract : The issue of this paper is to demonstrate the potentialities of the use of a System of Geographical Information (SIG), in the elaboration of thematic crossings for the study of the geographical space. The model develops a new dynamics for manipulation and recovery of information in the consultations to the database, translating them in answers in the graphic atmosphere, with feedback of results, enlarging the perspectives to the studies and formulations of analysis models.

The understanding of the classic analysis methods, of the relationships between the graphic data and its alphanumeric attributes is essential for the interpretation and validation of the results obtained in the development of a "project" SIG, With the use of the system computacional MicroStation Geographics, associated to a database, for the development of the proposed model, thematic mappings in a more agile way can be elaborated, with substantial reduction of time and work, if compared to the traditional methods, that use the overlays with the thematic data for accomplishment of that same work.

Through the inclusion of the results, the other related contexts or non directly to the geographical way, new methodologies are created, strengthening the multi disciplines concepts.

Keywords : COBRAC, Technical Cadaster, GIS, Thematic Maps, Environmental Analysis, MicroStation Geographics.

1 Introdução

Em 1987 iniciaram-se em Santa Catarina os estudos relativos ao gerenciamento da zona costeira, com a assinatura de convênios entre a Secretaria de Estado e Coordenação Geral e Planejamento, a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA), a Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente (FATMA) e a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Os trabalhos foram realizados pelo IBGE, através da sua Diretoria de Geociências, segundo uma metodologia própria da equipe multidisciplinar do IBGE, e expressa por mapas na escala 1:100.000, acompanhados de Relatórios Técnicos.

Este artigo buscou descrever o modelo desenvolvido em ambiente SIG, em substituição às técnicas tradicionais utilizadas pela equipe do IBGE para a obtenção do mapa morfopedológico que em síntese expressa a caracterização dos sistemas naturais e que é uma das fases da metodologia utilizada na elaboração de Diagnósticos Ambientais.

Utilizando de recursos mais recentes do software *MicroStation Geographics - MSGG*, visou-se demonstrar as potencialidades da utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), na elaboração e cruzamentos temáticos para o estudo do espaço geográfico adaptá-los e conduzi-los para trabalhos específicos de mapas integrados, contribuindo assim, com este tipo de material gráfico, para o desenvolvimento dos trabalhos de diagnose ambiental.

2 Metodologia

Para o desenvolvimento do Projeto foram utilizados:

- O software *MicroStation 95*, versão 05.05.03.31 de Julho de 1996 na digitalização dos dados gráficos e o módulo *MicroStation Geographics* para o tratamento e análise destes dados em ambiente SIG.
- O gerenciador de Banco de Dados *Microsoft.Acess 97*.
- Mesa SUMMAGRAPH para a entrada dos dados gráficos.
- PC - AMD K6/2-450 com 128 Mb de memória RAM.

2.1 Aquisição e Edição de Dados

Para STAR e ESTES (1990), o conhecimento sobre a forma como os dados, tanto espaciais, bem como não espaciais, são organizados em um SIG é, extremamente valioso. "Os usuários devem estar cientes das características das várias estruturas diferentes, das formas padrão comumente utilizadas, bem como conhecer de que maneira a estrutura de dados pode afetar o volume de armazenagem e a eficiência no processamento".

Para WOLSKI (1977) "Muito embora deva-se considerar a importância do hardware, do software e do contexto organizacional envolvidos, o valor de um sistema de informação geográfica está nos dados que alimentam esse sistema. A estruturação ou montagem da base de dados abrange todos os passos desde a coleta das informações até sua introdução no sistema e preparação para a execução das análises. É considerada a etapa mais cara e demorada da operacionalização do SIG. As características que vão interferir na posterior utilização desses dados, como o referencial geográfico adotado (sistema de projeção cartográfica), a escala de trabalho, a estruturação dos diferentes tipos de dados e a ligação entre os componentes espaciais e descritivos da informação temática, são definidas nesse momento."

Os dados deste trabalho foram obtidos dos mapeamentos temáticos realizados pelo IBGE na área do município de São Francisco do Sul e lançados numa base cartográfica obtida a partir das cartas planialtimétricas São Francisco do Sul (SG22-Z-B-II-2) e Araquari, (SG22-Z-B-II-4), na escala 1:50.000, editadas pelo IBGE.

2.1.1 Digitalização dos Mapas Temáticos

Definiu-se como melhor opção dentre as ferramentas de desenho disponíveis no *MicroStation*, a utilização do comando *place smart line*, com as variáveis de digitalização com valores assumidos de: Delta – 25, *Tolerance* – 120, *Angle* – 5 e *Area* – 0, valores estes definidos de acordo com a escala utilizada no trabalho. (Fig1).

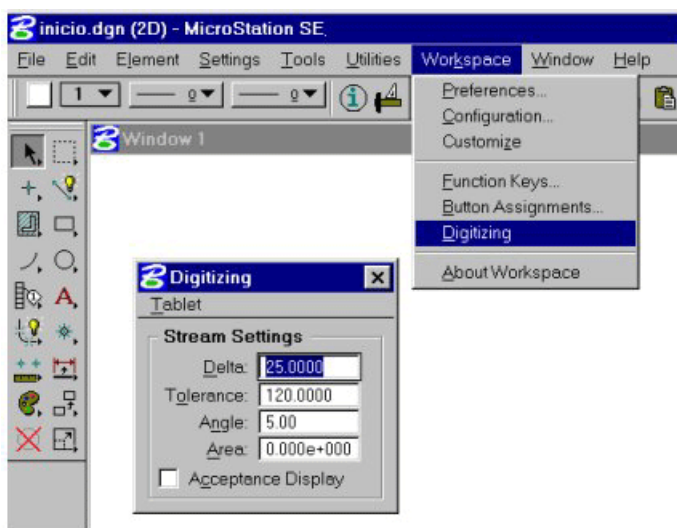


Figura 1 : Variáveis de digitalização.

Os dados gráficos foram então digitalizados em uma mesa digitalizadora SUMMAGRAPH, e se constituíram nos mapas temáticos de

geologia, geomorfologia e pedologia. WOLSKY (op.cit.) descreve com detalhes os procedimentos para esta fase de digitalização.

2.1.2 Edição dos Arquivos Gráficos

Uma das características de maior importância dos dados tratados por SIG é a topologia, pois é através dela que se define o conjunto de relações espaciais complexas, explícitas ou não, entre dois elementos, tais como por exemplo, distância, vizinhança, forma, tamanho e similaridade e que devem ser preservadas quando ocorre a transformação das informações da forma analógica (mapa) para a forma digital, pois é através dessa estrutura topológica que uma feição mapeada passa a conter informações sobre seu relacionamento geográfico com outras feições.

A estrutura topológica pode ser construída durante a entrada de dados, na fase de edição, ou através de uso de uma programação específica, que crie a estrutura topologia utilizando o conjunto de linhas ou cadeias do arquivo gráfico. Nas duas situações, observa-se um aumento significativo no volume de dados a serem armazenados.

Nessa etapa, que, dependendo da qualidade dos dados digitalizados, pode consumir tempo e recursos superiores à fase de digitalização, foram executadas as correções e ajustes necessários, como o ajuste de nós, fechamento de polígonos, ajuste de bordas e geração da topologia, através de comandos que permitem mover, rotacionar, apagar, inserir, alongar ou quebrar as entidades gráficas. Isto porque, a qualidade dos dados gráficos é essencial para o sucesso da análise topológica dos dados de um Projeto.

Com as ferramentas de limpeza e verificação da topologia foi possível obter-se a melhoria da consistência de informações gráficas, validando-as para a utilização, desta forma possibilitando o aproveitamento de bases gráficas previamente digitalizadas e verificando e refinando a qualidade do trabalho em execução. FERNANDES (1999), descreve o uso destas ferramentas em detalhe.

2.2 Gerenciamento de Dados em Ambiente SIG

O *MicroStation GeoGraphics* – **MSGG**, organiza dados e arquivos gráficos em projetos – uma coleção de categorias (*categories*), feições (*features*), mapas e definições de atributos usados para organizar as informações de uma aplicação ou trabalho.. Os dados gráficos podem ser associados à dados alfanuméricos os quais são armazenados em banco de dados.

São abordados a seguir os procedimentos adotados na criação de um Projeto ou Aplicação, no *MicroStation GeoGraphics*.

2.2.1 Banco de Dados.

Existem inúmeros programas para gerar e gerenciar banco de dados. No caso deste Projeto, o gerenciador do banco de dados adotado foi o *Microsoft Access 97*, pela facilidade de utilização e pelo fato da estrutura do banco de dados ser simples.

Neste banco de dados foram inseridos todos os atributos e informação pertinentes aos elementos do Projeto, onde foram modelados de acordo com as necessidades do gerenciador de SIG e dos objetivos das análises propostas. Foram então criadas tabelas específicas para cada tema, com campos que contém identificadores de cada um dos elementos que constituem o Projeto, bem como tabelas para receber os dados esperados dos cruzamentos topológicos previstos. (Fig. 2)

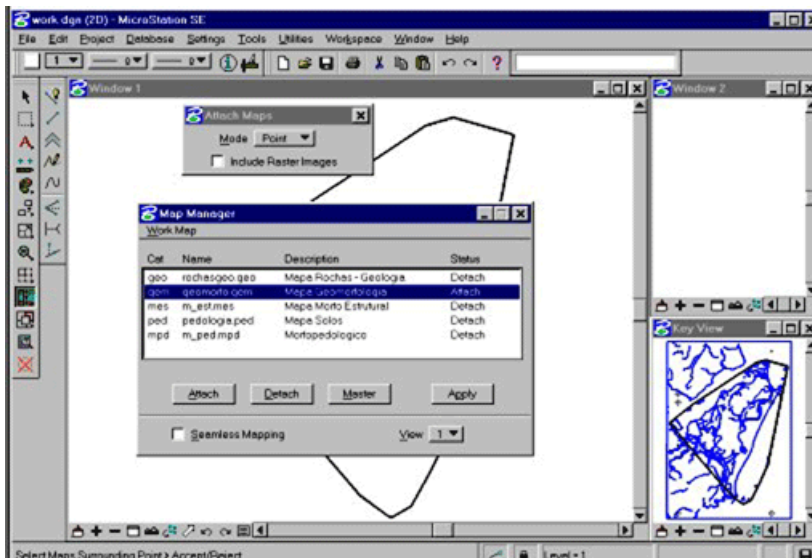


Figura 2 : Exemplo de Tabela de Banco de Dados.

2.2.2 Criação de Projetos

É necessário integrar todas as informações pertinentes aos temas analisados em um formato compatível ao Sistema de Informações Geográficas utilizado e isto é denominado de Projeto em um ambiente SIG.

A criação de um Projeto é o desenvolvimento de um conjunto de procedimentos que visam o preenchimento das tabelas e configuração das variáveis e elementos de controle do gerenciador do SIG, no *MicroStation GeoGraphics* – **MSGG**, e que também foram descritos por FERNANDES (op.cit.)

Foi inicialmente criado um diretório no disco rígido (Ex.: d:\ Projeto), onde foram armazenados todos os dados referentes ao projeto.

2.2.3 Criação de Categorias e Feições

As feições são entidades criadas para organizar os diversos tipos de topologias envolvidas em um projeto SIG. Foram criadas categorias de feições para organizar-se os dados gráficos e alfanuméricos, para sua posterior análise. Após otimizar a topologia dos mapas pôde-se iniciar criação e ligação das feições aos elementos topológicos.

Uma feição representa um objeto espacial com uma característica própria e que faça parte de um Projeto. Exemplo: uma linha de contorno de um polígono no mapa de geologia, poderia ser definida como uma feição "linha_contorno" dentro da categoria "geologia".

As categorias são as entidades que reúnem grupos de feições e poderiam ser compreendidas como os diversos temas de um Projeto. Exemplo: Se em Projeto trabalha-se com os temas de geologia, geomorfologia, solos, etc. então devem ser criadas categorias para cada um destes temas.

Todos arquivos de desenho, dentro de uma categoria, devem compartilhar da mesma extensão da categoria;

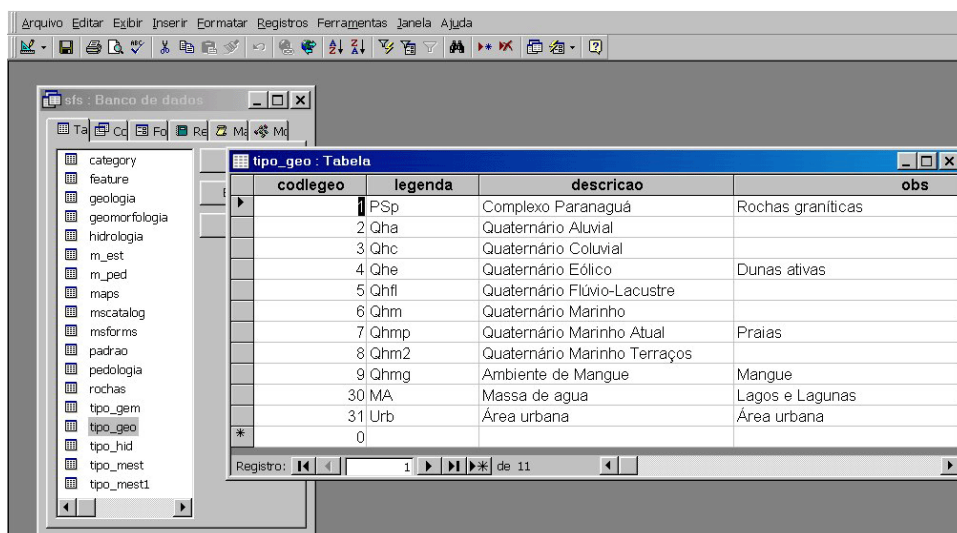
O nível (*Level*) do index de uma categoria deve ser único, ou seja, deve estar relacionado a apenas esta categoria.

Deve-se observar ainda a compatibilização do tipo de feição (linear, polígonos e nodes) e as formas gráficas (*line string, shape, node*) às quais estão relacionadas.

2.2.4 Registrando Mapas

Após a etapa de criação das categorias e feições foram registrados os desenhos ou mapas de cada tema do Projeto. Isto se faz necessário para que o gerenciador do SIG possa discretizar e manipular as informações das diferentes categorias criadas para cada tema.

Após este processo foi criado um mapa de vizinhança contendo os limites geográficos da região de abrangência do Projeto, possibilitando gerenciar todos seus dados gráficos, através do gerenciador de mapas (*Map Manager*) do SIG (Fig.3).



codlegeo	legenda	descricao	obs
1 PSp		Complexo Paranaguá	Rochas graníticas
2 Qha		Quaternário Aluvial	
3 Qhc		Quaternário Coluvial	
4 Qhe		Quaternário Eólico	Dunas ativas
5 Qhfl		Quaternário Flúvio-Lacustre	
6 Qhm		Quaternário Marinho	
7 Qhmp		Quaternário Marinho Atual	Praias
8 Qhm2		Quaternário Marinho Terraços	
9 Qhmg		Ambiente de Mangue	Mangue
30 MA		Massa de água	Lagos e Lagunas
31 Urb		Área urbana	Área urbana
* 0			

Figura 3 : Mapa de Vizinhança.

2.3 Manipulação e Análises

Neste ponto, de posse de todos estes elementos estruturados de acordo com o modelo de análise proposto, com seus dados gráficos editados, validados e estabelecidas suas conexões aos respectivos atributos de cada elementos, iniciou-se as análises pretendidas.

Foram desenvolvidos dois procedimentos básicos em geoprocessamento:

- Análises topológicas dos diversos temas através de seus elementos gráficos.
- Ressimbolização temática dos resultados obtidos.

2.3.1 Análises Topológicas

Esta é a ferramenta do MSGG, que nos permitiu fazer as análises espaciais, isto é, verificar as relações e interações entre os dados espaciais. Esta análise que foi realizada nesta etapa, é constituída por processos que tratam dados geográficos ou espaciais (dados que possuem um posicionamento expresso por coordenadas em um mapa) e seus atributos descritivos, alfanuméricos, (que estão representados num banco de dados convencional). Estes dados espaciais não existem sozinhos no espaço, por isso é possível não apenas localizá-los, mas ainda descobrir e representar as relações entre eles. Foi ainda utilizada para se realizar o cruzamento dos mapas temáticos de rochas, geomorfologia e pedologia obtendo o mapa morfopedológico ou de sistemas naturais.

Para isto, inicialmente foram criadas consultas ao banco de dados (*queries*), no *Database sql query builder*. Estas consultas sql nos

permitiram verificar quais dados e quais polígonos correspondiam ao nosso questionamento. (Fig. 4)

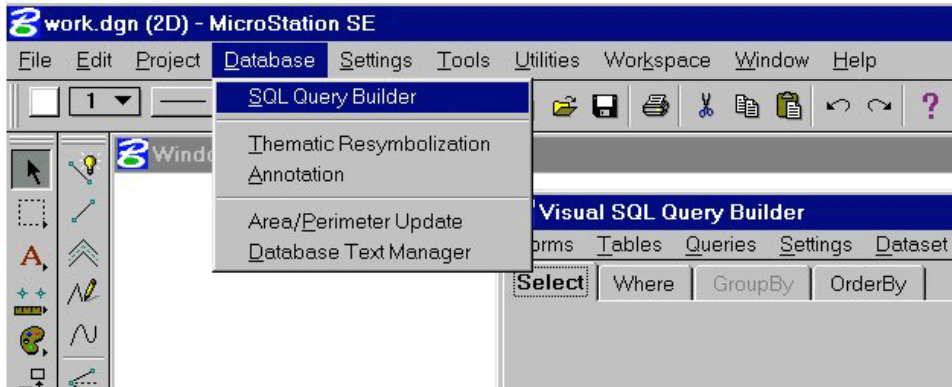


Figura 4 : SQL Query Builder.

Com a linguagem SQL foi possível desenvolver consultas em função de qualquer questionamento sobre um dado específico do banco de dados. Por exemplo: **Select * from rochas where codleroc = 1**. Isto nos permitiu extrair todos os registros da tabela "rochas", aos quais o código de rochas era igual a 1. Pôde-se verificar que houve um retorno de 100 registros que correspondiam ao questionamento feito, ou seja, tínhamos 100 polígonos cuja código correspondia ao atributo "1" o que é indicativo que eram constituídos por rochas granitóides, segundo os atributos da tabela rochas. (Fig.5)

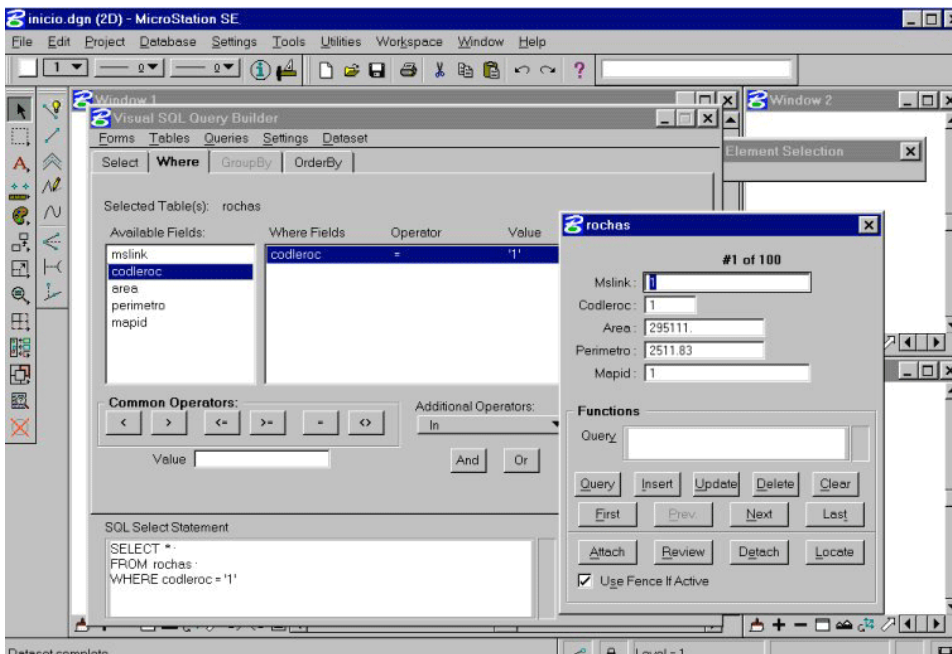


Figura 5 : Elaboração de uma pesquisa (query) ao Banco de Dados.

Cada uma das consultas (queries) foram salvas para uso posterior na elaboração dos layers (informações resultantes das consultas), utilizados nos cruzamentos dos dados.

Foram então elaborados os layers necessários ao cruzamento dos temas de interesse, por exemplo: rochas. e geomorfologia, utilizando-se a ferramenta de Análise Topológica, visando-se obter um mapa que expressasse a litologia com sua característica morfológica.

Foi necessário estabelecer-se de antemão um planejamento de quais consultas deveriam ser feitas, relativas a cada tema envolvido e quais as possibilidades de suas inter-relações com os outros temas, excluído-se as consultas cujas possibilidades de retorno fossem nulas. Exemplo: tipo geomorfológico "Dissecação em montanhas" X tipo pedológico "Areia Quatzosas Marinhas Hidromórficas Álicas". Este procedimento visou a otimização do processo de Análise Topológica na obtenção dos resultados pretendidos.

Para se obter como resultado, numa primeira etapa, aonde os polígonos de rochas graníticas apresentavam o relevo em colinas (Dc – Dissecação em colinas), procedeu-se da seguinte forma:

Criou-se um layer de consulta para identificar quais polígonos tinham o atributo codleroc da tabela rochas = 1 (granitos) e outro layer de consulta para identificar quais polígonos possuíam o atributo codlegem da tabela geomorfologia = 8 (Dissecação em Colinas) e cruzou-se os dois layers obtendo-se um terceiro layer tendo como resultado apenas os polígonos ou porções destes que satisfazem a condição de interseção, ou seja, cujos atributos são rochas graníticas com dissecação em colinas. (fig 6).

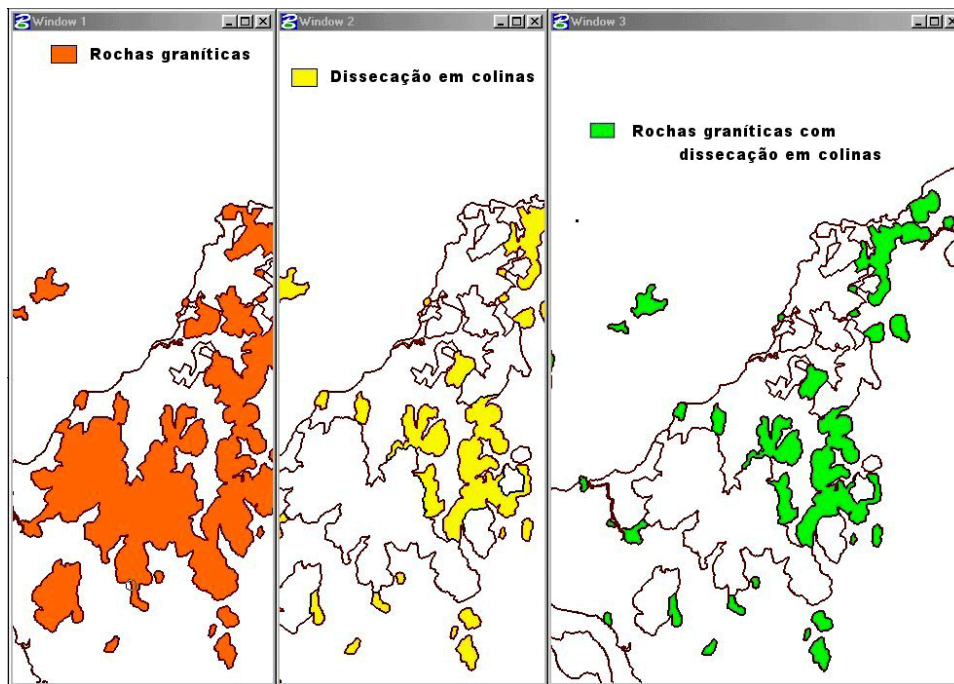


Figura 6 : Exemplo de Análise Topológica.

Para que os resultados obtidos pudessem ser utilizados como novos dados, neste mesmo Projeto, representando um novo tema (mapa morfoestrutural), sendo utilizados em novas análises, foi preciso criar no banco de dados a tabela para recebe-los. No caso deste exemplo, foi criada a categoria e a tabela mest, que representam os cruzamentos dos dados de arquivos gráficos "rochas". com "geomorfologia" resultando no arquivo gráfico "mest.dgn".

De forma análoga foi desenvolvido o mesmo processo de análise no cruzamento dos arquivos dos temas "morfoestrutural" e "pedologia", obtendo-se como resultado final dos cruzamentos o "mapa morfopedológico".

2.3.2 Ressimbolização Temática

Este procedimento nos permitiu a recuperação das informações obtidas pelos questionamentos às diversas categorias que compõem o Projeto ou de suas inter-relações, sob a forma de relatórios gráficos ou mapas temáticos.

Esta opção, trata um arquivo gráfico por vez, ou seja a ressimbolização Temática é feita apenas em um tema por vez e com base nos atributos dos dados do banco de dados. Assim um polígono é identificado pelo seu centróide, que neste caso é também a legenda que identifica o tipo que a ele esta relacionado. Exemplificando, no caso do arquivo rochas.geo, os polígonos só podem pertencer exclusivamente a um dos quatro tipos de atributos descritos na tabela do banco de dados. Quando a ressimbolização é feita o polígono é colorido segundo a cor do seu tipo, expressa na legenda o que nos permite sua identificação. Esta ferramenta possibilita uma grande variedade de resultados na forma de relatórios gráficos ou mapas, devido sua flexibilidade na elaboração de consultas aos atributos característicos de cada tema envolvido no Projeto assim os mapas temáticos puderam facilmente serem obtidos através deste procedimento.

A Figura 7 é o resultado gráfico da ressimbolização Temática a que foi submetido o arquivo que contém os polígonos do tema geomorfologia.

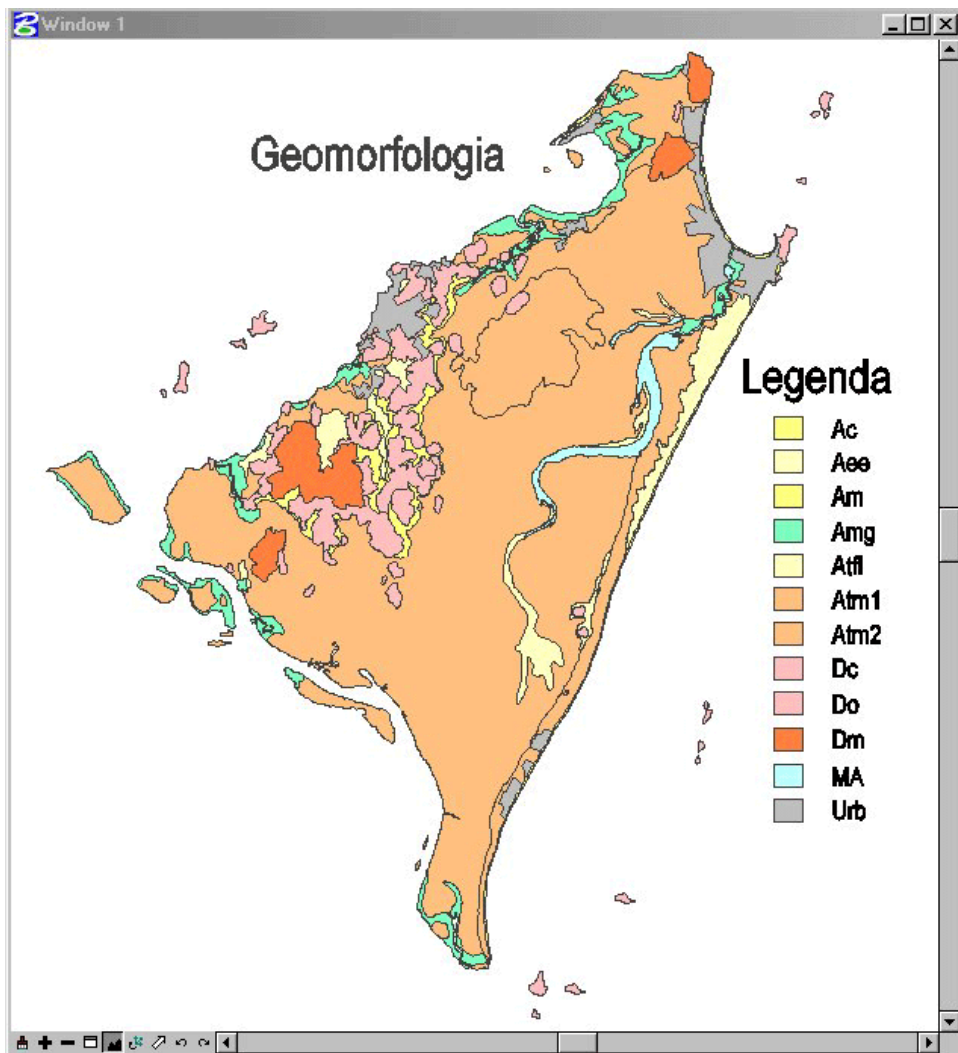


Figura 7 : Mapa Temático de Geomorfologia.

3 Conclusão

Com o desenvolvimento deste Projeto dentro do ambiente do SIG, em comparação com a metodologia anteriormente utilizada, que consistia de cruzamentos manuais dos temas, feitos através de cópias de filmes transparentes contendo os dados temáticos ("overlays") pudemos constatar que:

Apesar de um dispêndio maior de tempo na digitalização e validação dos dados de entrada do processo, houve posteriormente um ganho na qualidade e no tempo de atualização e manuseio destes dados.

Com o armazenamento destes dados em meio digital, houve ainda um ganho de produtividade pela facilidade de acesso e tratamento das informações, além de um aumento nas possibilidades das análises, cujos resultados podem ser utilizados como informações de entrada para novas e diferentes análises.

Assim, há um grande ganho na performance e nas possibilidades de análises com a utilização de um Projeto desenvolvido em ambiente SIG para estudo do espaço geográfico e sua caracterização.

4 Bibliografia

- ARONOFF, S.** – *Geographical Information Systems: A Management Perspective* – Ottawa. WDI Publications, 1989.
- COITINHO, J.; FERNANDES, E.** – *Contribuição à Geologia das Folhas SG.22-X-D, SG.22-X-B e SG.22-Z-D – Relatório da Operação de Campo 919/80* – DIGEO/BASCA – Florianópolis, DNPM – Projeto RADAMBRASIL, 1981 21p. (Relatório Interno).
- FERNANDES, E.** – *Uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), na integração de mapas temáticos, do Município de São Francisco do Sul* – Florianópolis, 1999, 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- FREIRE, F. de A.; PIRES, J.L.; FERNANDES, E.; COITINHO, J.B.L.** – *Projeto Gerenciamento Costeiro – 1ª Fase – Carta Geológica, Nota Explicativa* – Florianópolis, IBGE, 1989, 18p. (Relatório Interno).
- GUIMARÃES FILHO, H. de A.; CRÓSTA, A.P.** – *Digitalização de mapas: um roteiro*. Fator GIS, Curitiba, ano 1, nº 04, p. 35-39, jan/fev/mar – 1994.
- ISSLER, R.S; FERNANDES, E. e FREIRE, F. de A.** – *Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina – Nota Explicativa, ATLAS de Santa Catarina* – Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral do Governo de Santa Catarina – GAPLAN – Aerofoto Cruzeiro S/A – IBGE/DRN, DIGEO – Florianópolis, 1986.
- PIRES, J.L.; COITINHO, J.B.; FREIRE, F. de A e FERNANDES, E.** – *Projeto Gerenciamento Costeiro – 2ª Fase – Geologia: Síntese Temática* – Florianópolis, IBGE, 1995, 25p. (Relatório Interno).
- ____ - *Estudos Ambientais da Grande Florianópolis – Geologia: Síntese Temática* – Florianópolis, IBGE, 1995, 26p. (Relatório Interno).
- SANTOS, M. do C.S.R dos** – *Manual de Fundamentos Cartográficos e Diretrizes Gerais para elaboração de Mapas Geológicos, Geomorfológicos e Geotécnicos* – São Paulo, SP.: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1990 (Publicação IPT; v.1773).
- SILVA, W. J. da** – *MicroStation – Professional CAD Software: Guia Prático - 5G Informática, Assessoria, Sistemas e Comércio - Revisão Técnica* – São Paulo: Érica, 1996.
- STAR, J.; ESTES, J.** – *Geographic Information Systems: An Introduction*. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1990. 297p.
- TAUK, S.M.** – *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar* – Sâmia Maria Tauk, Nivar Gobbi, Harold Gordon Fowler – São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista: FAPESP: FUNDUNESP, 1991.
- TEIXEIRA, A.L. DE A.** – *Sistemas de Informação Geográfica: revisão e comentários*. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, v.21, nº 41, p. 135-147, 1991.
- TEIXEIRA, A.L. de A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A.** – *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica*. Rio Claro – SP – Câmara Brasileira do Livro, 1992.
- WOLSKI, M.S.** – *Contribuição à cartografia geotécnica de grandes áreas com o uso de Sistemas de Informações Geográficas: uma aplicação à Região do Médio Uruguai (RS)*. Florianópolis, 1997. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.