

Vista Saga 2005

Sistema de Análise Geo-Ambiental

Tiago Badre Marino

Projeto Final de Curso submetido ao Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Apresentado por:

Tiago Badre Marino

Aprovado por:

Prof. Jorge Xavier da Silva (Presidente)

Prof. Paulo Roma Cavalcanti

Prof. Claudio Esperança

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

NOVEMBRO DE 2005

Agradecimentos

A Deus, pelo término de mais uma etapa da minha vida.

Ao professor e orientador Jorge Xavier da Silva, pelo seu apoio e pelos conhecimentos transmitidos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Paulo Roma e Claudio Esperança, pelo apoio e atenção dedicada na avaliação deste projeto.

Ao geógrafo Oswaldo Elias Abdo, por acompanhar de perto e auxiliar-me na aquisição de conhecimentos geográficos para a elaboração do sistema.

Aos meus pais Mario Marino e Lourdes Helena e aos meus irmãos Ted e Fernando, pelo apoio constante durante este trabalho e por toda a minha vida.

Aos meus colegas do Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ por participarem e colaborarem ativamente na minha vida acadêmica e profissional.

À minha grande companheira Sabrina, por me dar forças para seguir em frente.

RESUMO

Vista Saga 2005 Sistema de Análise Geo-Ambiental

Tiago Badre Marino

Orientador: Jorge Xavier da Silva

Este projeto tem por finalidade apresentar a aplicação de um Sistema Geográfico de Informação no apoio à pesquisa ambiental.

Para tanto, foi desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LAGEOP-UFRJ) o Vista Saga 2005, uma re-criação do aplicativo Vista Saga, idealizado na década de 80 pelo Prof. Jorge Xavier da Silva e, hoje, implementado por mim, sob a plataforma de desenvolvimento Borland Delphi 5, com utilização de bibliotecas gráficas extras como OpenGL (código livre) e TImageEn (comercial), além de bibliotecas criadas pelo Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ para manipulação de arquivos de formato ".rst" o qual possui características singulares e específicas para a realização dos trabalhos de análise ambiental.

Sua primeira versão foi criada na década de 80, apresentando mapas com, no máximo, 16 cores. Nesta época o geoprocessamento era bastante limitado pela barreira tecnológica.

Seguindo a evolução da informática, o Vista Saga também foi evoluindo com novas versões mais sofisticadas, trabalhando com mais cores e maior rapidez no processamento das análises. Hoje, o Vista Saga trabalha com cores de 32 bits, viabilizando até a visualização em três dimensões de áreas de estudos.

Este projeto já apoiou inúmeros trabalhos de geoprocessamento pelo país. Dezenas de teses defendidas com o auxílio do projeto S.A.G.A./U.F.R.J., além de trabalhos realizados pelo país como o planejamento da Rodovia Régis Bittencourt que liga São Paulo ao Paraná.

ABSTRACT

Vista Saga 2005 Geo-environmental analysis system

Tiago Badre Marino

Supervisor: Jorge Xavier da Silva

This project intends to present the application of a geographic information system to support environment research.

It was developed at Geoprocessing Laboratory of Federal University of Rio de Janeiro (LAGEOP-UFRJ) the application Vista Saga 2005, a recreation of Vista Saga, idealized by Prof. Jorge Xavier da Silva and, now implemented by me, under the development platform Borland Delphi 5, with use of extra graphical libraries as OpenGL (open source) and TImageEn (commercial), beyond libraries created from Geoprocessing Laboratory of UFRJ for file format ".rst" which possess singular and specific characteristics for the accomplishment of the works of ambient analysis.

Its first version was created in the decade of 80, presenting maps with, in the maximum, 16 colors. At this time the geoprocessing was sufficiently limited for the technological barrier.

Following the evolution of computer science, Vista Saga also was evolving with new sophisticated versions, working with more colors and greater rapidity in the processing of the analysis. Today, the Vista Saga works with colors of 32 bits, making possible until the researcher to visualize its area of study in 3 dimensions.

This project already supported innumerable works of geoprocessing. More than a hundred thesis defended with the aid of project S.A.G.A./U.F.R.J., beyond works carried

through for the country as the planning of the Highway Régis Bittencourt that binds to São Paulo to the Paraná state.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação e Objetivo	1
1.2	Descrição dos Capítulos	2
2	A estrutura formato Raster-SAGA	4
2.1	Definições de expressões	4
2.2	O formato Raster-SAGA/UFRJ	5
2.3	Etapas do estudo de uma região	5
2.3.1	Etapa 1: Entrada de dados	6
2.3.2	Etapa 2: Análise de dados	8
2.3.3	Etapa 3: Saída de dados	8
3	Apresentação do Vista SAGA 2005	9
3.1	Subdivisões dos Módulos	10
3.2	Configuração mínima	10
4	Módulo Visualiza	11
4.1	Navegação no mapa	12
4.2	Rotinas de coloração de mapa	12
4.3	Inserção de toponímia	13
4.4	Agrupamento de categorias	13
4.5	Mesclagem de categorias	14
4.6	Recorte e expansão de mapa	14

4.7	Medição prática de áreas, perímetros, distâncias e azimute	15
5	Módulo Assinatura	16
5.1	Conceito	16
5.2	Realizando uma assinatura	17
6	Módulo Monitoria	20
6.1	Conceito	20
6.2	Tipos de Monitoria	21
6.2.1	Monitoria Simples	21
6.2.2	Monitoria Múltipla - Tornou-se/Deixou de ser	22
6.3	Realizando uma Monitoria	23
7	Módulo Avaliação	25
7.1	Conceito	25
7.2	Formulação	26
7.3	Avaliações diretas e complexas	27
7.3.1	Avaliações diretas (ou simples)	27
7.3.2	Avaliações complexas	29
7.4	Realizando uma Avaliação	33
8	Módulo Póligonos de Voronói	36
8.1	Conceito e Formulação	36
8.1.1	Relevância da Massa	37
8.1.2	Relevância do Atrito	38
8.1.3	Formulação considerando a massa dos pontos e o atrito ambiental	38
8.2	Aplicando o Algoritmo	39
9	Módulo Sequenciador de Imagens	41
9.1	Visão Geral	41
10	Módulo Combinação de Mapas	43
10.1	Visão Geral	43

10.2 Exemplo de aplicação da combinação para gerar uma avaliação	44
11 Módulo Geração de DTM	46
11.1 Introdução	46
11.2 Operando o Gerador DTM	46
11.2.1 Entradas	46
11.3 Saídas	47
11.3.1 Saída em arquivo TXT	47
11.3.2 Saída em arquivo BMP	47
11.3.3 Saída em arquivo S3D	48
12 Módulo 3D	52
12.1 O Pacote OpenGL - Delphi 5	53
13 Módulo de Exportação de Mapas	56
13.1 Introdução	56
13.2 Outras características	57
14 Conclusões	59
14.1 Propostas futuras	59

Lista de Figuras

2.1	Ilustração para definição de <i>pixels</i>	4
2.2	Exemplo de um mapa de formato Raster-SAGA/UFRJ - Rio de Janeiro com resolução de 700 metros	6
3.1	Apresentação do aplicativo Vista SAGA em suas versões: anterior (esquerda) e 2005 (direita)	9
4.1	Módulo de Visualização aberto com o mapa de Uso da Terra da Região de Cabo Frio	11
4.2	Exemplo de aplicação de cores a partir de dois esquemas distintos: Verde-Amarelo-Vermelho (esquerda) e Tons <i>Pastels</i> (direita)	12
4.3	Inserção de toponímia no mapa	13
4.4	Agrupamento de legendas: sem (esquerda) e com (direita) agrupamento .	13
4.5	Exemplificação de recorte (esquerda) e expansão (direita) de um mapa .	14
4.6	Medição da área sem vegetação em Cabo Frio em 1993	15
5.1	Módulo de Assinatura aberto com quatro planos de informação e área demarcada para assinatura	18
5.2	Relatório com resultados dos cálculos territoriais	19
6.1	Situação de destruição e regeneração de áreas de mata	22
6.2	Monitoria em Cabo Frio: Selecionado área a serem monitoradas e bloqueios	23
6.3	Monitoria em Cabo Frio: o que era mata nativa em 1978 e se tornou favela em 1993	24

7.1	Formulação da avaliação	26
7.2	Exemplo de caso de incongruência de uso	30
7.3	Exemplo de caso de potenciais conflitantes	31
7.4	Exemplo de caso de áreas críticas	32
7.5	Árvore de decisão para a geração de uma avaliação complexa: Risco de Epidemias	33
7.6	Notas para avaliação de Riscos de Deslizamentos em Cabo Frio	34
7.7	Mapa resultante da análise de riscos de deslizamentos em Cabo Frio	35
8.1	Polígono de Voronói simples	36
8.2	Polígonos de Voronói: Marcação dos pontos geradores	40
8.3	Polígonos de Voronói: Resultado do algoritmo	40
9.1	Visão geral de um projeto de sequenciamento aberto	41
9.2	Projeto de sequenciamento da base da Restinga da Marambaia em execução	42
10.1	Visão geral do Módulo de Combinação de Mapas	43
10.2	Resultado da Combinação de Mapas - Uso Atual 1993 x Mapa de Declividades - Cabo Frio	45
11.1	Exemplo de mapa Raster-SAGA de entrada para o Módulo de Geração de DTM	49
11.2	Atribuição de valores a um mapa de faixas altimétricas	49
11.3	Exemplo de saída em formato TXT gerado pelo Módulo de Geração de DTM	50
11.4	Mapa de terreno gerado em <i>Bitmap</i>	50
11.5	Modelos de texturas disponíveis	51
11.6	<i>Bitmap</i> de textura do terreno	51
12.1	Visualização 3D, em ambiente noturno	53
12.2	Relação de componentes utilizados no Módulo 3D	55
13.1	Visualização da tela do Módulo de Exportação de Mapas Raster-SAGA	57

13.2 Exemplo de um mapa em *Bitmap* após exportação 58

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação e Objetivo

O Projeto SAGA/UFRJ foi implantado em 1983 no Departamento de Geografia da UFRJ, pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva, coordenador do então Grupo de Pesquisas em Geoprocessamento (GPG). Foi desenvolvido como um sistema para aplicações ambientais de fácil implantação e utilização em equipamentos de baixo custo, o que se tornou possível, principalmente, graças ao crescimento da popularidade e uso de microcomputadores do tipo IBM-PC.

Estimativas de riscos de desmoronamentos e de enchentes, potenciais turístico e de urbanização no Estado do Rio de Janeiro, levantamento e diagnóstico de remanescentes da Mata Atlântica no Espírito Santo, para fins de preservação, análise da qualidade de vida nas favelas do Rio de Janeiro e o apoio na gestão de desastres ambientais ocorridos na América Latina constituem uma pequena amostra das pesquisas realizadas pelo LAGEOP, através da utilização do Sistema de Análise Geo-Ambiental - SAGA/UFRJ.

Com o desenvolvimento cada vez maior da cultura informática e dos avanços tecnológicos, o que tem garantido o acesso crescente de diversas categorias de usuários aos sistemas geográficos de informação, o LAGEOP/UFRJ projetou-se então rumo às inovadoras plataformas computacionais interativas, desenvolvendo o Vista SAGA/UFRJ: uma versão desenvolvida no sistema operacional Windows e contempla o módulo de Análise Ambiental, considerado o cerne do programa SAGA/UFRJ. Com a facilidade

de utilização deste sistema, o LAGEOP/UFRJ preconiza ainda mais os objetivos da socialização da informação geográfica, visando fornecer educação básica e treinamento específico em Geoprocessamento à comunidade científica, educacional e profissional.

A versão anterior do Vista SAGA apresentava 3 módulos de trabalho com mapas digitais: Visualização de Mapas Raster-SAGA (.rst), Assinatura Ambiental, Avaliação Ambiental e Monitoria. Cada um destes módulos serão ressaltados adiante.

O objetivo deste trabalho foi elaborar a re-criação do sistema geográfico de informação Vista SAGA para a versão 2005, tornando-o um aplicativo mais simples, com interface prática, agilizando seus processos e incorporando novas ferramentas de análise ambiental e manipulação de mapas digitais.

A versão Vista SAGA 2005 apresenta em seu escopo 10 módulos de trabalho. Além dos 3 módulos existentes na versão anterior, foram criados ou adaptados 7 novos módulos: Polígonos de Voronói, Sequenciamento de Imagens, Combinação de Mapas, Geração de DTM, Visualização de terrenos em 3 dimensões e Exportação de Mapas (formato Raster-SAGA/UFRJ (.rst) para Bitmap 24 bits (.bmp)).

A metodologia, funcionalidade, exemplos de aplicação de cada um dos 10 módulos serão apresentados no capítulos subsequentes.

1.2 Descrição dos Capítulos

Podemos sumarizar o conteúdo deste trabalho apresentando brevemente o conteúdo de seus capítulos:

- **Capítulo 1: O que é o projeto S.A.G.A./U.F.R.J.**

Dá-se uma introdução geral e se apresentam os objetivos do trabalho.

- **Capítulo 2: A estrutura formato Raster-SAGA (.rst)**

Definição de expressões técnicas e apresentação do funcionamento e características do formato rst, utilizado pelo aplicativo Vista SAGA 2005.

- **Capítulo 3: Apresentação do Vista SAGA 2005**

Apresentação da tela inicial do aplicativo e seus módulos de trabalho.

Os capítulos seguintes apresentarão escopo semelhantes: Apresentação do módulo, funcionamento e exemplos de aplicação.

- **Capítulo 4: Módulo Visualiza**
- **Capítulo 5: Módulo Assinatura**
- **Capítulo 6: Módulo Monitoria**
- **Capítulo 7: Módulo Avaliação**
- **Capítulo 8: Módulo Voronói**
- **Capítulo 9: Módulo Sim**
- **Capítulo 10: Módulo Combinar**
- **Capítulo 11: Módulo DTM XYZ**
- **Capítulo 12: Módulo 3D**
- **Capítulo 13: Módulo Exportar**
- **Conclusões**

Conclusões acerca deste projeto e propostas futuras.

- **Bibliografia**

Referências ao apoio bibliográfico utilizado na elaboração do trabalho.

Capítulo 2

A estrutura formato Raster-SAGA

2.1 Definições de expressões

Para a clara compreensão deste documento é importante entender alguns conceitos e expressões comumente utilizados no Geoprocessamento e no projeto SAGA:

Pixel - nome dado para *picture element* (elemento de imagem). É a menor área retangular de uma imagem. Ex.: Quando dizemos que uma imagem tem dimensões de 800 X 600, significa que esta possui 800 *pixels* de largura por 600 de altura. A imagem abaixo possui 31 X 15, ou seja, 31 colunas por 15 linhas.

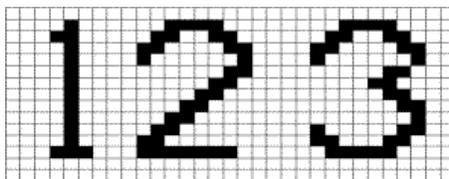


Figura 2.1: Ilustração para definição de *pixels*

Imagem raster - representação digital de um documento original, feita de uma série de pontos - *dots*, em Inglês - ou *pixels*, tecnicamente falando. Os *pixels* são agrupados em linhas e colunas que compõem a representação visual de um documento.

Imagem Raster-SAGA - derivação da imagem *raster* original porém, esta possui informações a mais que a original para cada *pixel*. Na imagem *raster* pura, cada

pixel informa o valor da cor atribuído a este. Na imagem Raster-SAGA, cada *pixel* informa, além da cor, a categoria relacionada a este e, a posição UTM (*Universal Transversal de Mercator*).

Resolução da imagem - nas imagens Raster-SAGA, a resolução da imagem é fornecida em metros e, indica quantos metros quadrados estão representados em 1 *pixel*. Ex.: Se uma imagem Raster-SAGA possui 25 metros de resolução significa a área abrangida por um *pixel* equivale a 625 m² (25m x 25m).

2.2 O formato Raster-SAGA/UFRJ

No ambiente computacional existem diversos tipos de formatos de imagem. Cada um desses formatos possui atributos especiais para trabalhar de acordo com as necessidades de seus criadores.

Os formatos de arquivos que representam imagens digitalizadas são subdivididos em dois grupos primitivos:

1. **Formato Vetorial:** Estrutura de dados para armazenamento de informações através de coordenadas, sob a forma de pontos, linhas e polígonos.
2. **Formato Raster (matricial):** Estrutura de dados celular composta por linhas e colunas para o armazenamento de imagens.

Assim, no Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ elaborou-se o formato de arquivo Raster-SAGA/UFRJ - de extensão ".rst". Este formato, de estrutura *raster*, possui características singulares em relação aos demais formatos existentes. Apresenta atributos como: resolução do mapa, informação de coordenadas UTM, além da informação da legenda referente a qualquer ponto deste.

2.3 Etapas do estudo de uma região

Em geral, um projeto de estudo de uma região é dividido em 3 etapas:

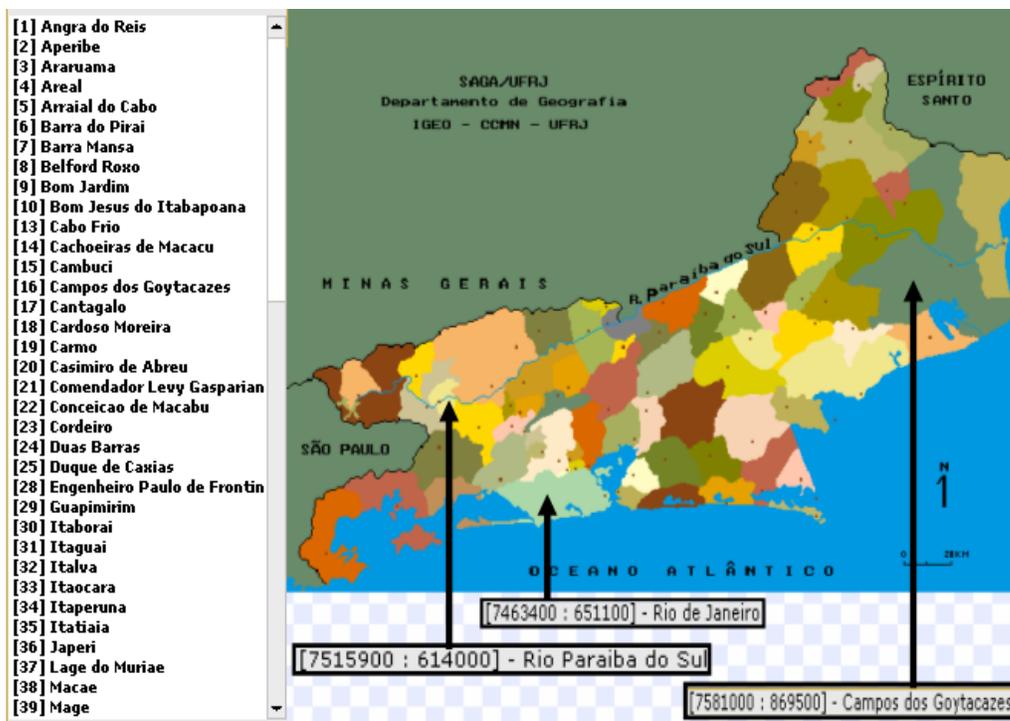


Figura 2.2: Exemplo de um mapa de formato Raster-SAGA/UFRJ - Rio de Janeiro com resolução de 700 metros

2.3.1 Etapa 1: Entrada de dados

Para a realização do estudo de uma região com a aplicação do sistema SAGA é necessário, *a priori*, criar a base de dados, ou seja, o conjunto de mapas temáticos básicos que representem a região de interesse do pesquisador, procedimento este conhecido como "criação de um modelo digital do ambiente".

Trata-se da primeira fase, denominada "Fase de Entrada de Dados", onde o pesquisador levantará os dados relevantes para a criação da base de dados, ou seja, os mapas básicos da região de estudo no formato de arquivo Raster-SAGA (rst). São exemplos de mapas básicos: mapa de solos, uso da terra, hipsometria, declividade, geomorfologia, geologia, proximidade de rios, proximidade de estradas, proximidade de cidades, curvas de nível, entre outros.

Para a criação destes arquivos é necessário utilizar os programas definidos como "aplicativos de entrada de dados" do projeto SAGA/UFRJ.

Certamente esta é uma das fases mais custosas de um projeto de Geoprocessamento, não só financeiramente, mas também a que consome a maior parte do cronograma de trabalho de um projeto.

Para facilitar a tarefa de criação de bases de dados Raster-SAGA, foram desenvolvidos dois aplicativos que auxiliam o técnico nesta tarefa: Georref e Criar.

GEORREF

- Realiza o tratamento de imagens provenientes de *scanners* (*.tif) para a criação de uma base Raster-SAGA/UFRJ (*.rst);
- Rotação de imagens: cartas, digitalizadas, podem precisar serem rotacionadas pois é difícil o operador humano, conseguir colocar uma carta no *scanner* em ângulo perpendicular a uma das margens de rastreamento. Sempre existe uma inclinação, por mais que seja, apenas percebida quando digitalizada;
- União de mapas: em muitos casos o tamanho da área de interesse de estudo do técnico na carta é maior que o tamanho máximo que seu *scanner* possa digitalizar. Assim, a carta deve ser separada em pedaços e, após digitalizada, unida, como um mosaico digital;
- Cálculos de resolução para digitalização. Ex.: Uma carta com escala de 1:50.000, onde o usuário deseja trabalhar com mapa digital de resolução de 5 metros, ou seja, 1 pixel equivale a 25 metros quadrados no terreno, deve ser digitalizado com 254 DPI (*Dots per inch*), onde cada "dot" valerá 1/10 de milímetro e portanto, 5 metros no terreno, na escala 1:50.000, na qual $1\text{mm} = 50.000\text{ mm} = 50\text{ metros}$;
- Algoritmos de afinamento de linhas de mapas;
- Georreferenciamento da imagem (coordenadas UTM), que representa a aferição da carta à estrutura cartográfica internacional, denominada rede Universal Transversa de Mercator.

CRIAR

- Etapa complementar ao Georref, para a criação da base de dados Raster-SAGA/UFRJ;
- Criação das classes (categorias ou legendas) da base Raster-SAGA/UFRJ;
- Edição de mapas Raster-SAGA/UFRJ.

2.3.2 Etapa 2: Análise de dados

Na fase de análise de dados o pesquisador combinará os mapas iniciais para realizar as análises criando, então, os mapas derivados. Como exemplos de mapas derivados temos: mapas de riscos de inundação, potencial de urbanização, potencial turístico, risco de propagação epidemiológica, áreas de insegurança, potencial agrícola, etc.

Os temas dos mapas derivados criados são inúmeros. Estes dependem do foco de trabalho do pesquisador. Exemplos de criação destes serão expostos nos capítulos seguintes.

Uma observação importante é que erros cometidos na fase de criação da base de dados, serão propagados para os mapas gerados a partir de análises, uma vez que estes mapas gerados, conhecidos como "mapas derivados" são elaborados a partir dos mapas básicos, aqueles criados pelo pesquisador na fase de entrada de dados. Sendo assim, recomenda-se bastante atenção e dedicação para realizar a etapa inicial, gerando bases georreferenciadas consistentes.

2.3.3 Etapa 3: Saída de dados

Esta é a fase final dos trabalhos, onde os mapas gerados ao longo do projeto serão exportados para o formato de arquivo Bitmap (bmp). A partir da conversão para o formato *Bitmap*, trabalhos de acabamento dos mapas gerados poderão ser realizados em aplicativos da preferência do usuário, para posterior impressão.

Para tanto utiliza-se o "Módulo de Exportação" do aplicativo Vista SAGA 2005, onde arquivos de formato Raster-SAGA são convertidos para o formato *Bitmap*, com a possibilidade de exibir as legendas referente a cada cor, linhas de coordenadas, além de informações de autor, título, resolução, escala, etc. Esta etapa será detalhada no Capítulo 13 - Módulo de Exportação de Mapas.

Capítulo 3

Apresentação do Vista SAGA 2005

Uma vez criada a base de dados referente à região de estudo no formato Raster-SAGA, o técnico passará da fase de criação de dados para a fase de análise dos dados.

Neste segunda fase o aplicativo Vista SAGA se apresenta como a ferramenta que viabilizar tais estudos.

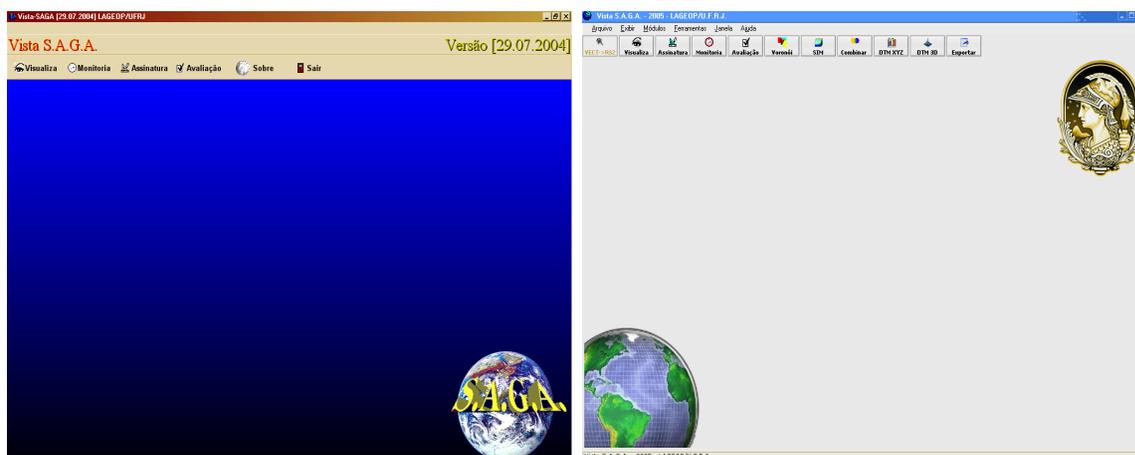


Figura 3.1: Apresentação do aplicativo Vista SAGA em suas versões: anterior (esquerda) e 2005 (direita)

Nota-se, aparentemente, que a versão Vista SAGA 2005 engloba novos módulos em relação à anterior. Enquanto a versão antiga apresentava apenas os Módulos de Visualização, Assinatura, Avaliação e Monitoria, sua nova versão apresenta 6 novos módulos.

3.1 Subdivisões dos Módulos

Categorizamos o Vista SAGA 2005 em 3 subdivisões de módulos:

Visualização de Mapas - São estes VISUALIZA, SEQUENCIADOR DE IMAGENS e DTM3D que servem apenas para visualizar mapas, sendo que o módulo DTM3D possibilita a visualização de terrenos em 3 dimensões. Para tanto deve-se criar um arquivo de formato "s3d" a partir do módulo DTM XYZ.

Análise de Mapas - Utilizados para realizar os trabalhos de análises de potenciais, riscos, impactos, simulações, definição de áreas de influência, jurisdições, planimetrias, entre outros. Compõem este grupo os módulos: ASSINATURA, MONITORIA, AVALIAÇÃO, POLÍGONOS DE VORONÓI e COMBINAÇÃO DE MAPAS.

Exportação de Mapas - Realiza a conversão de formato Raster-SAGA para *Bitmap* para fins de impressão e apresentação dos resultados.

3.2 Configuração mínima

Quanto ao tipo de configuração necessária para a execução do aplicativo, recomenda-se, minimamente:

- Microcomputador IBM-PC;
- Processador 1.7 GHz;
- 256 Memória RAM;
- Placa de Vídeo 64 MB, com suporte a OpenGL (somente para o Módulo de Visualização 3D);
- Plataforma Windows 98.

Capítulo 4

Módulo Visualiza

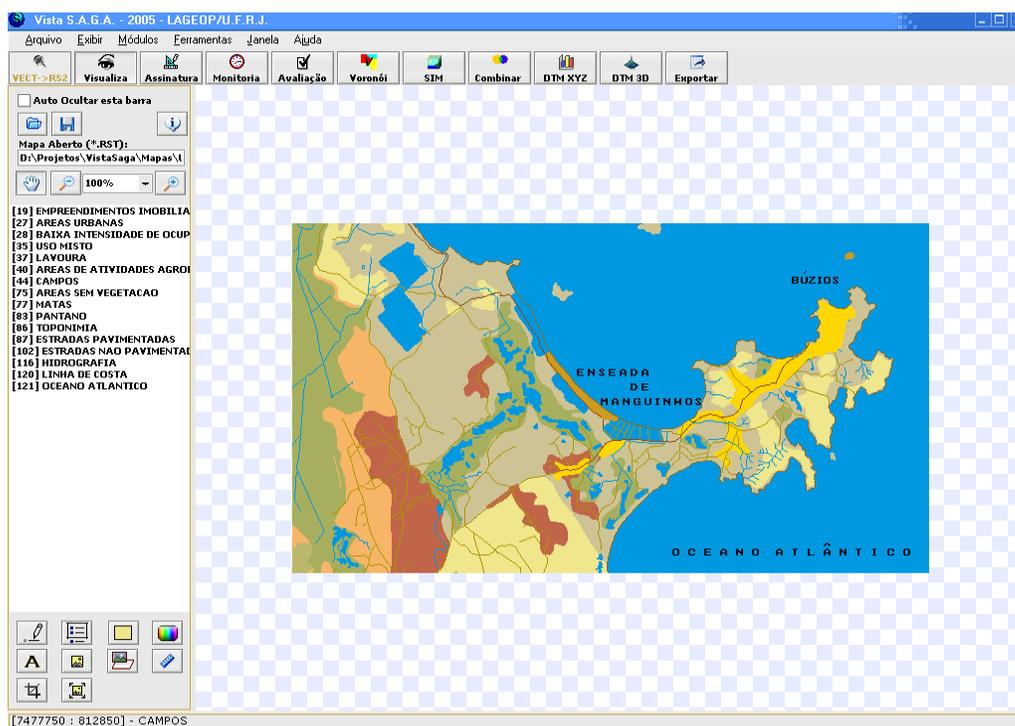


Figura 4.1: Módulo de Visualização aberto com o mapa de Uso da Terra da Região de Cabo Frio

4.1 Navegação no mapa

No modo de Visualização o usuário pode navegar livremente ao longo do mapa, verificando instantaneamente qual a coordenada UTM e a legenda referente ao ponto sob o cursor. Esta é uma característica singular ao formato de arquivo Raster-SAGA.

4.2 Rotinas de coloração de mapa

Além da possibilidade de coloração personalizada do mapa, rotinas de coloração de mapas também podem ser aplicadas a estes. Existem 9 temas diferentes de palhetas de cores aleatóreas para coloração automática de mapas.

Além disso podem ser criados esquemas de coloração escalonada ("degrade"). Este método de coloração é bastante útil para colorir um mapa resultante de avaliação, uma vez que um mapa oriundo de uma avaliação possui como legendas, notas de 0 a 10 - para avaliação simples - ou 0 a 100 - para o caso de uma avaliação mais detalhada. Estas notas significam os riscos (ou potenciais) de uma região.

Por exemplo: Suponha que uma avaliação de "Riscos de Enchente" tenha sido processada. Sendo assim, esta avaliação resultará na geração de um mapa cujas legendas serão notas que equivalem ao risco de uma área sofrer o evento enchente. Neste caso a coloração em degradê a partir de tons de verde (notas baixas) para vermelhos (notas altas), passando pelos amarelos (notas intermediárias) facilita a visualização do referido mapa.

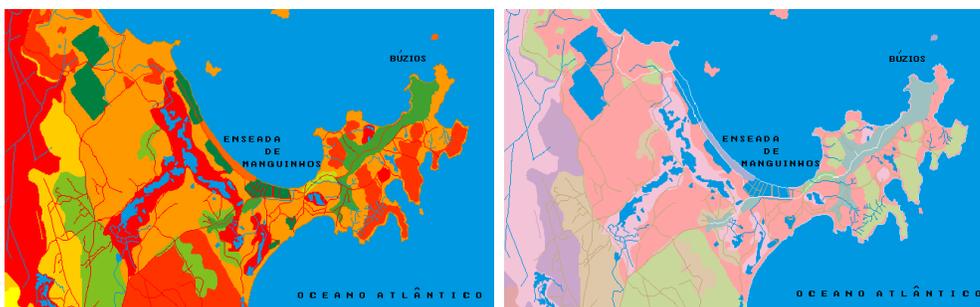


Figura 4.2: Exemplo de aplicação de cores a partir de dois esquemas distintos: Degradê Verde-Amarelo-Vermelho (esquerda) e Tons *Pastels* (direita)

4.3 Inserção de toponímia

A adição de textos de toponímia também podem ser aplicadas no Módulo de Visualização. Toponímias facilitam a inspeção visual do mapa, mas não devem ser aplicadas em demasia. Devem ocupar locais que não comprometam o mapa. O ideal é aplicá-las ao final da realização dos estudos, como forma de acabamento, ao imprimir o mapa.



Figura 4.3: Inserção de toponímia no mapa

4.4 Agrupamento de categorias

O agrupamento de categorias também é bastante utilizado para facilitar a visualização de mapas resultantes de análise. Considerando o exemplo da avaliação para "Riscos de Enchente" a interpretação das notas pode ser simplificada agrupando-se suas legendas. Por exemplo: vamos agrupar as notas de 0 a 10 em 5 classes: Risco Baixíssimo, Risco Baixo, Risco Médio, Risco Alto e Risco Altíssimo.

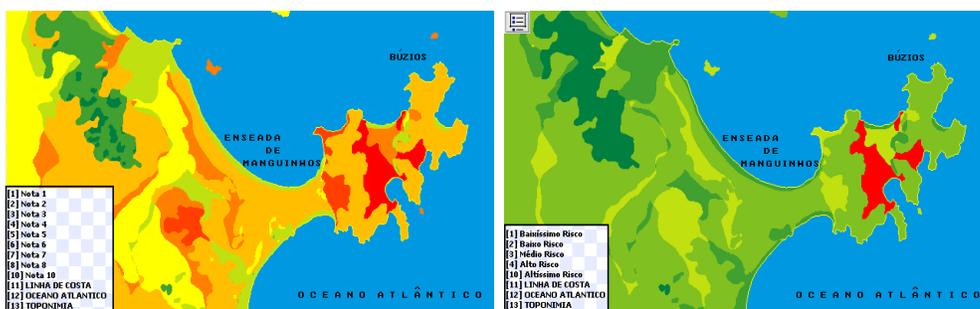


Figura 4.4: Agrupamento de legendas: sem (esquerda) e com (direita) agrupamento

4.5 Mesclagem de categorias

A ferramenta de mesclagem de categorias é interessante para efeitos de acabamento. Suponha que seja gerado um mapa por meio de avaliação e este não contenha a malha viária e hidroviária. Caso exista algum outro mapa que possua estas informações, a ferramenta de mesclagem viabiliza a cópia das categorias selecionadas de outro mapa (da mesma região) e transpor para o mapa aberto. Assim, coloca-se, através de uma operação trivial, as malhas viária e hidroviária no mapa desejado.

4.6 Recorte e expansão de mapa

Operações de recorte e expansão de um mapa são frequentemente executadas quando deseja-se trabalhar com a porção de uma área de um mapa.

Para recorte, o usuário poderá selecionar a área de corte livremente por meio da criação do retângulo de corte. Caso deseje, também poderá realizar o recorte indicando as coordenadas UTM dos cantos inferior esquerdo (SW) superior direito (NE) do mapa. Criar-se-á então uma caixa delimitadora que compreenda estas coordenadas.

Para a operação de expansão do mapa o usuário deve informar quantas linhas e colunas serão criadas nas extremidades do mapa.



Figura 4.5: Exemplificação de recorte (esquerda) e expansão (direita) de um mapa

4.7 Medição prática de áreas, perímetros, distâncias e azimute

Também foi criada um ferramenta de fácil e instantânea medição de áreas, perímetros, distância e azimute entre dois pontos.

Para realizar uma destas operações basta escolher o tipo de medição a ser realizado: área, distância/perímetro, azimute. Cinco tipos diferenciados de ferramentas de demarcação de área podem ser utilizados: linha, polígono, retângulo (segurando o ALT força a demarcação de um quadrado), elipse (segurando o ALT força um círculo), varinha mágica e laço.

Basta então selecionar a área desejada no mapa e, a informação da medição será fornecida instantaneamente.

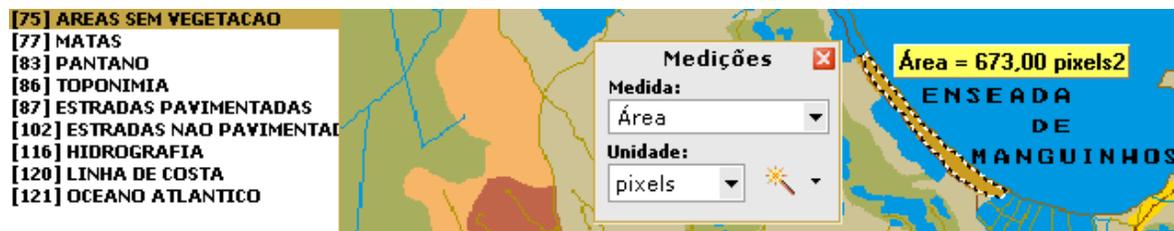


Figura 4.6: Medição da área sem vegetação em Cabo Frio em 1993

Capítulo 5

Módulo Assinatura

5.1 Conceito

SGI's permitem o trânsito entre localizações e atributos, ou seja, a recuperação da localização a partir da seleção de uma informação e vice-versa. Esta capacidade dos SGI's pode ser usada em conexão com identificações de ocorrências oriundas de trabalhos de campo ou de gabinete, para a extração das chamadas assinaturas ambientais, conforme discutido a seguir.

Assinaturas espectrais são obtidas no Sensoriamento Remoto, para identificação de alvos em termos de suas respostas físicas a uma incidência de energia, ao longo de segmentações (canais, bandas) do espectro eletromagnético, por exemplo. Um referencial análogo pode ser criado, tendo como eixos os planos de informação (parâmetros) constantes do inventário de um SGI.

Uma vez definida uma ocorrência de interesse (uma área de enchentes, ou uma área com alta produtividade agrícola), que seria um alvo (uma "verdade terrestre"), a base de dados pode ser consultada sobre quais as características ambientais que se localizam na área alvo, definindo assim sua assinatura ambiental, com a identificação da área de ocorrência e varredura dos planos de informação georreferenciados componentes da base de dados sendo feita pelo cômputo planimétrico mencionado acima.

Assim sendo, as assinaturas ambientais são procedimentos que permitem identificar a ocorrência conjunta de variáveis, através de planimetrias dirigidas. Em outras palavras,

se o usuário conhecer alguma ocorrência de interesse numa determinada área, dentro de uma região previamente inventariada (por exemplo com os seguintes mapas temáticos: básico, uso do solo, litologia, altitude, declividade, geomorfologia, etc.), e, se desejar saber as características desta área nos diversos mapas temáticos, basta, então, selecionar os mapas a serem assinados e em um deles identificar a área que se quer analisar.

Para as legendas que se encontram dentro da área selecionada serão, então, emitidos relatórios de cada mapa. Por exemplo, mapa de uso do solo (90% pastagem, 10% de mata), mapa de litologia (80% sedimentos quaternários, 20% granito) e assim sucessivamente. Além de expressar as características em percentual, o relatório também indica o correspondente em *pixels* e em hectares. Os percentuais são expressos em relação à área demarcada e também em relação a todo o mapa para que o pesquisador possa realizar uma comparação da área assinada com a área total.

5.2 Realizando uma assinatura

A seguir ilustraremos um exemplo prático de assinatura ambiental. Para a base de dados de Cabo Frio serão selecionados os mapas temáticos de declividade, geologia, geomorfologia e uso da terra.

Observação: o módulo de Assinatura Ambiental permite associar informações entre um número “ilimitado” de mapas, devendo estes, entretanto, corresponderem exatamente à mesma área, ou seja, terem o mesmo georreferenciamento e a resolução compatível (modulável) entre eles. Caso contrário, o sistema enviará uma mensagem de erro avisando sobre a incompatibilidade e retornará ao menu principal, não podendo o arquivo ser selecionado. O caráter “ilimitado” está condicionado pela capacidade de gerenciamento de memória de cada *hardware*.

Uma vez adicionados os mapas, a próxima etapa será a demarcação da área a ser assinada. Para tanto o usuário dispõe de 7 modos de pintura: reta, preenchimento com balde, elipse, retângulo, polígono, mapa inteiro e preenchimento de uma legenda específica.

Terminada a criação das áreas ou linhas a serem assinadas, deve-se realizar a com-

putação da(s) mesma(s) nos diversos cartogramas selecionados, iniciando o procedimento de assinatura. O resultado será apresentado na forma de um relatório que poderá ser visualizado em tela, impresso ou arquivado em diretório específico.

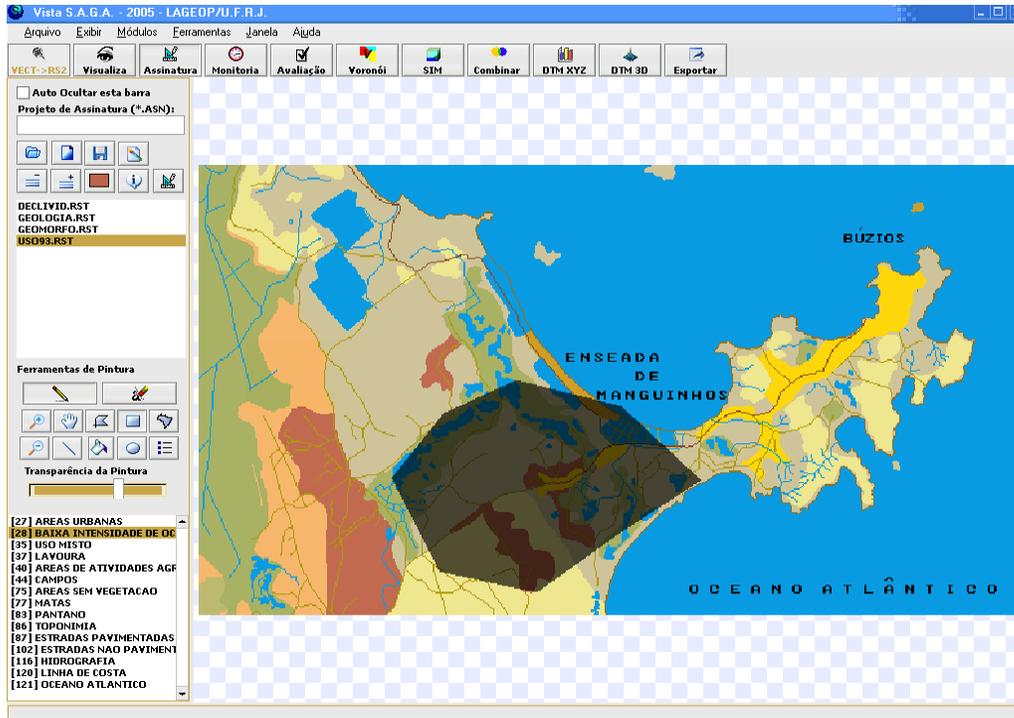


Figura 5.1: Módulo de Assinatura aberto com quatro planos de informação e área demarcada para assinatura

Como resultado da Assinatura Ambiental são fornecidas informações para cada uma das categorias existentes nos mapas, apresentando a sua abrangência total em quantidade de *pixels* e hectares (Ha); a quantidade que foi assinada no mapa também em número de *pixels* e hectares; a porcentagem da legenda que foi assinada, e a porcentagem da legenda existente no mapa analisado.

O uso de seis decimais permite exprimir os resultados em hectares e também chegar até uma precisão nominal de metro quadrado, contendo os algarismos significativos necessários para registrar a presença de áreas de pequenas dimensões.

Assinatura			
Resultado da assinatura do mapa Declivid.rst			
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)	Assinado (Ha) - %	% Categoria
7 - < 5%	89678 (5604,875000)	21579 (1348,687500) - 84,47%	24,06
18 - 5 A 12.5%	10893 (680,812500)	0 (0,000000) - 0,00%	0,00
29 - 12.5 A 25%	10958 (684,875000)	1599 (99,937500) - 6,26%	14,59
36 - 25 A 50%	5715 (357,187500)	717 (44,812500) - 2,81%	12,55
42 - 50 A 100%	4454 (278,375000)	1245 (77,812500) - 4,87%	27,95
49 - > 100%	2587 (161,687500)	240 (15,000000) - 0,94%	9,28
60 - LINHA DE COSTA	1508 (94,250000)	34 (2,125000) - 0,13%	2,25
61 - OCEANO ATLANTICO	103480 (6467,500000)	132 (8,250000) - 0,52%	0,13
86 - TOPONIMIA	1127 (70,437500)	0 (0,000000) - 0,00%	0,00
Total	230400(14400,000000)	25546 (1596,625000)	
Resultado da assinatura do mapa Geologia.rst			
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)	Assinado (Ha) - %	% Categoria
4 - PRE-CAMBRIANO BUZIOS	24760 (1547,500000)	6193 (387,062500) - 24,24%	25,01
7 - PRAIA ATUAL	2440 (152,500000)	303 (18,937500) - 1,19%	12,42
8 - PLANICIE DE INUNDACAO	29935 (1870,937500)	5062 (316,375000) - 19,82%	16,91
10 - RESTINGAS	15734 (983,375000)	9040 (565,000000) - 35,39%	57,46
12 - PRE-CAMBRIANO REGIAO DOS LAGOS	47026 (2939,125000)	4766 (297,875000) - 18,66%	10,13
14 - FORMACAO BARREIRAS	4336 (271,000000)	0 (0,000000) - 0,00%	0,00
18 - OCORRENCIA DE QUARTZO	18 (1,125000)	0 (0,000000) - 0,00%	0,00
30 - BRITA	32 (2,000000)	16 (1,000000) - 0,06%	50,00
45 - LINHA DE COSTA	1508 (94,250000)	34 (2,125000) - 0,13%	2,25
46 - OCEANO ATLANTICO	103484 (6467,750000)	132 (8,250000) - 0,52%	0,13
86 - TOPONIMIA	1127 (70,437500)	0 (0,000000) - 0,00%	0,00
Total	230400(14400,000000)	25546 (1596,625000)	
Resultado da assinatura do mapa Geomorfo.rst			
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)	Assinado (Ha) - %	% Categoria
5 - TERRACOS MARINHOS	4654 (298,875000)	0 (0,000000) - 0,00%	0,00
6 - TERRACO / RAMPA ALUVIO-COLUVIONAR	25850 (1615,625000)	103 (6,437500) - 0,40%	0,40
7 - CORDOES PRAIEIS	20666 (1291,625000)	10183 (636,437500) - 39,86%	49,27
8 - TERRACOS MARINHO-COLUVIONARES	9951 (621,937500)	7971 (498,187500) - 31,20%	80,10
9 - LAGUNAS ASSOREADAS OU/EM ASSOREAMENTO	1238 (77,375000)	953 (59,562500) - 3,73%	76,98

Figura 5.2: Relatório com resultados dos cálculos territoriais

Capítulo 6

Módulo Monitoria

6.1 Conceito

O apoio à decisão sobre problemas ambientais não pode basear-se apenas na informação sobre ocorrências territoriais; esta é a dimensão espacial do fenômeno ambiental. É preciso obter conhecimento sobre a evolução, ou seja, sobre a variação, no tempo, dos fenômenos territorialmente expressos.

Em conseqüência, a monitoria (ou monitoramento ou monitorização) ambiental precisa ser eficientemente executada sobre o modelo digital do ambiente. Este procedimento consiste no levantamento exaustivo das alterações ambientais ocorridas em uma determinada situação ambiental. Registros sucessivos de fenômenos ambientais, utilizando taxonomias correspondentes (classificações iguais ou correlacionáveis), podem ser usados para o acompanhamento da evolução territorial de processos e ocorrências de interesse.

É o caso do acompanhamento da devastação de florestas, da expansão de áreas de favelas, entre outros fenômenos, muitos de direta e óbvia importância para a gestão ambiental.

Os mapas a serem utilizados devem possuir o mesmo georreferenciamento e abranger a mesma área geográfica, trabalhando-se com dois mapas de cada vez. O primeiro a ser relacionado é o que contém o registro mais antigo. É aconselhável que as legendas sejam as mesmas para os dois mapas.

6.2 Tipos de Monitoria

As monitorias podem ser executadas em duas fases: simples e múltipla. Estes termos são aqui colocados para fins didáticos, sem pretensão de se constituírem numa tipologia completa do que pode ser entendido como monitoria ambiental.

6.2.1 Monitoria Simples

Consiste na definição de alterações de localização e extensão de características ambientais determinadas, ao longo de um período definido. Pode ser feita através da comparação da ocorrência da mesma característica ambiental ao longo de duas ocasiões registradas e contidas nos dados inventariados. Esta estrutura de Monitoria Simples permite definir imediatamente as seguintes instâncias:

- os locais que não sofreram alteração, nos quais foi mantida, portanto, a ocorrência da característica na segunda ocasião registrada; "era e continua sendo";
- os locais onde a característica passou a existir, por não ter sido registrada na primeira ocasião; "não era e passou a ser";
- os locais onde a característica deixou de existir, tendo sido registrada apenas na primeira ocasião; "era e deixou de ser"; e, finalmente,
- os locais onde a característica não existia na primeira ocasião e continua sem existir na segunda; "não era e continua sem ser".
- Considera-se, ainda, uma quinta categoria, que representa as classes da legenda que se deseja visualizar no mapa final sem que estas áreas façam parte da monitoria, permanecendo inalteradas nos dois registros. Estas classes são marcadas como BLOQUEIOS , indicando as classes que não apresentam relação com o que está sendo monitorado, mas necessitam serem evidenciadas no mapa final (por exemplo: oceanos, rios, estradas, etc.), para fins de acabamento.

O exame destas alterações, uma vez cartografadas, permite definir, em certa medida, o sentido e a velocidade de progressão do fenômeno no espaço geográfico. A incidência da progressão de uma fronteira agrícola sobre um território indígena, por exemplo, pode ser registrada por essa monitoria simples, podendo este sentido do deslocamento e a rapidez dessa expansão territorial serem razoavelmente estimados.



Figura 6.1: Situação de destruição e regeneração de áreas de mata

6.2.2 Monitoria Múltipla - Tornou-se/Deixou de ser

Estabelece a monitoria de alterações verificadas nas duas classes geradas pela Monitoria Simples, permitindo:

- indicar quais foram as categorias originais substituídas pela ocorrência da nova classe “tornou-se”;
- quais as categorias que substituíram, no mapa mais novo, a classe “deixou de ser”.

Assim sendo, com esta monitoria múltipla se obtém a informação sobre categorias que propiciaram a alteração ambiental (a) e sobre o destino dado à área alterada (b).

6.3 Realizando uma Monitoria

Segue a execução de uma monitoria simples na região de Cabo Frio.

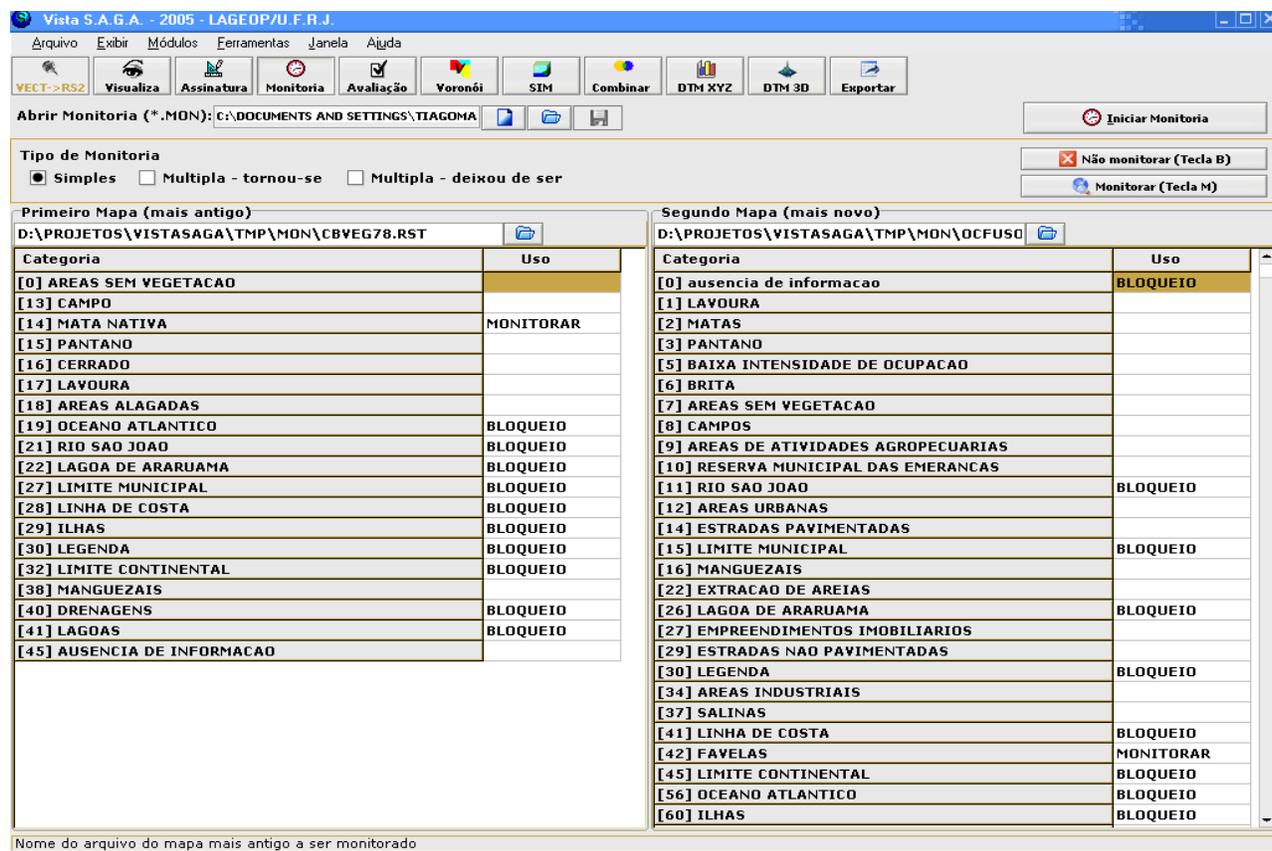


Figura 6.2: Monitoria em Cabo Frio: Selecionado área a serem monitoradas e bloqueios

Capítulo 7

Módulo Avaliação

7.1 Conceito

O método de Avaliação Ambiental consiste em se fazer estimativas sobre possíveis ocorrências de alterações ambientais, segundo diversas intensidades, definindo-se a extensão destas estimativas e suas relações de proximidade e conexão (em outras palavras, prever o que ocorrerá, em que intensidade, em que extensão e próximo a que).

Estas estimativas pressupõe um conhecimento prévio da área a ser analisada, conhecimento este que pode advir principalmente da etapa de levantamento dos dados ambientais, bem como dos conhecimentos sistemáticos específicos detidos pelo usuário. Podem ser citados como objetos de avaliações, áreas problemáticas (quanto a potenciais e riscos específicos), potenciais conflitantes, áreas críticas, incongruências de uso, impactos ambientais, entre outros.

O VistaSAGA/UFRJ fornece as seguintes opções dos tipos de avaliações que podem ser realizadas: **Avaliação sem relatório**, **Avaliação com relatório**, **Avaliação estendida sem relatório** e **Avaliação estendida com relatório**.

A Avaliação quanto a ser estendida ou não, representa a utilização de intervalos de maior ou menor discretização (detalhe na classificação), atribuindo-se notas de 0 a 10 para a “sem extensão”, e de 0 a 100 para a “estendida”.

A Avaliação com relatório significa a possibilidade de apresentação e impressão de toda a informação resultante da avaliação executada. Os relatórios gerados com a real-

ização da Avaliação são: temas, classes, mapa final, frequências, bloqueios e combinações encontradas.

7.2 Formulação

$$A_{ij} = \sum_{K=1}^n (P_k \times N_k)$$

Figura 7.1: Formulação da avaliação

ONDE:

A_{ij} = *pixel* da base georreferenciada sob análise;

n = número de cartogramas digitais utilizados;

P_k = pontos percentuais atribuídos ao cartograma digital "k", dividido por 100;

N_k = possibilidade (nas escalas de "0 a 10" ou "0 a 100") da ocorrência conjunta da classe "k", com a alteração ambiental sob análise (uma única classe, para cada cartograma digital, pode ocorrer em cada *pixel*).

Conforme mencionado acima, para cada classe encontrada em cada cartograma digital será atribuída uma "nota", em uma das seguintes escalas: "0 a 10" (avaliação sem extensão) ou "0 a 100" (avaliação estendida).

Estas notas serão as coordenadas definidoras da posição de cada *pixel* no (hiper) espaço classificador criado pelo algoritmo acima, devendo estas notas serem atribuídas em resposta à seguinte pergunta: "Quais as possibilidades, nas escalas de "0 a 10" ou "0 a 100", de que ocorram, num mesmo local, a alteração sendo estimada e a classe para a qual se está dando uma "nota"?

Exemplificando: "qual a chance da ocorrência territorial conjunta de enchentes e declividades inferiores a cinco graus?".

7.3 Avaliações diretas e complexas

A Avaliação Ambiental pode ser sub-dividida em avaliações diretas e complexas.

7.3.1 Avaliações diretas (ou simples)

São aquelas que resultam da combinação imediata dos dados originalmente inventariados, isto é, são os primeiros resultados avaliativos obtidos com a combinação dos dados originais. Estas combinações podem gerar alguns tipos de mapeamento, entre os quais merecem destaque os de riscos e de potenciais ambientais. Seguem alguns exemplos de aplicação de avaliação direta.

Riscos ambientais

O conceito de risco ambiental é, essencialmente, uma ligação da ocupação humana com as possibilidades de ocorrência de eventos que lhe sejam danosos. Embora o rebatimento sobre a ocupação humana não seja imprescindível - caso da previsão, entre outras, de erupções vulcânicas em áreas desabitadas - é inteiramente dominante a definição de riscos segundo sua importância para o homem. Tem, portanto, uma conotação negativa, a qual se expressa, por exemplo, nos termos "de alto risco" aplicados a uma determinada situação ambiental.

Uma vez adotada uma escala de medição uniformizada, estimativas de riscos de diversos tipos (enchentes, desmoronamentos, ressacas, chuvas de granizo) podem ser conjugadas em um esquema numérico integrador, gerando assim a definição de áreas com diferentes níveis de risco ambiental, o que pode sinalizar quanto a áreas adequadas ou inadequadas para um determinado uso, quanto a áreas de valor intermediário, assim como identificar aquelas áreas onde os riscos são altos ou, pelo contrário, insignificantes. Normalmente estas conjugações são aferidas pelo uso de escalas ordinais, muitas vezes traduzidas por expressões do tipo "alto risco", "riscos intermediários" e "baixos riscos".

Potenciais ambientais

O termo "potencial ambiental", assim como o anteriormente apresentado "risco ambiental", não é proposto aqui com um caráter definitivo, acabado. Isto também é verdade para todos os termos apresentados neste trabalho. Estes termos representam, antes de mais nada, um esforço de comunicação quanto a conceitos julgados úteis. Note-se que estes conceitos não são apresentados isoladamente, mas sim dentro de uma estrutura de apresentação de um roteiro de raciocínio, enfim, dentro de uma metodologia.

Segundo a ótica acima apresentada, pode-se entender potencial ambiental como um levantamento de condições ambientais no qual são identificadas a extensão e possível expansão territorial de um processo ambiental. Pode existir uma conotação positiva na avaliação, mas esta não é obrigatória. São exemplos a urbanização desordenada (de teor negativo) ou a urbanização planejada, o potencial turístico de uma região ou a aptidão agrícola de uma determinada área, estes últimos portadores de conotação positiva, em princípio.

A partir da existência de um inventário ambiental de uma área geográfica, sobre o qual tenham sido feitas análises (assinaturas, monitorias e probabilidades de transição, estimativas de riscos e potenciais), é possível levantar todo um conjunto de estimativas, de óbvio interesse direto para o planejamento e a gestão territoriais.

É o caso da avaliação de necessidades de proteção ambiental, na qual podem aparecer como elementos definidores das necessidades mencionadas não apenas os riscos que a situação ambiental apresente, mas também os potenciais nela existentes, que podem definir igualmente necessidades de proteção. Como exemplo pode ser citado o caso das Unidades de Conservação Ambiental (Parques, Reservas, etc.), nos quais podem existir riscos de incêndios associados a queimadas em regiões limítrofes, mas também onde os próprios potenciais turísticos que apresentem as unidades de conservação geram necessidades de proteção, por serem elemento de atração para visitantes autorizados.

7.3.2 Avaliações complexas

Em contraste com as chamadas avaliações diretas, feitas sobre os dados originais constantes do inventário ambiental, podem existir avaliações ditas complexas, isto é, que usam uma ou várias avaliações prévias como base para sua construção. Podem se referir ao cotejo de uma avaliação contra um dado básico, ou mesmo reproduzir o resultado do confronto entre as expressões territoriais de avaliações previamente elaboradas. Exemplos destas avaliações complexas são apresentados a seguir.

Incongruências de uso

Incongruências de uso dos recursos ambientais disponíveis podem ser reveladas pelo confronto dos mapeamentos de uso da terra com mapas avaliativos de um potencial. É o caso do lançamento de um mapa de potencial (ou aptidão) agrícola de uma área contra um mapa que mostre o uso atual da terra, nesta mesma área. O levantamento de incongruências eventualmente existentes (terras de alto potencial não sendo usadas, terras de baixo potencial sendo usadas, por exemplos), é um produto imediato deste tratamento. Analogamente podem ser identificadas áreas onde um potencial de urbanização (possível crescimento de favelas, por exemplo) tem possibilidades de concretizar-se às custas de desmatamentos e invasão de áreas protegidas por lei. Deve ser notado que, no último exemplo citado, foi obtida uma capacidade de previsão, indispensável como apoio à decisão quanto a medidas preventivas.

Um caso de avaliação complexa de algum interesse é o lançamento do potencial turístico de uma área contra o uso da terra nela registrado. Decisões de grande valor econômico podem se basear neste confronto de um potencial com um uso atual da terra. Uma avaliação complexa deste tipo corre o risco de tornar-se um roteiro de exploração desenfreada dos recursos turísticos de uma região.

A figura abaixo mostra, diagramaticamente, a identificação de incongruências de uso. Deve ser notado que, na figura mencionada, é retratada uma situação simplificada, com duas instâncias de qualificação do potencial sendo lançadas contra um único uso. Quando aplicado a situações reais, este procedimento de investigação pode revelar diversos níveis

de incongruência, segundo os diversos níveis de potencial que sejam considerados, e sua aplicação sucessiva a diferentes usos da terra pode resultar em um mapa de incongruências relativamente complexo.

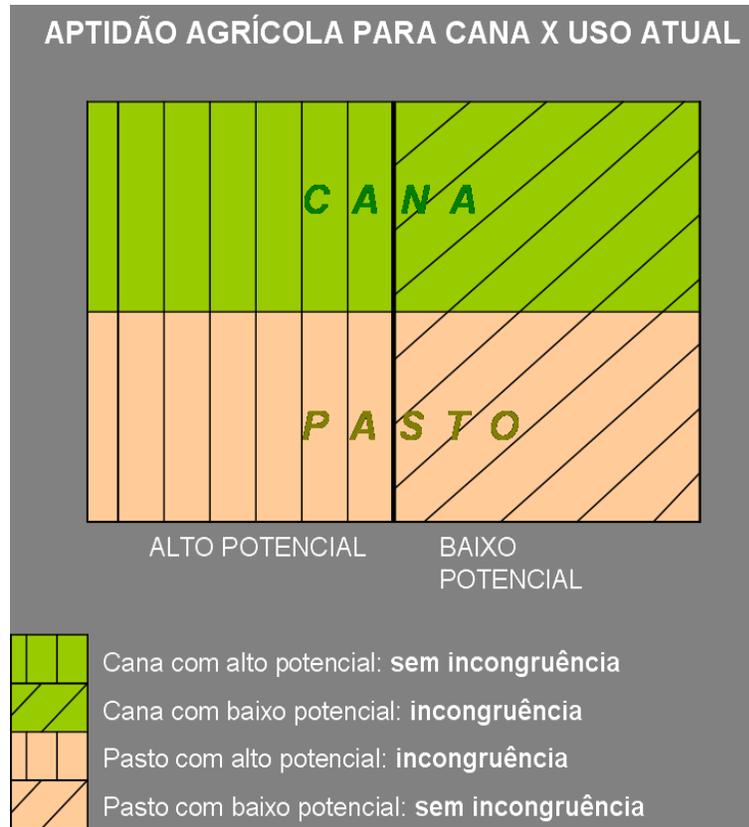


Figura 7.2: Exemplo de caso de incongruência de uso

Potenciais conflitantes

Conforme indicado pelo próprio sub-título, trata-se, neste caso, do confronto entre mapeamentos avaliativos de potenciais. É esperado que destes cotejos surjam, pelo menos, duas classes de áreas: as conflitantes e as não conflitantes (podendo também ser identificados níveis de conflito intermediários). A Figura 39 mostra, de maneira simplificada, o resultado de uma situação de conflito de potenciais. Este confronto sinaliza quanto a prejuízos mútuos para os potenciais considerados e pode indicar também o nível destes prejuízos. Da análise deste tipo de mapa de confronto emanam, muitas vezes com clareza

meridiana, as necessidades de conciliação dos potenciais ambientais. Decisões de valor econômico e de caráter prospectivo podem surgir deste confronto. O apoio à decisão quanto à premência e localização de obras de infra-estrutura pode ser gerado da análise destes mapas. As medidas criadas para superação ou minimização dos efeitos destes conflitos de potenciais podem ser denominadas normas de manejo ambiental e as áreas geográficas onde se apliquem podem denominar-se unidades de manejo ambiental. Estas normas e unidades de manejo ambiental, que também podem ser criadas a partir dos outros procedimentos analíticos aqui apresentados, podem ser paulatinamente identificadas ao longo da análise ambiental em andamento, vindo a constituir-se nos elementos básicos para a criação organizada de um planejamento ambiental. Neste caso, ter-se-á uma coleção de áreas e normas constatadas ao final da análise empreendida, as quais podem vir a ser cotejadas entre si, priorizadas e integradas no planejamento ambiental.

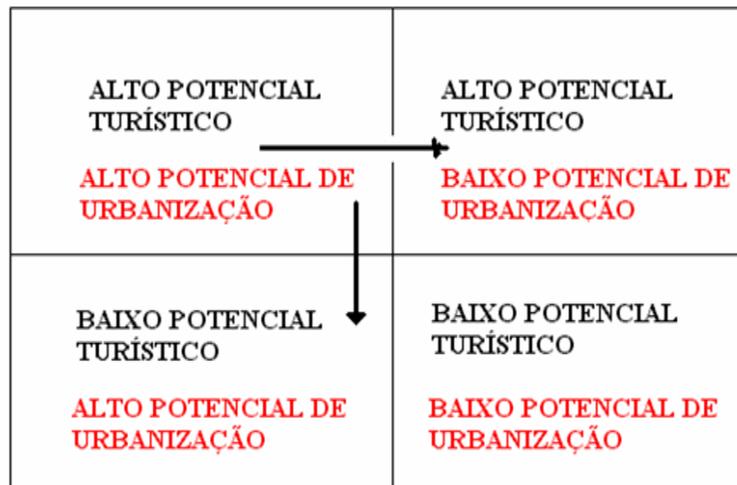


Figura 7.3: Exemplo de caso de potenciais conflitantes

Áreas críticas

O confronto entre mapas de uso e estimativas de riscos ambientais permite a definição de áreas com diferentes níveis de ocorrência simultânea de riscos e de usos da terra específicos. A figura abaixo exemplifica uma área crítica quando um local com forte potencial de urbanização se apresenta com riscos de enchentes. Como esses riscos se concretizam episodicamente, é comum que urbanizações desordenadas (favelas) se verifiquem em locais sujeitos a enchentes esporádicas, com os efeitos catastróficos conhecidos (perdas materiais e de vidas humanas de toda ordem e eclosão de epidemias são exemplos).

Outro caso comum nas cidades brasileiras, análogo ao da urbanização em áreas sujeitas a enchentes, é o da ocupação de encostas, por favelas, em áreas com riscos de desmoronamentos e deslizamentos. A definição de áreas críticas quanto ao potencial agrário x riscos de erosão dos solos é um caso em que o caráter crítico do problema pode ficar mascarado pela natureza paulatina do processo de esgotamento dos solos agrícolas. Os efeitos definidos por este confronto entre potencial agrário e riscos de erosão dos solos podem, no entanto, ser estimados antecipadamente. Definidas previamente as áreas críticas, medidas de manejo e proteção do solo agrícola podem ser preconizadas e implementadas.

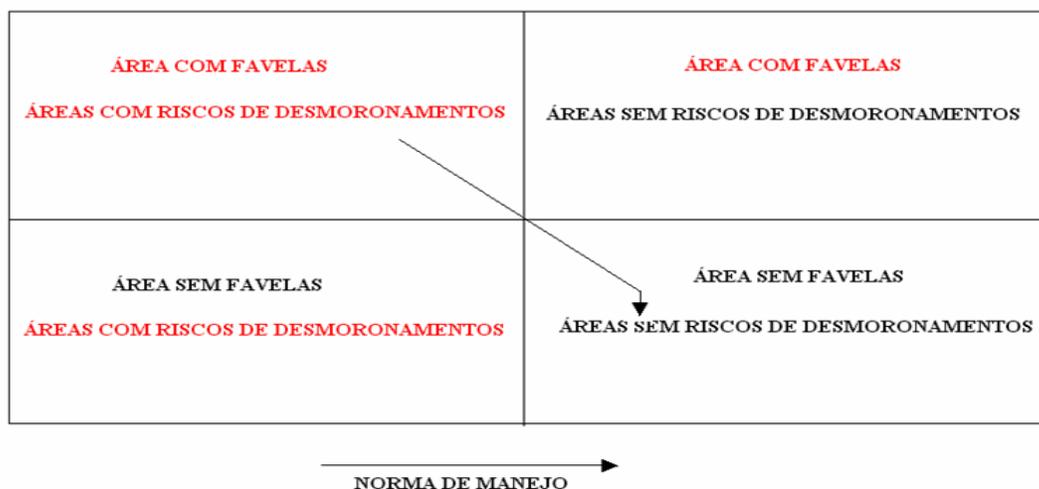


Figura 7.4: Exemplo de caso de áreas críticas

Outros casos

Além de todos os casos apresentados anteriormente inúmeras outras aplicações podem ser exercidas com o auxílio da avaliação ambiental. Estudos de **Impacto Ambiental**, **Procedimentos Prognósticos**, **Simulações** são outros exemplos de uma gama enorme de aplicações oferecidas por esta poderosa ferramenta de análise.

7.4 Realizando uma Avaliação

Primeiramente deve-se definir qual será o objetivo da avaliação: Risco de Enchente? Potencial de Urbanização? Qual?

Para cada caso, técnicos especialistas no assunto devem definir quais são os mapas que devem ser considerados na avaliação criando, no caso de uma avaliação complexa, uma árvore de decisão.

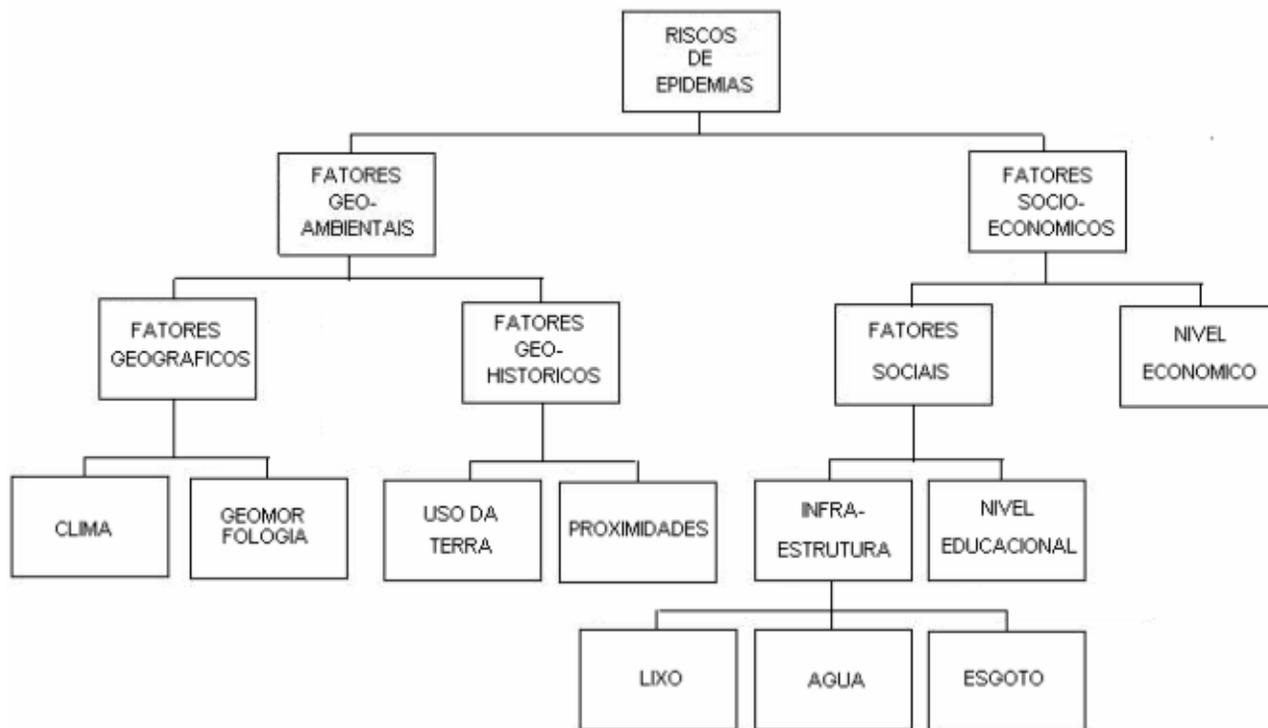


Figura 7.5: Árvore de decisão para a geração de uma avaliação complexa: Risco de Epidemias

Definidos os mapas a serem utilizados a próxima etapa será distribuir pesos entre os mapas que constituem a avaliação em curso, totalizando em 100%.

Além disso, para cada mapa temático envolvido, serão dadas notas para cada legenda, entre 0 e 10 - no caso de uma avaliação simples - ou 0 a 100 - em casos de avaliações mais detalhadas. Estas notas correspondem a probabilidade de ocorrência do evento estudado. Legendas que não se deseja que sejam processadas pela avaliação como, por exemplo: Oceano, linha de costa, limite de município, toponímia, conhecidas como categorias de acabamento deverão ser **BLOQUEADAS**.

As notas devem ser dadas por especialistas em cada tema e, em consenso com os demais técnicos envolvidos no projeto. Portanto, é sugerida a utilização do método *Delphi* para a distribuição das notas, onde as notas sugeridas pelos membros do grupo, por mais que, inicialmente bastantes divergentes, após algumas rodadas de argumentações, acabam por convergir a um valor de consenso entre todos.

Mapas Selecionados:				
Título dos Mapas	Peso			
DECLIVID.RST	50			
GEOLOGIA.RST	25			
GEOMORFO.RST	25			

Os pesos foram atribuídos corretamente

Notas: Entre 0 e 10 Entre 0 e 100

Categoria	Nota
[7] < 5%	0
[18] 5 A 12.5%	2
[29] 12.5 A 25%	3
[36] 25 A 50%	7
[42] 50 A 100%	8
[49] > 100%	10
[60] LINHA DE COSTA	BLOQUEADA
[61] OCEANO ATLANTICO	BLOQUEADA
[86] TOPONIMIA	BLOQUEADA

Figura 7.6: Notas para avaliação de Riscos de Deslizamentos em Cabo Frio

Após terminadas todas as etapas anteriores o algoritmo de análise ambiental poderá finalmente ser executado.

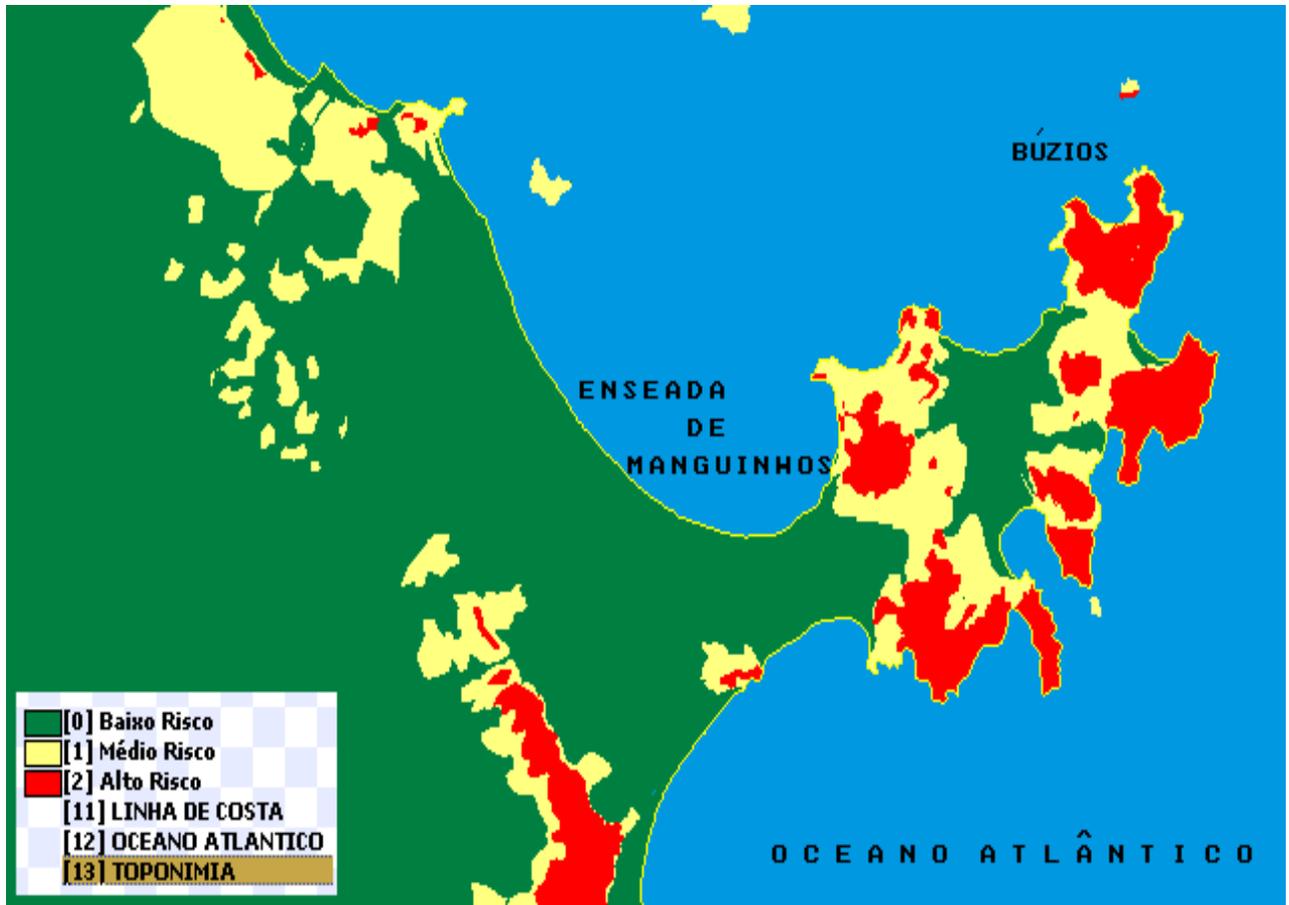


Figura 7.7: Mapa resultante da análise de riscos de deslizamentos em Cabo Frio

Capítulo 8

Módulo Pólígonos de Voronói

8.1 Conceito e Formulação

Um polígono de Voronói (também conhecido como de Thiessen) pode ser formalmente definido como constituído por pontos "x", tal que:

Pol (gi) = $x \in \mathbb{R}^2 \mid \text{dist}(x, g_i) \leq \text{dist}(x, g_j), \forall g_j \in G - g_i$, **onde:**

Pol (gi) = polígono referente ao ponto gerador "gi";

x = ponto pertencente a uma região do espaço \mathbb{R} ;

dist (x, gi) ou (x, gj) = distância entre dois pontos pertencentes à região, o segundo sendo ponto gerador de polígono;

G = g_1, g_2, \dots, g_n = (conjunto de pontos geradores);

Polígono de Voronoi Simples

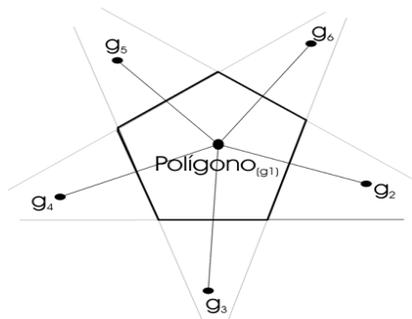


Figura 8.1: Polígono de Voronói simples

Em termos de geoprocessamento, a região do espaço \mathfrak{R} sob análise pode ser entendida como uma matriz de células, na qual foram definidos "n" pontos geradores (correspondentes aos pontos geradores do conjunto G , definido acima). Considerando que a característica fundamental de um polígono de Voronói é a de ser constituído por pontos que estão mais próximos de seu ponto gerador do que de qualquer outro ponto gerador, para sua criação, em termos computacionais, pode ser mensurada a distância de cada célula da matriz até cada ponto gerador, sendo sua pertinência a um polígono definida pela menor destas distâncias. Esta relação pode ser considerada inversa, uma vez que o cotejo das distâncias computadas definirá, pela menor distância encontrada, a pertinência a um dos polígonos em construção, conforme declarado acima. Em conseqüência, ao final da verificação das pertinências (por varredura), todas as células da matriz serão alocadas aos diversos pontos geradores de polígonos de Voronói. Por este critério reproduzível, fraciona-se toda a região analisada em "n" polígonos irregulares, os quais, rigorosamente, a integram.

É possível modificar o cômputo de um polígono de Voronói para que passe a considerar outros parâmetros além da distância euclidiana para a definição de pertinência de um ponto a um polígono. Pode-se, assim, deformar ordenadamente o espaço geográfico para que passe a representar, em sua estruturação, as duas tendências que normalmente ocorrem neste processo: a) a organização do espaço segundo a ocorrência de centros de influência - a polarização do território; e b) a presença de características ambientais dominantes, indicadoras das possibilidades da ocupação humana e definidoras de uma certa regularidade paisagística - o conceito de região, zona ou área "homogênea".

8.1.1 Relevância da Massa

Como conclusão parcial, pode-se afirmar que o uso de qualquer medida de massa usado no cômputo dos Polígonos de Voronói permite que o espaço geográfico fique proposital e ordenadamente deformado pela medida de massa do ponto polarizador, que atrairá para sua área de influência, diretamente, segundo o valor de sua massa, os pontos constituintes do território estudado, construindo, assim, o respectivo Polígono de Voronói, neste caso mais propriamente denominado Polígono de Voronói Modificado.

8.1.2 Relevância do Atrito

Outra ponderação que pode ser feita no cômputo dos Polígonos de Voronói refere-se à resistência oferecida pelo ambiente à ocupação humana. Ao identificar a pertinência de um ponto a uma área de influência, como é o caso do procedimento em discussão, é possível considerar o atrito ao longo da reta que liga um ponto qualquer ao centro polarizador (este atrito poderia ser medido ao longo de outras trajetórias, como as vias de transporte ou de comunicação). Desta forma pode ser criado um outro indicador que vai representar a atenuação do efeito da massa do polo organizador, mais uma vez em uma relação inversa, e que interage com o efeito da distância euclidiana a ser medida. Este conjunto de variáveis em interação deforma o espaço geográfico e pode ser denominada força zoneadora.

Em uma estrutura raster pode ser computada para cada ponto "Gi", e ser geradora do respectivo Polígono de Voronói Modificado, sendo formalizada como:

8.1.3 Formulação considerando a massa dos pontos e o atrito ambiental

$$(FZ)_{Gi} = M_{Gi} / [(D_x \implies G_i)A_x \implies G_i]$$

onde:

$(FZ)_{Gi}$ = Força de Zoneamento do pólo G_i ;

M_{Gi} = Medida de massa do polo G_i ;

$D_x \implies G_i$ = distância euclidiana entre cada ponto examinado e o polo G_i ; e

$A_x \implies G_i = \sum C_k$

onde, por sua vez:

n = número de células encontrado na trajetória de $x \implies G_i$;

C_k = valor do atrito ambiental estimado para cada célula da mesma trajetória.

Em conseqüência da formalização acima, a Força de Zoneamento atuará, na construção do Polígono de Voronói Modificado, diretamente em função das massas dos pontos geradores do zoneamento, e inversamente como função dos efeitos combinados da

distância euclidiana e do atrito encontrados nas trajetórias entre os pontos examinados e os centros territoriais de polarização.

Em conclusão, como pode ser depreendido da análise dos dois itens anteriores, a combinação dos procedimentos Potencial de Interação e Polígono de Voronói para a geração dos Polígonos de Voronói Modificados é altamente informativa. Esta combinação deve ser executada em caráter exploratório, com variações experimentais nos parâmetros adotados e sucessivas comparações dos resultados obtidos, em termos dos valores numéricos referentes a cada polígono, e também em termos dos mapeamentos realizados. Partições territoriais podem ser assim comparadas entre si e contra a distribuição geográfica de características ambientais complexas (geopolíticas e econômicas, entre outras), o que permitirá novas deduções, conclusões e projeções.

8.2 Aplicando o Algoritmo

O exemplo a ser demonstrado a seguir se refere ao cálculo do algoritmo de Polígonos de Voronói para 5 municípios do Estado do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Niterói, Campos dos Goytacases, Parati e Valença.

O parâmetro utilizado como massa para cada município foi a população. Estes dados são reais e, foram obtidos através do Censo realizado no ano 2.000, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Rio de Janeiro: 6.051.399 — Niterói: 471.403 — Campos dos Goytacases: 422.731 — Parati: 32.425 — Valença: 69.131

Para simplificar o exemplo o cálculo não levará em conta os atritos ambientais.

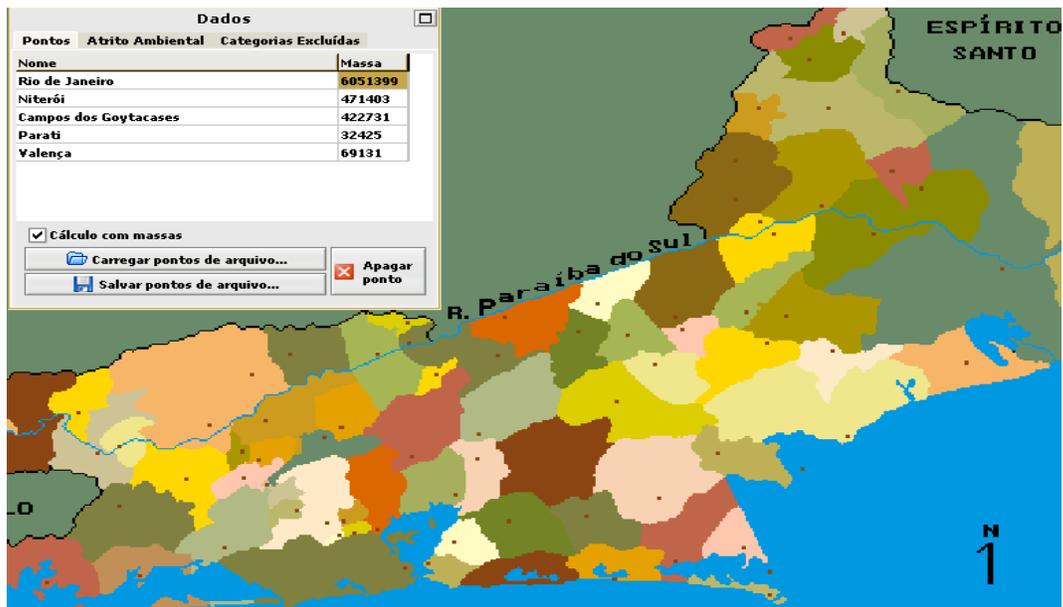


Figura 8.2: Polígonos de Voronói: Marcação dos pontos geradores

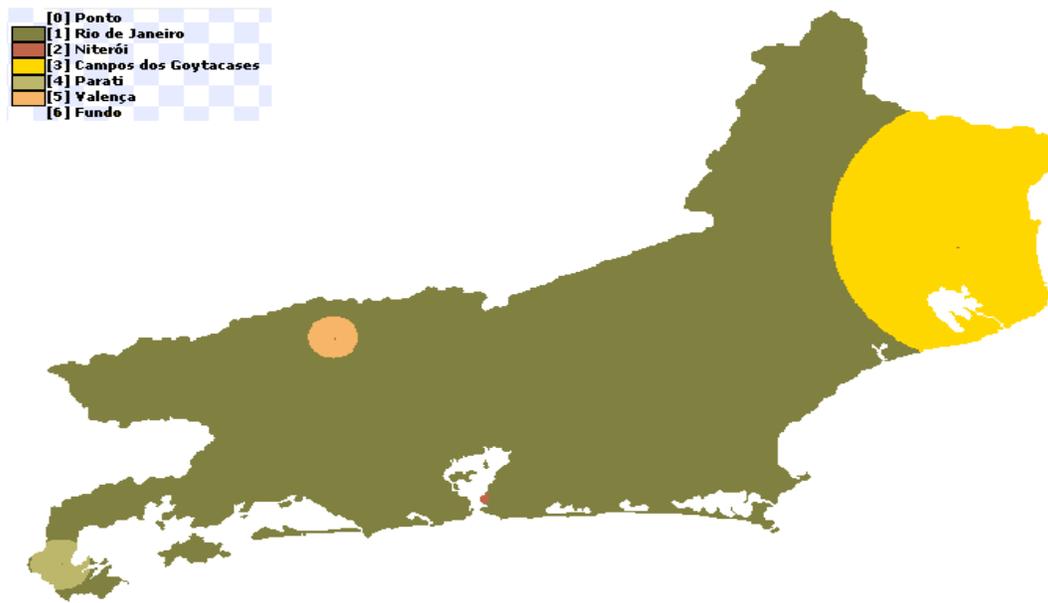


Figura 8.3: Polígonos de Voronói: Resultado do algoritmo

Capítulo 9

Módulo Sequenciador de Imagens

9.1 Visão Geral

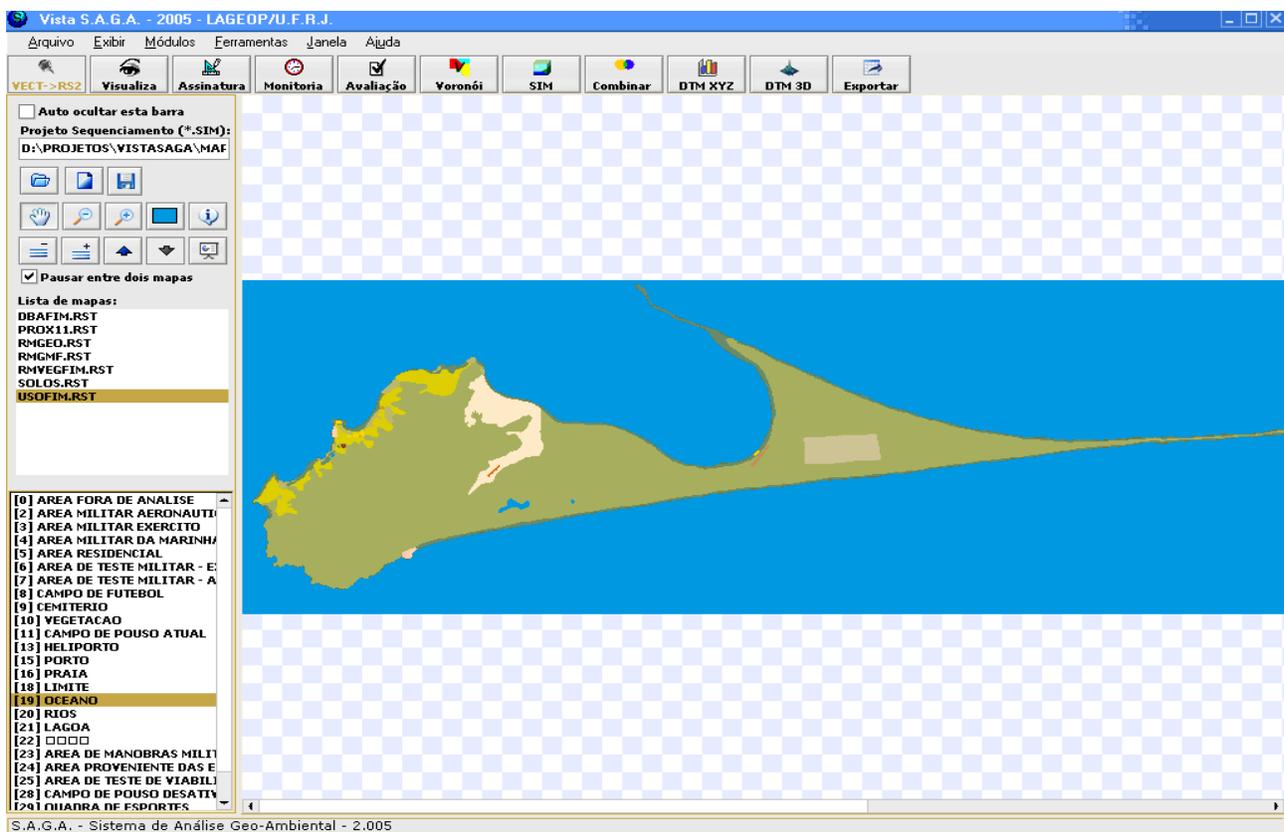


Figura 9.1: Visão geral de um projeto de sequenciamento aberto

O Módulo Sequenciador de Imagens é classificado com um módulo de visualização. Nesta ferramenta é possível abrir dois ou mais mapas de uma mesma região e executar o sequenciamento destes.

Assim, os mapas vão sendo sobrepostos, em transição de opacidade, podendo o usuário escolher a velocidade de transição entre estes.

Ao posicionar o cursor sobre algum *pixel* do mapa, durante a transição é exibida a informação da legenda que há sob aquele ponto nos mapas em transição.

Também é possível criar projetos de sequenciamento e salvá-los, além e determinar a ordem de sequenciamento dos mapas.

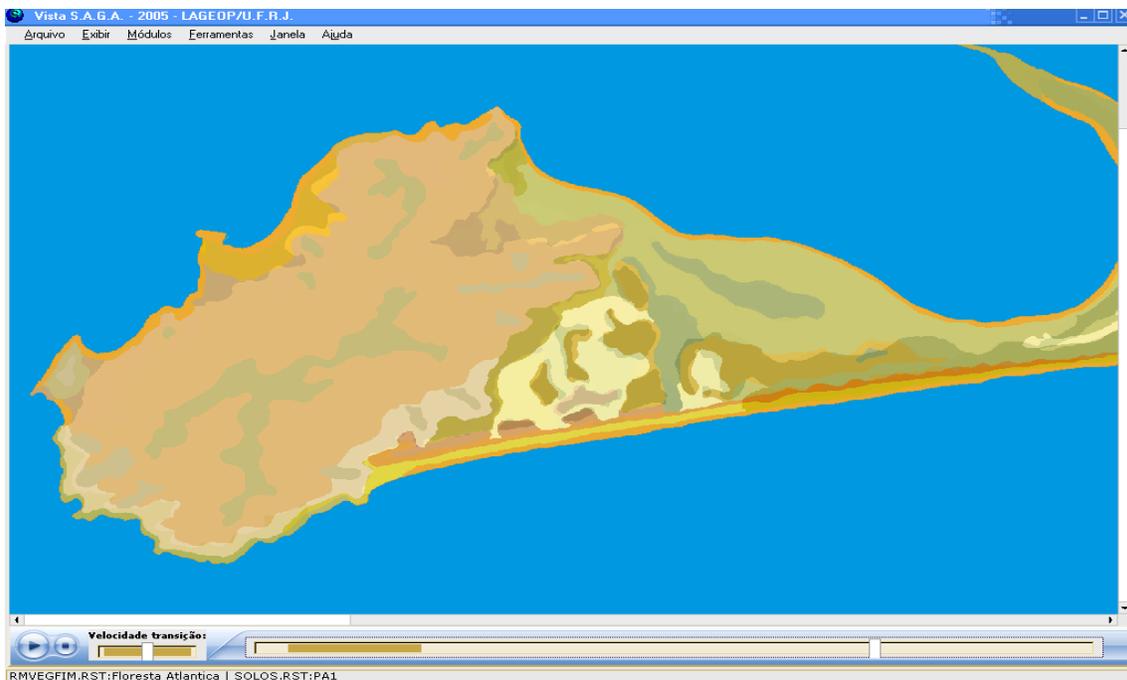


Figura 9.2: Projeto de sequenciamento da base da Restinga da Marambaia em execução

Este, portanto, trata-se de um simples porém, útil módulo de visualização, principalmente quando se deseja realizar sequenciamento de mapas do mesmo tema porém, de épocas diferentes. Assim, é possível verificar, através da simples inspeção visual se a área de determinada legenda cresceu, diminuiu ou permaneceu inalterada com o passar do tempo.

Capítulo 10

Módulo Combinação de Mapas

10.1 Visão Geral

O funcionamento do algoritmo para a realização de Combinação de Mapas consiste em verificar todas as combinações de ocorrências das categorias do mapa 1 com as categorias do mapa 2.

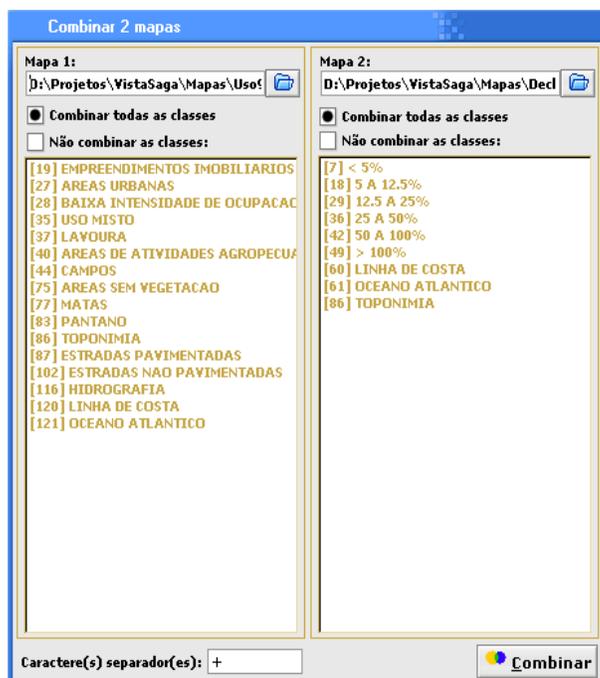


Figura 10.1: Visão geral do Módulo de Combinação de Mapas

O resultado final deste algoritmo produzirá um terceiro mapa da região estudada com as legendas de todas as combinações encontradas de ambos mapas de entrada. Percebe-se que o mapa resultante possuirá, no máximo $N \cdot M$ legendas, sendo N o número de legendas do mapa 1 e, M o número de legendas do mapa 2. As legendas serão representadas no seguinte formato: $n_1 + m_1, n_1 + m_2, n_1 + m_3, \dots, n_n + m_1, n_n + m_2, \dots, n_n + m_m$

Em termos computacionais:

```
for y := 1 to Mapa1.Mapa.Altura do
```

```
  for x := 1 to Mapa1.Mapa.Largura do
```

```
    MapaCombinado.Mapa.Pixels[X,Y] := Mapa1.Legendas[Mapa1.Mapa.Pixels[X,Y]]  
    + EDSeparador.Text + Mapa2.Legendas[Mapa2.Mapa.Pixels[X,Y]];
```

10.2 Exemplo de aplicação da combinação para gerar uma avaliação

Suponha que um indivíduo deseje verificar, com o auxílio do Geoprocessamento, os melhores locais para a criação de gado, na região de Cabo Frio. Para um especialista, este sabe qual será a melhor combinação de fatores que propiciará o melhor ambiente para a prática deste tipo de atividade. Este estudo pode ser realizado com maior precisão por meio de uma Análise Ambiental, levando em consideração os seguintes planos de informação:

M_A : Uso do Solo, com L_A legendas;

M_B : Vegetação, com L_B legendas;

M_C : Solos, com L_C legendas;

M_D : Declividade, com L_D legendas;

M_E : Temperatura, com L_E legendas;

M_F : Índice Pluviométrico, com L_F legendas;

M_G : Proximidades de Rodovias, com L_G legendas;

M_H : Proximidades de Rios, com L_H legendas;

e outros fatores que se julgarem importantes para este tipo de estudo.

Alternativa expedita: Através da ferramenta de Combinação de Mapas também pode-se estimar bons locais para a prática da criação de gado.

A metodologia é simples: basta combinar cada um dos planos de informação citados anteriormente, dois a dois. Após todas as combinações realizadas, o mapa resultante M_R possuirá, no máximo $L_A * L_B * L_C * L_D * L_E * L_F * L_G * L_H$ legendas. Para determinar quais são as regiões ideais para a criação de gado, basta localizar, entre as legendas existentes, aquela que possui a combinação da melhor vegetação, melhor tipo de solo, melhor faixa de temperatura, etc., julgada pelo especialista.

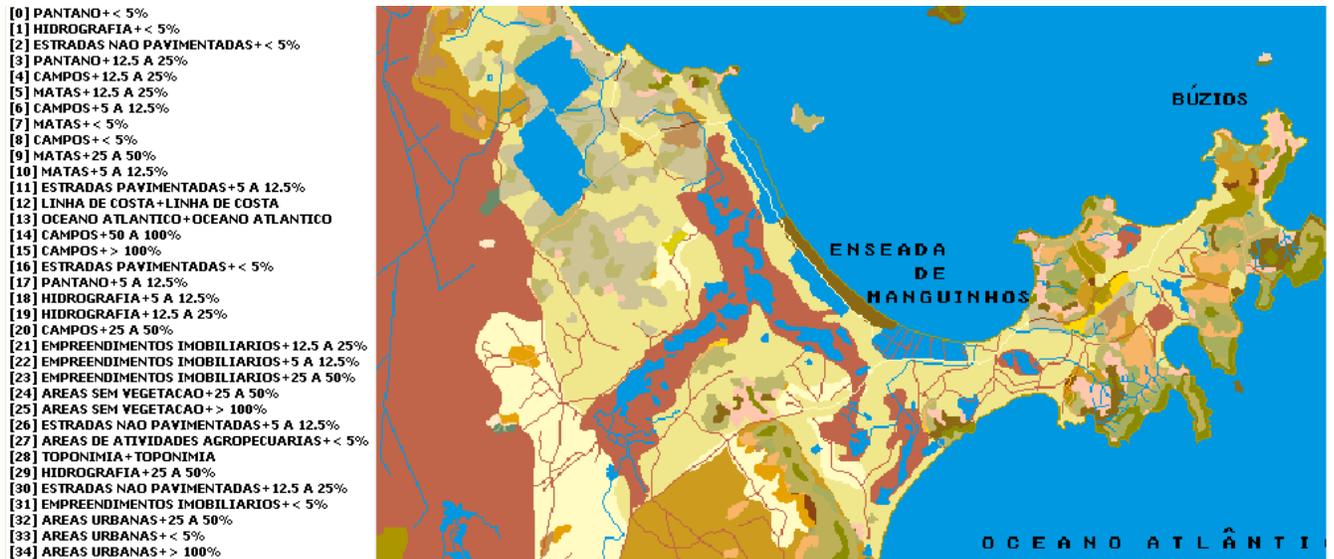


Figura 10.2: Resultado da Combinação de Mapas - Uso Atual 1993 x Mapa de Declividades - Cabo Frio

Capítulo 11

Módulo Geração de DTM

11.1 Introdução

O Módulo de Geração de DTM possibilita o usuário, a partir de mapas Raster-SAGA, a criar arquivos de imagem de formato *Bitmap*, com textura ou arquivos no formato texto (.txt) com o formato X Y Z de cada ponto do mapa.

A partir destes dois tipos de saídas gerados por este módulo, a renderização em 3 dimensões pode ser realizada em qualquer outro sistema geográfico de informação que possibilite esta tarefa. Aplicativos bastante populares que a realizam são o *Surfer*, *Micro Station* e *ArcView*. O Vista SAGA 2005 também permite a visualização em 3D através do Módulo de Visualização 3D, a ser abordado no próximo capítulo.

11.2 Operando o Gerador DTM

11.2.1 Entradas

Para operação do Gerador de DTM é necessário oferecer como entrada apenas um arquivo Raster-SAGA que possua, como legenda, a distribuição das curvas de nível ou faixas altimétricas da região a ser estudada. Estes mapas, em geral, são conhecidos como "Mapas distribuição de curvas de nível" e "Mapas Altimétricos (ou faixas altimétricas)".

Para cada legenda do mapa o usuário apontará um valor Z, que corresponderá ao

valor de altitude relacionado à legenda.

Ex.: Quando aberto o mapa de faixas altimétricas da região do Parque Nacional da Tijuca, suas legendas são listadas. A partir daí o usuário relacionará valores altimétricos a cada uma destas legendas como, por exemplo: para a legenda "50-99 M", será dado o valor 75, que corresponde ao valor médio de altura para esta legenda. Sempre que o algoritmo se deparar com um ponto cuja legenda seja "50-99 M" ele associará o valor 75 como sendo o valor de altitude daquele ponto.

11.3 Saídas

11.3.1 Saída em arquivo TXT

Na execução do algoritmo de Geração de DTM, o mapa será todo varrido e, para cada ponto deste será criada uma linha no arquivo de saída (txt) no formato "LATITUDE LONGITUDE VALOR Z". Para o valor Z será dado o valor referente à legenda daquele ponto, valor este passado pelo usuário momentos antes.

Este tipo de saída é utilizado quando o usuário deseja utilizar outros aplicativos para renderizar o terreno. Como mencionado antes, GIS como *Surfer*, *Micro Station* e *ArcView* utilizam este formato de arquivo como entrada para gerar sua renderizações 3D.

11.3.2 Saída em arquivo BMP

Para o tipo de saída BMP, o algoritmo de geração de DTM também percorrerá toda a matriz de pontos do arquivo Raster-SAGA e, para cada *pixel*, verificará a intensidade de cor que será atribuída ao *pixel* do mapa do terreno. Para tanto a fórmula utilizada é:

$$\text{IntensidadePixel} = \text{Round} (255 * (\text{ValorZPixelAtual} / \text{MaiorValorZ}));$$
$$\text{Cor} = \text{RGB} (\text{IntensidadePixel}, \text{IntensidadePixel}, \text{IntensidadePixel});$$
$$\text{TGA.Canvas.Pixels}[X-1, Y-1] = \text{Cor};$$

Para este tipo de saída, o usuário também poderá optar por gerar ou não um arquivo de textura para ser aplicada no terreno. À disposição do usuário estão 4 esquemas de

cores degrade para textura: Terra, Terra com água, Micro DEM e Spectro.

O formato de saída de arquivo *Bitmap* também é comumente utilizado em programas de renderização de terreno.

O OpenGL utiliza este tipo de entrada para gerar suas renderizações em 3D.

11.3.3 Saída em arquivo S3D

O formato de saída S3D (SAGA-3D) é um arquivo criado especialmente para ser lido pelo Vista SAGA 2005, através do Módulo de Visualização 3D. Este nada mais é do que o agrupamento dos arquivos necessários ao OpenGL para renderizar o ambiente. Dentro deste arquivo estão, comprimidos o arquivo BMP do terreno, *Bitmap* de textura e o mapa Raster-SAGA, necessário para o fornecimento de informações UTM e legendas, à medida que o usuário se desloca pelo terreno.

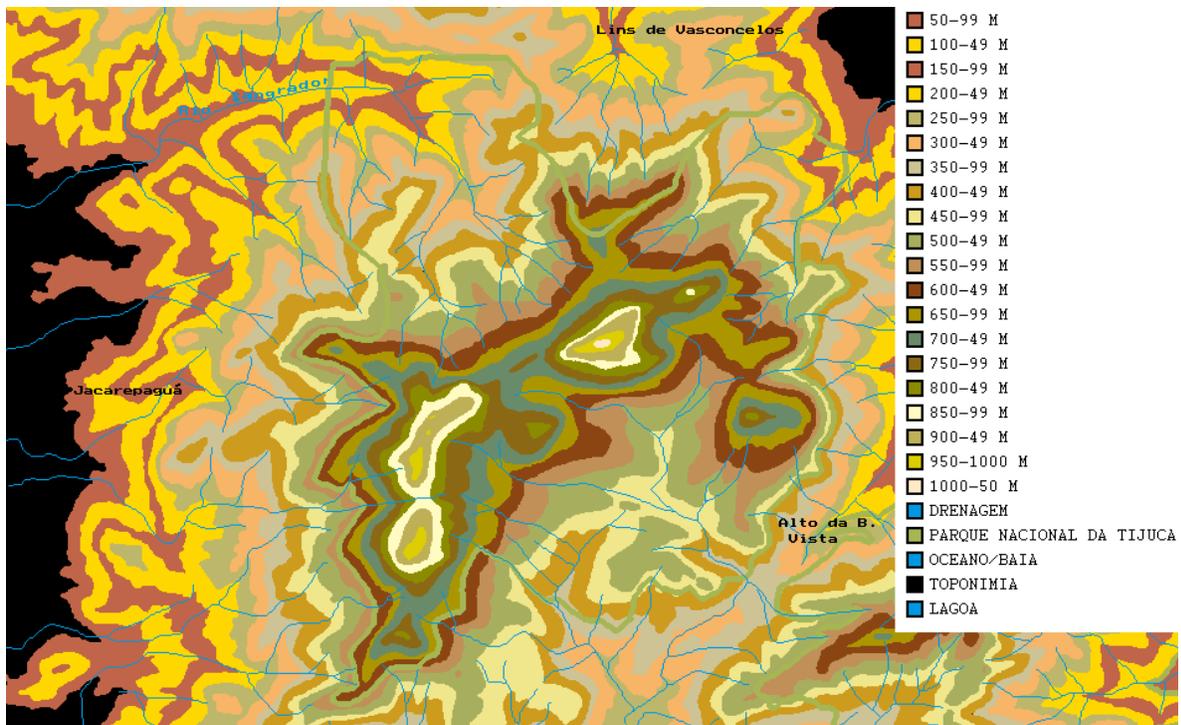


Figura 11.1: Exemplo de mapa Raster-SAGA de entrada para o Módulo de Geração de DTM

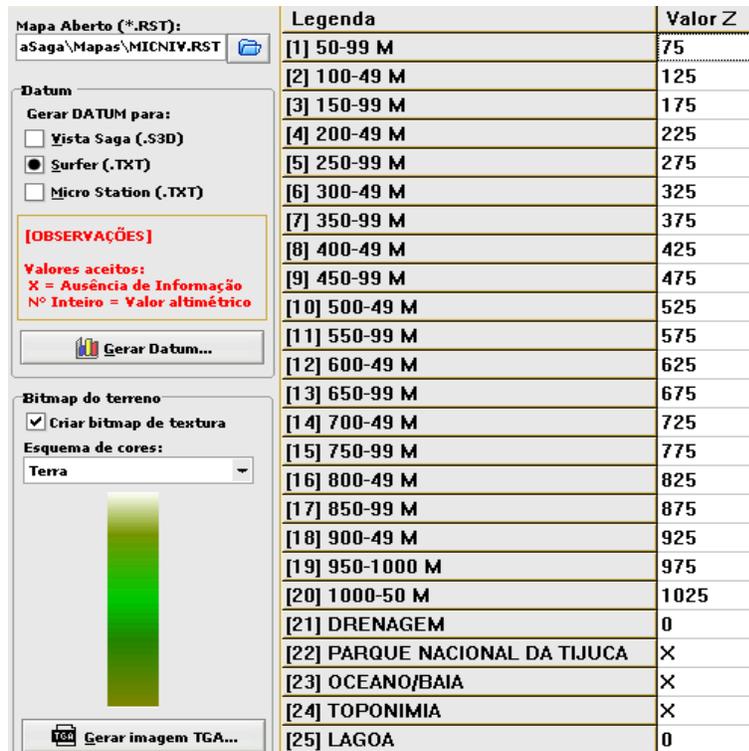


Figura 11.2: Atribuição de valores a um mapa de faixas altimétricas

Coordenadas UTM Altitude



Figura 11.3: Exemplo de saída em formato TXT gerado pelo Módulo de Geração de DTM

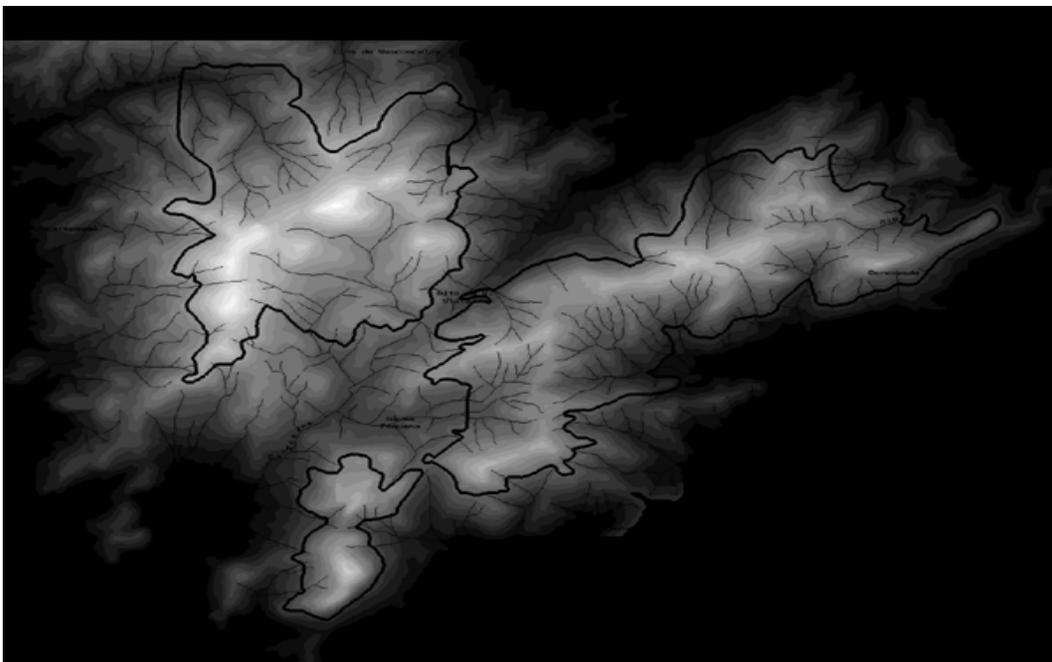


Figura 11.4: Mapa de terreno gerado em *Bitmap*

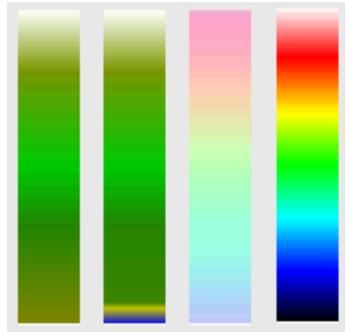


Figura 11.5: Modelos de texturas disponíveis

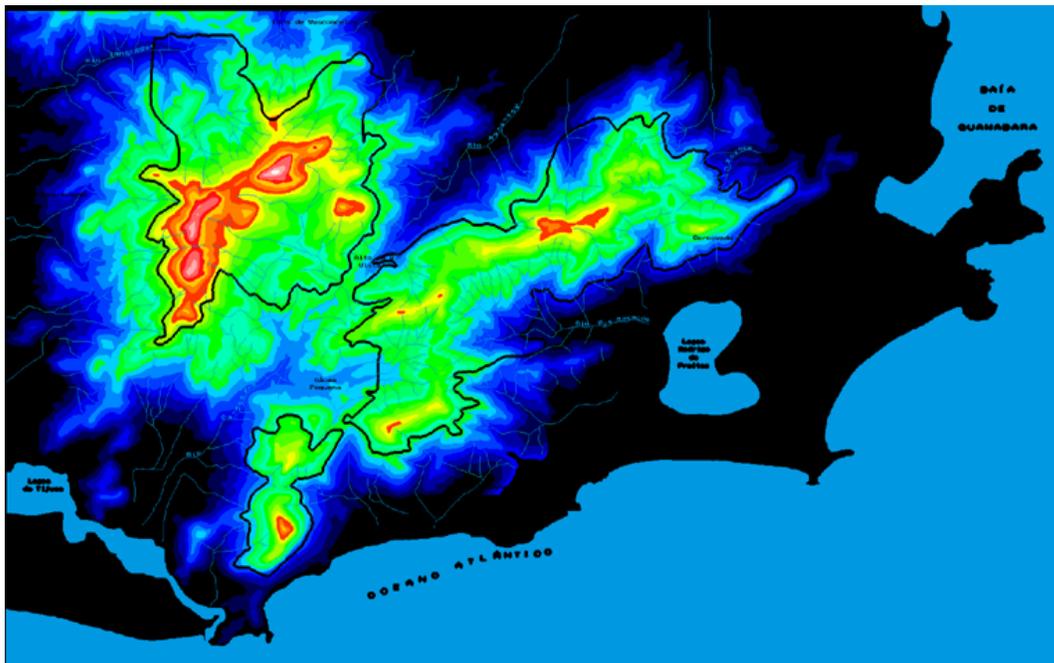


Figura 11.6: *Bitmap* de textura do terreno

Capítulo 12

Módulo 3D

Visualizações de terrenos em 3 dimensões são comumente criadas para oferecer ao técnico uma visão em perspectiva da área de estudo. O Vista Saga 2005 contém o Módulo 3D para viabilizar estas renderizações, através do pacote *OpenGL*.

Os arquivos de entrada deste módulo são os de formato S3d (SAGA 3D), gerado no módulo DTM XYZ. Mas arquivos de terreno e texturas, em formato *Bitmap* também podem ser diretamente carregados.

Para caminhar pelo terreno o usuário controla um automóvel Fusca. É possível controlar o nível de aproximação da câmera ao veículo e, com as setas direcionais do teclado, movimentar-se com este.

É possível também alternar o ambiente entre noite e dia, controlar o nível de altura do mar. Há disponibilidade de 3 modelos diferentes de textura para a água do mar. Caso prefira, o usuário poderá personalizar esta textura carregando um arquivo *Bitmap*. A escala de "exagero vertical" (eixo Z) do terreno também pode ser alterada.

Ao movimentar-se ao longo do terreno, informações instâneas de posição UTM e legenda são exibidas na barra de status.

A cena pode ser gravada, como *screen-shot*, para arquivo *bitmap*.

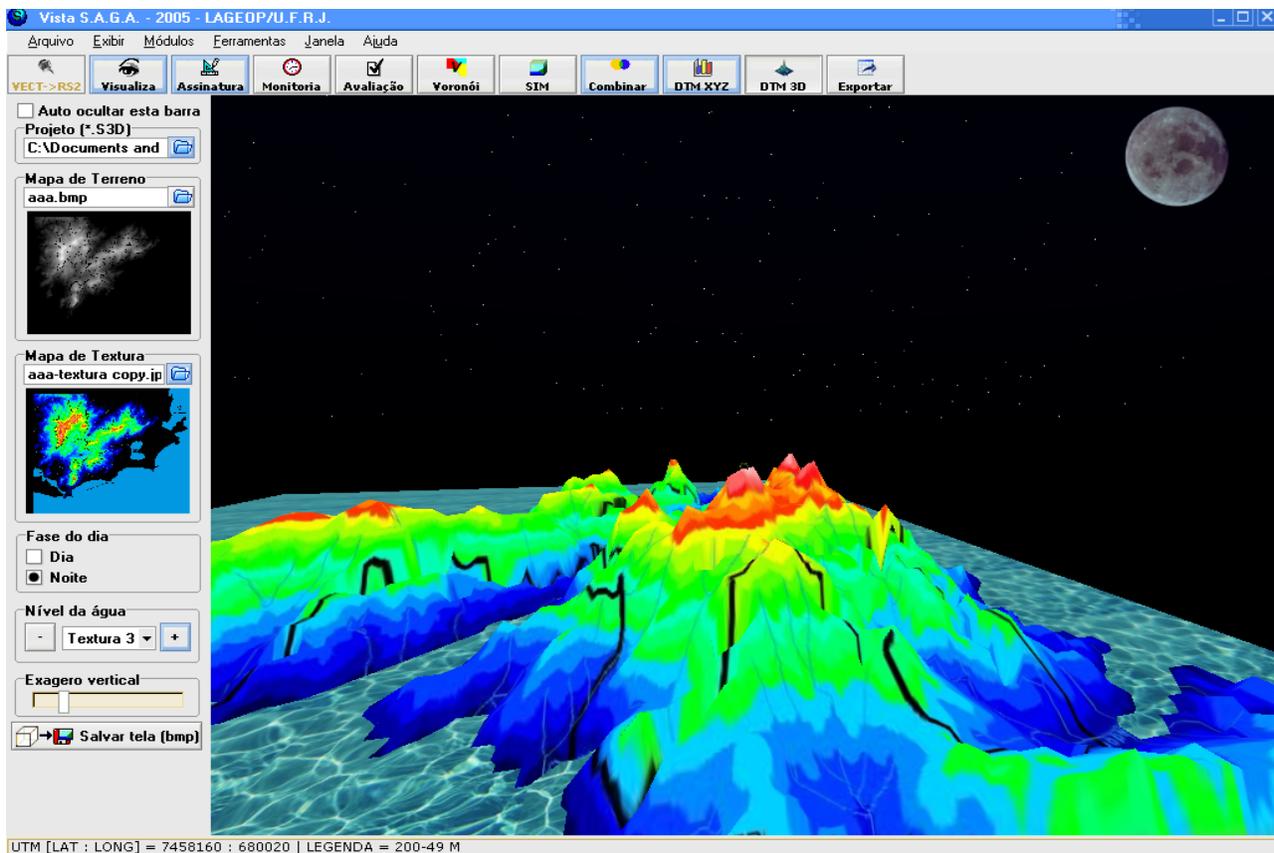


Figura 12.1: Visualização 3D, em ambiente noturno

12.1 O Pacote OpenGL - Delphi 5

Trata-se de um pacote criado para a plataforma *Borland Delphi 5*. Neste estão agredados todos os componentes necessários para a criação de ferramentas 3D, desde as mais simplórias aplicações até complexos jogos FPS.

Um pacote altamente didático, sem necessidade de grandes conhecimentos para sua operação. Traz dezenas de exemplos de aplicativos, com código fonte. Além disso, há uma enormidade de referências, disponíveis na *internet*.

Para esta aplicação foram utilizados os seguintes componentes:

1. SkyDome: Com o SPSun e SPMoon (tipo TSprite) são utilizados para exibir os objetos Sol e Lua, para fins de acamento de cenário.
2. GLLightSource: Será a fonte de luz para a iluminação da cena. Seu posicionamento

será o mesmo do Sol e da Lua.

3. LuzCarro: Outra fonte de luz, que acompanhará o posicionamento do automóvel.
4. HeighField: Principal componente deste módulo. É quem viabiliza a geração do terreno em 3 dimensões. Trabalha a partir de um arquivo *Bitmap* de terreno, em tons de cinza, com cores no formato RGB(0,0,0) até RGB (255,255,255), onde os três canais de cor possuem igual valor. Enquanto a cor preta representa elevação 0 (RGB (0,0,0)) a cor branca representa a mais alta altitude.
5. Actor: Representa o ator da cena que, neste caso é o automóvel.
6. PLNevoa: Plano que representa as nuvens do cenário. Apenas para efeito de acabamento.
7. GLCamera : Câmera da cena. Está ligada ao ator Portanto, ao movimentar o ator, esta movimenta-se também, seguindo-o.
8. PLAgua: Plano que representa o nível do mar.

Enfim, a criação deste módulo, demonstra a praticidade de operação do *OpenGL* que, por sua vez viabilizou a criação de um poderoso e incrementado ambiente de 3 dimensões, com bastante praticidade e pouco tempo de trabalho empregado, bastando noções básicas de computação gráfica. Resultado de uma fórmula constantemente almejada: bons resultados conjugados à praticidade.

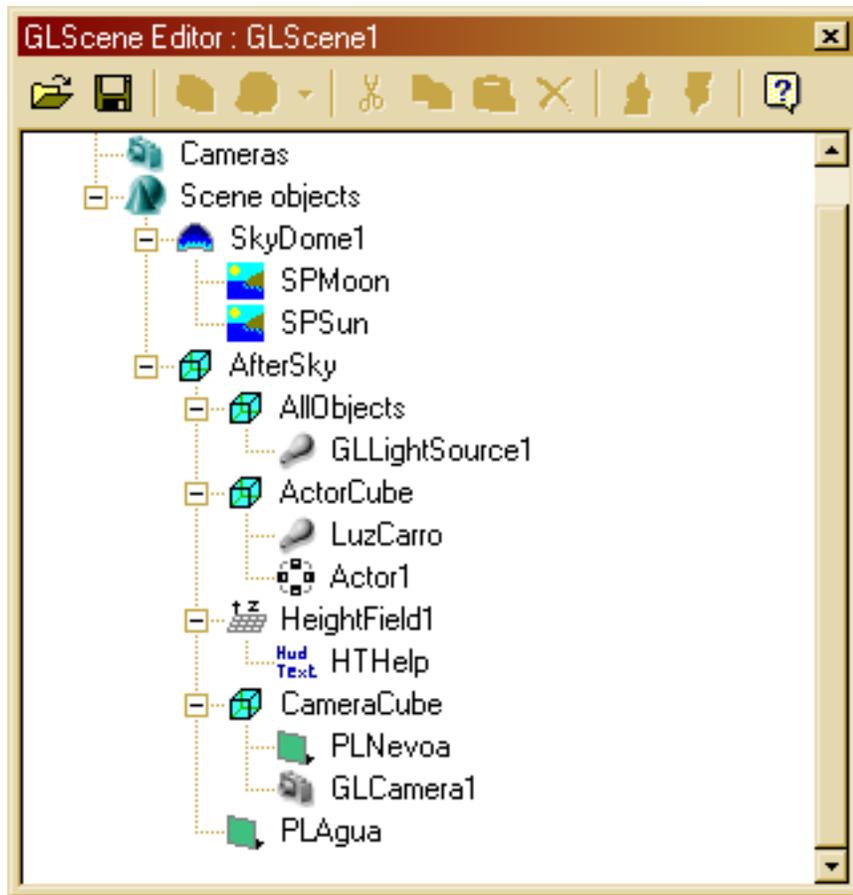


Figura 12.2: Relação de componentes utilizados no Módulo 3D

Capítulo 13

Módulo de Exportação de Mapas

13.1 Introdução

Ao término de suas análises, caso o usuário deseje imprimir seu mapa em papel, este deve exportar seus mapas para o formato *Bitmap (bmp)*. Neste momento o Módulo de Exportação de Bases de Dados tem o papel de realizar esta conversão.

Sumarizando seus objetivos:

- Geração de arquivos no formato BMP, a partir de bases no formato Raster-SAGA / UFRJ para posterior acabamento em outros programas (Ex.: *Adobe Photo Shop*) e impressão final;
- Permite gerar acabamentos no processo de exportação, tal como legendas, textos, linhas de quadrícula, etc...

Uma observação importante a respeito do pacote SAGA - U.F.R.J. é o fato deste ser um projeto voltado exclusivamente para a análise de dados. Portanto o Módulo de Exportação de Mapas não tem por finalidade ser uma ferramenta sofisticada de tratamento de imagens.

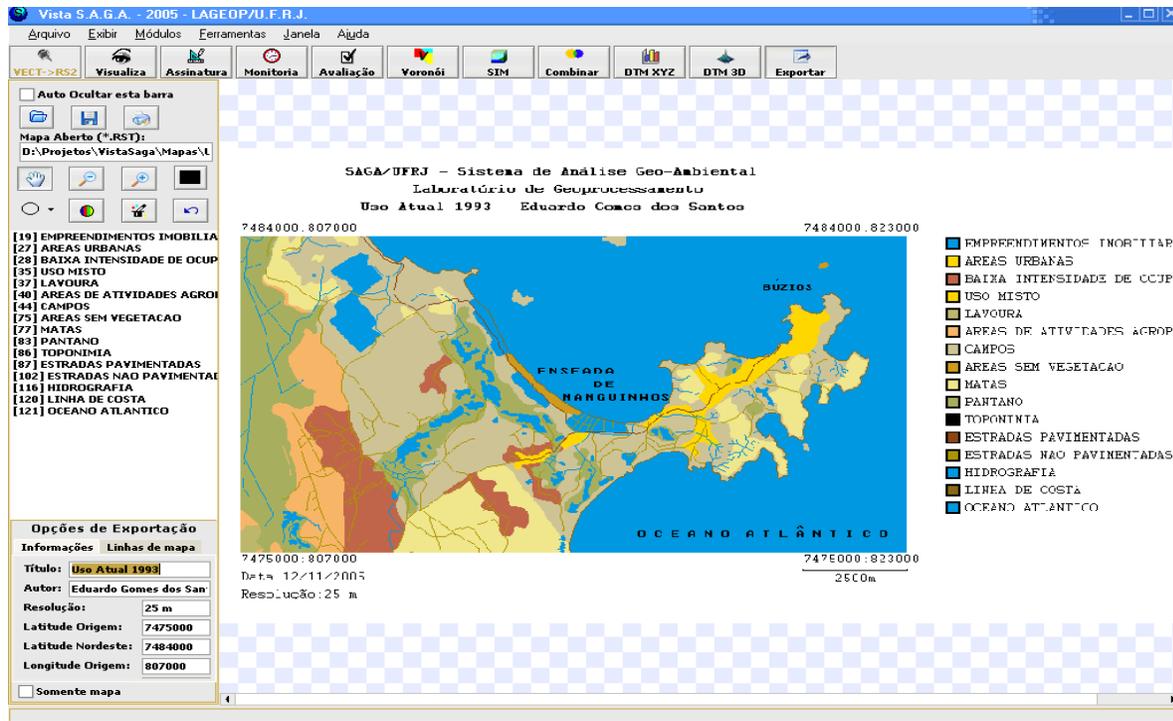


Figura 13.1: Visualização da tela do Módulo de Exportação de Mapas Raster-SAGA

13.2 Outras características

Apesar ter por objetivo ser um módulo simplificado de conversão de formatos, o Módulo de Exportação oferece algumas características bastante interessantes e úteis para acabamento de um mapa.

São estas:

- Ajuste de cores na imagem ou em áreas selecionadas: contraste, brilho, HSV, HSL, equalização, FFT, *Gamma Correction*, *Sharpen*;
- Aplicação de efeitos: filtro, *bump map*, lentes, onda, filtro *morphing*, rotação;
- Edição de informações de: título do mapa, autor, resolução, coordenadas UTM de origem;
- Adição de linhas de mapa (grid): por quantidade ou módulo (ex.: de 100 em 100 metros);

- Personalização de cores das legendas;
- Opção de impressão do mapa com (legendas, linhas, informações, etc.) ou sem (somente mapa) acabamento.

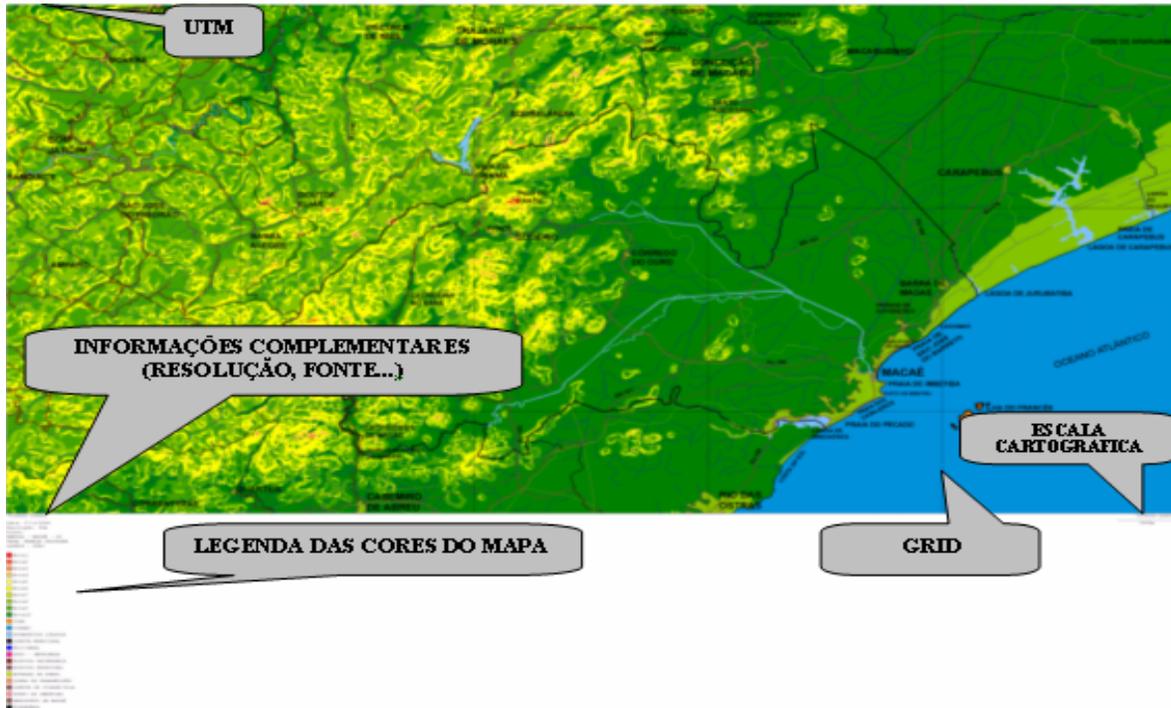


Figura 13.2: Exemplo de um mapa em *Bitmap* após exportação

Capítulo 14

Conclusões

O Geoprocessamento oferece ferramentas e metodologias que auxiliam ambientalistas no aquacionamento e resolução de seus trabalhos de pesquisa. Mas para obter bons resultados em seus estudos, o pesquisador precisa dominar bem as ferramentas que dispõe. Entre inúmeros programas que oferecem este suporte, o SAGA/UFRJ se destaca por sua simplicidade e transparência ao usuário.

Além disso, é importante ressaltar que já apoiou, com sucesso, mais de uma centena de teses de mestrado e doutorado, além de trabalhos finais de curso. É um projeto 100% nacional, desenvolvido em meio acadêmico e, sem fins lucrativos. Pode ser obtido gratuitamente através do site www.lageop.ufrj.br.

O usuário deve ter boas noções de Geoprocessamento para utilizar o pacote plenamente e boa percepção para visualizar como equacionar seus "problemas" e obter resultados com a ferramenta. Contudo o aplicativo é de fácil aprendizado e exige relativamente pouco tempo de treinamento, quando comparado aos demais programas da área.

14.1 Propostas futuras

Visando sempre simplificar ao máximo os trabalhos do usuário final, propõe-se como tarefas futuras para o Vista Saga 2005, a criação de um módulo importador de arquivos de formato vetorial.

Este tipo de arquivo é comumente utilizado na área do Geoprocessamento, uma vez

que aplicativos populares como *ArcView*, *Micro Station* adotam este formato de arquivo para operar. Por isso é muito comum o fato de um usuário possuir a região de seu interesse em formato vetorial. O IBGE, assim como os diversos órgãos cartográficos do Brasil, oferece setores censitários de todo o país em formato vetorial.

Para trabalhar com o projeto SAGA a partir destes mapas vetoriais, o usuário precisará executar procedimentos de rasterização, georreferenciamento e reconhecimento das legendas do mapa. A proposta então seria automatizar estes procedimentos. Bastaria o usuário passar, como entrada, o seu arquivo vetorial e, o aplicativo forneceria como saída o arquivo em formato Raster-SAGA.

Referências Bibliográficas

- [1] XAVIER-DA-SILVA, J.; *Geoprocessamento para análise ambiental*, Edição do autor, (2001)
- [2] XAVIER-DA-SILVA, J.; FILHO, L. M. C.; *Sistemas de informações geográfica : uma proposta metodológica*, Edição do autor, (1993)
- [3] XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T.; *Geoprocessamento e Análise Ambiental*, Ed. Bertrand Brasil, (2004)
- [4] MARINO, T. B.; *Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento 0 UERJ*, (2004)
- [5] BONHAM-CARTER, G.F.; *Geographic Information Systems for Geoscientists: modelling with GIS*, Ottawa: Pergamon, (1996)
- [6] BONATTO, F.; *Manual Operacional do VistaSAGA/UFRJ - Versão didática para Windows*, Ed. LAGEOP/UFRJ, (1999)
- [7] SCHINKOETH, M.; *Manual do Programa Polígonos de Voronói*, Ed. LAGEOP/UFRJ, (2002)
- [8] FRANCO, J. M.; *Manual do Conversor RST-TIFF*, Ed. LAGEOP/UFRJ, (2002)
- [9] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; *Glossário de Geoprocessamento*, <http://mapas.ibge.gov.br/website/tutorialnovo/glossario.html>