

1. Publicação nº <i>INPE-4162-RPI/170</i>	2. Versão	3. Data <i>Abril 1987</i>	5. Distribuição <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DPI</i>	Programa <i>SISPRO</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES PROCESSAMENTO DE IMAGENS</i> <i>TESTES DE SOFTWARE</i>			
7. C.D.U.: <i>681.3.06</i>			
8. Título <i>"PLANO DE TESTES PARA O SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES DO INPE"</i>		10. Páginas: <i>16</i>	
		11. Última página: <i>17</i>	
		12. Revisada por <i>G. Câmara</i> <i>Gilberto Câmara Neto</i>	
9. Autoria <i>Luiz Alberto Vieira Dias</i> <i>Moacir Godoy Junior</i>		13. Autorizada por <i>M. Antônio Raupp</i> <i>Dr. Marco Antônio Raupp</i> <i>Diretor Geral</i>	
Assinatura responsável <i>Luiz A. V. Dias</i>			
14. Resumo/Notas <i>Devido a necessidade de se testar o Sistema Geográfico de</i> <i>Informações do INPE, foi preparado uma metodologia, baseada em princípios</i> <i>de Engenharia de Software. O propósito é minimizar o tempo e o custo dos</i> <i>testes, uma vez que esta fase do desenvolvimento é essencial e dispendio</i> <i>sa. Os testes propostos não são exaustivos, mas pretende-se detectar a</i> <i>maior parte dos eventuais problemas.</i>			
15. Observações			

ABSTRACT

Due to the need of testing INPE's Geographic Information System, a methodology was prepared, based on Software Engineering principles. The purpose was to minimize test's cost and time, since this development phase is essential and costly. The proposed tests are not comprehensive, but it is hoped to detect most of the problems that may arise.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<u>CAPÍTULO 1 - A NECESSIDADE DE TESTAR SOFTWARE</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - A ECONOMIA DO TESTE</u>	3
<u>CAPÍTULO 3 - ABORDAGEM A SER SEGUIDA NO CASO DO SGI DO SITIM</u>	5
<u>CAPÍTULO 4 - DADOS DE TESTE</u>	7
<u>CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA</u>	9
<u>CAPÍTULO 6 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA</u>	11
6.1 - Estrutura geral do sistema	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
APÊNDICE A - MODELO DA FOLHA DE TESTES PARA CADA FUNÇÃO/SISTEMA	

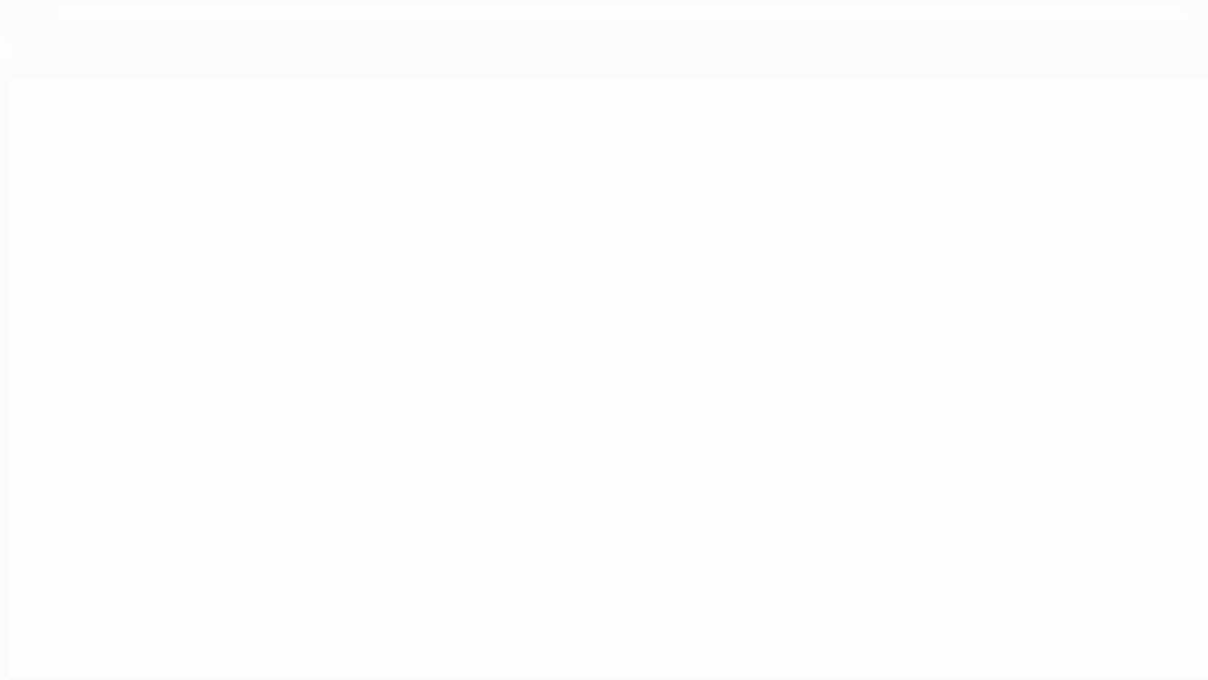
CAPÍTULO 1

A NECESSIDADE DE TESTAR SOFTWARE

Sabe-se que aproximadamente 50% do tempo e 50% do *custo* de desenvolvimento de um software são gastos em testes (Myers, 1979). Baseado na afirmativa acima, era de esperar que técnicas apuradas de teste já existissem e que esse custo pudesse ser reduzido. Entretanto, devido à grande dificuldade inerente ao processo de testes, é praticamente impossível testar um programa a ponto de dizer que ele *não* tem erros (Fairley, 1985). O que se faz é tentar, em tempo finito, testar um software de maneira sistemática, a fim de minimizar os erros e de terminar se o programa faz o que se espera dele. Deve-se dizer que *não* se pode esperar que um programa trabalhe com dados fora dos limites para os quais foi concebido, ou que eventuais aproximações utilizadas possam, em geral, ser rejeitadas automaticamente nos casos em que elas não se aplicam. Finalmente as limitações de hardware, como tamanho da memória e capacidade dos dispositivos de entrada e saída, devem ser observadas.

Como errar é inerente aos seres humanos, os aspectos de teste de software mais importantes são os de economia e psicologia do usuário e programador (Myers, 1979).

Uma definição apropriada de teste (Myers, 1979) é "*Testar é o processo de executar um programa com a intenção de achar erros*". Neste aspecto é um processo *destrutivo*; portanto, difícil para a psicologia do programador que tem tendências *construtivas*.



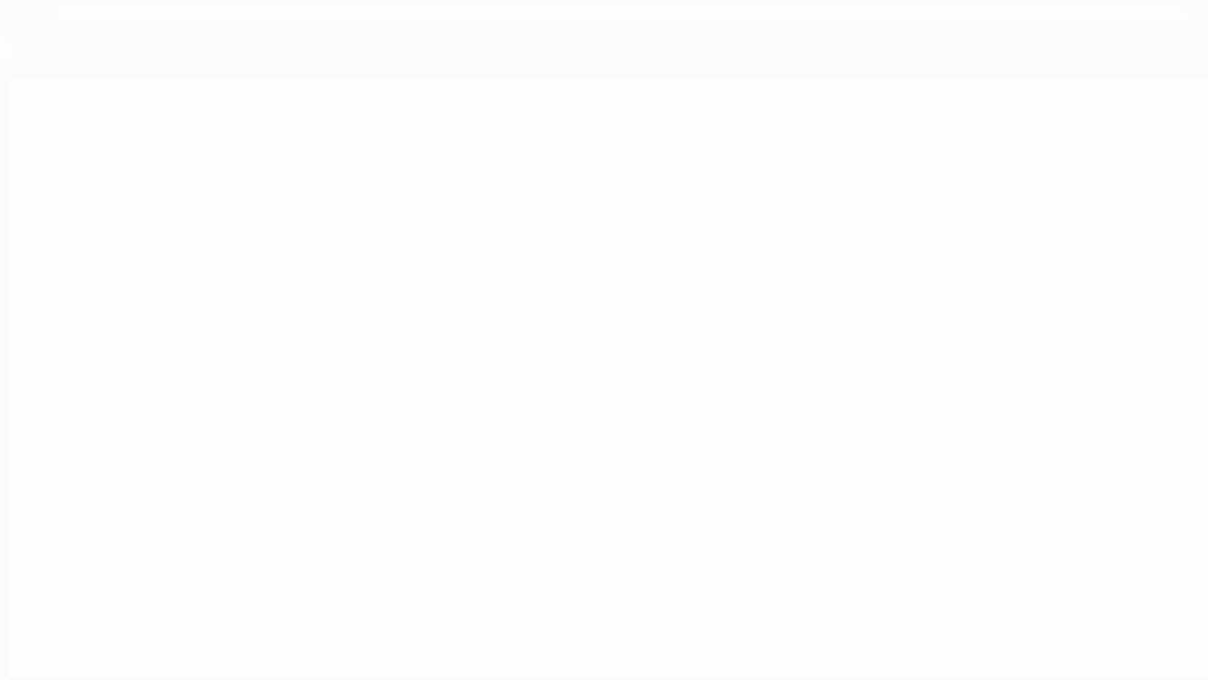
CAPÍTULO 2

A ECONOMIA DO TESTE

Como em geral não é possível achar *todos* os erros de um programa, especialmente para softwares médios ou grandes (mais de 1000 linhas de código), a pergunta é: "*Quão exaustivo deve ser um teste, para que seja economicamente viável?*". A resposta não é conhecida completamente, mas pode-se tentar sistematizar os testes de duas maneiras:

- a) CAIXA PRETA - Prepara-se um conjunto de dados de teste e observa-se se a saída é a esperada. Deve-se dizer que os dados são escolhidos de tal forma que as saídas são conhecidas ou avaliadas de forma aproximada.

- b) CAIXA BRANCA - O que é examinado é a lógica do programa. Há métodos de programação, como o VDM (Vienna Development Method, do Prof. Dines Bjorner da Dinamarca), no qual a especificação do problema é feita utilizando lógica matemática, e a passagem da especificação para o código é feita de acordo com regras matemáticas, de tal maneira que o programa final (código) representa a especificação de maneira exata e sem erros. Obviamente podem ser adicionados erros, em geral humanos, na passagem da especificação para o código, ou pior, erros na especificação.



CAPÍTULO 3

ABORDAGEM A SER SEGUIDA NO CASO DO SGI DO SITIM

Devido ao tempo disponível e custo, ou seja com o envolvimento de 3 a 4 pessoas por 3 horas por dia, durante um mês optou-se por um teste do tipo CAIXA PRETA. Antes de descrever os dados de entrada escolhidos, é necessário enumerar os princípios que mostraram essa escolha e a da equipe de testes.

Os princípios baseados no livro de Myers (1979) são os seguintes:

- 1 - Uma parte *necessária* de um caso de teste é a definição da saída ou *resultado esperado*.
- 2 - Um programador deve *evitar* testar seu *próprio* programa.
- 3 - Uma organização não deve testar seus próprios programas.
- 4 - Os resultados de cada teste devem ser inspecionados cuidadosamente.
- 5 - Os dados de teste devem ser tanto para *saídas válidas e espera*das, quanto para *inválidas e inesperadas*.
- 6 - Um programa deve ser examinado para ver se ele faz tanto o que se espera dele como o que *não se espera dele*.
- 7 - Devem ser *evitados* dados de teste inventados ao acaso "só para ver o que dá", uma vez que cada teste é caro e os dados devem ser escolhidos cuidadosamente.
- 8 - Não devem ser planejados testes sob a premissa de que não serão achados erros.
- 9 - A probabilidade da existência de mais erros em uma seção de um programa é proporcional ao número de erros já descobertos naquela seção.

10 - Testar é uma tarefa extremamente criativa e desafiadora.

Finalmente, deve-se dizer que neste caso, além de erros e limitações, o objetivo é também avaliar o *desempenho do sistema em relação com o tempo de execução* dos subprogramas e com a *facilidade de uso* por parte do usuário (Beizer, 1983).

Dos princípios acima, apenas o 3º não será observado, por não ser prático no momento contratar outra organização para testar o SGI. A equipe de teste principal (Vieira Dias e Moacir Godoy) não participou da criação do software. Um grupo de sete usuários está colaborando com dados de entrada e sugestões (Adalton, Flávio, Maria de Lourdes, Sérgio, Tereza, Madalena e Celina), bem como o Guaraci José Erthal, que programou grande parte do sistema.

Devem ser lembradas algumas frases relativas à boa prática dos testes:

- Testar é o processo de executar um programa com o intuito de achar erros.
- Um bom dado de teste é o que tem alta probabilidade de detetar um erro a ser descoberto.
- Um dado de teste bem sucedido é o que deteta um erro ainda não descoberto.

CAPÍTULO 4

DADOS DE TESTE

No presente caso, escolheram-se, junto aos usuários, três áreas de teste. Os testes serão efetuados em condições tão próximas quanto possível às áreas de uso real. As áreas escolhidas são: a) São José dos Campos-SP; b) São Paulo-SP; c) Casa Branca-SP. Essas áreas, com diferentes aspectos, são um conjunto bem variado, e estima-se que 90% do uso do SGI para o SITIM-110 será coberto com esses dados de teste. Os resultados esperados podem ser estimados uma vez que os usuários estão bem familiarizados com as referidas regiões.

As entradas são:

a) São José dos Campos-SP

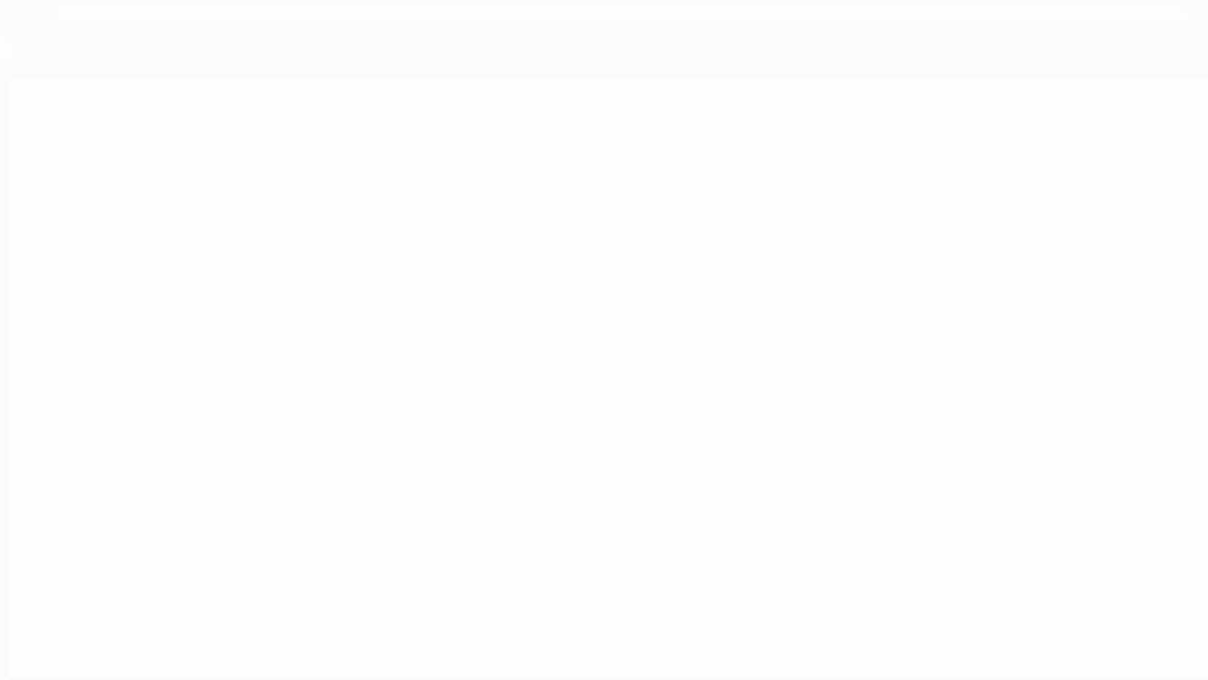
- mapa temático obtido visualmente;
- imagem TM corrigida;
- imagem TM classificada com o MAXVER;
- legendas.

b) São Paulo-SP

- modelo digital de terreno de São Paulo;
- imagem TM corrigida;
- imagem TM classificada com o MAXVER;
- legendas;
- carta de aptidão física para assentamento urbano;
- foto aérea;
- imagem SPOT (opcional, se disponível).

c) Casa Branca-SP

- imagem TM;
- carta topográfica;
- dados auxiliares;
- legendas.



CAPÍTULO 5

METODOLOGIA

A metodologia a ser utilizada será baseada nos princípios do Capítulo 3, inicialmente em um teste de entradas e saídas com dados simples. Logo após a área de São Paulo será testada com os programas de manipulação de entradas e saídas. Todas as fases serão cronometradas. Em seguida as áreas de São José dos Campos e Casa Branca seguirão a mesma metodologia. O cronograma previsto é o seguinte:

CRONOGRAMA

TESTE	SEMANA 1*	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
1. Leitura de fitas					
2. Teste de periféricos					
3. Teste de inicialização					
4. Teste inicial de entrada/saída					
5. Entrada-mapas temáticos		SP	SJC	CB	
6. Entradas-DTM		SP	SJC	CB	
7. Entradas-imagens		SP	SJC	CB	
8. Manipulação-raster					
9. Saídas					
9A. Plotar dados de entrada					
10. Integração					

* Semana 1: início em 15 de abril de 1987.

Cada função do sistema com o propósito de manter uma pa
dronização, terá uma "folha de testes" (ver Apêndice A), baseada em
Beizer (1984). Dependendo da função, poder-se-á modificar esta *folha de*
testes.

CAPÍTULO 6

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Todos os subprogramas do sistema serão testados nos modos descritos. A configuração da máquina alvo, o SITIM-110 do INPE, é a seguinte:

- processador INTEL 8088/8087;
- 256 Kb de memória RAM;
- unidade de disco flexível de 5 1/4" e 8";
- unidade de disco rígido de 55 Mb;
- monitor colorido;
- impressora;
- mesa digitalizadora HP;
- Plotter HP;
- Plotter DZT;
- unidade de fita magnética;
- unidade visualizadora UAI, com 3 planos de 512x512 pixels e um plano gráfico.

6.1 - ESTRUTURA GERAL DO SISTEMA

O SGI de um conjunto de programas orientados para as várias fases de armazenamento e extração de informações geocodificadas. O sistema permite que o usuário escolha uma região e armazene diferentes planos de informação (PIs). Cada plano de informação corresponde a um dado distinto, que pode conter vários arquivos, correspondentes às várias fases do processamento. Tais arquivos podem estar tanto no formato vetorial (coordenadas x-y) como no formato de varredura ou "raster" (matriz bidimensional regular de pontos). Os subsistemas do SGI são:

- a) INICIALIZAÇÃO: escolha de regiões de trabalho, definições e listagem dos PIs presentes.
- b) ENTRADA: aquisição das informações e integração a base de dados geocodificados.

- c) MANIPULAÇÃO: criação de novas informações por combinação de PIs existentes na base de dados.
- d) SAÍDA: visualização e plotagem de componentes de base de dados.
- e) GERENTE: conjunto de rotinas de acesso à base de dados.

As funções de cada subsistema, na versão 1.0 do SGI, são as seguintes:

INICIALIZAÇÃO

- . Inicialização do sistema:
escolha da região de trabalho.
- . Criação de plano de informação:
entrada de dados definidos de cada PI (nome, tipo, classe).
- . Remoção de planos de informação:
retirada de plano de informação e seus arquivos de base de dados.
- . Listagem:
listagem do diretório da região (nomes dos PIs presentes);
listagem do arquivo descritor;
listagem do arquivo de tabela;
listagem do arquivo de pontos.

ENTRADA - MAPAS TEMÁTICOS

- . Digitalização em mesa:
entrada de linhas, arcos e centróides.
- . Digitalização em tela:
uso da unidade visualizadora para delimitação de regiões sobre imagens de satélite.
- . Edição - ajuste de nós:
junção automática das linhas, que determinam e armazenam os nós comuns, removendo diferenças de digitalização.
- . Edição - supressão de linhas:
eliminação de linhas digitalizadas erroneamente;

Eliminação/inserção de centróides que definem polígonos.

- . Poligonalização:
ligação automática entre linhas para formar polígonos em torno de centróides préestabelecidos.
- . Transformação geométrica:
mudança de sistemas de projeção ou superposição a imagens digitais.
- . Rasterização:
transformação para o formato de varredura ("raster") para permitir manipulações neste formato.

ENTRADA DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (DTM)

- . Digitalização:
geração de arquivo de pontos esparsos a partir de mapas topográficos, dados geofísicos ou localização espaciais.
- . Edição:
retirada de pontos erroneamente digitalizados e detecção de possíveis anomalias.
- . Transformação geométrica:
mudança de projeção ou compatibilização com imagens de satélite.
- . Geração de grade regular:
obtenção de grade com matriz de valores espaçados de forma regular por interpolação com distância ponderada.
- . Refinamento de grade:
aumento da densidade de pontos da grade por interpolação linear bidimensional.

ENTRADA - IMAGENS

- . Entrada de imagens:
interface entre o software SITIM e o software SGI.

- . Compressão de imagens:
representação de imagens com 3 bandas distintas em uma imagem colorida com 256 cores.

MANIPULAÇÃO - RASTER

- . Superposição:
geração de novos mapas a partir de combinação de temas de 2 PIs do sistema.
- . Reclassificação:
combinação de várias classes de um PI para permitir generalizações.
- . Cálculo de áreas:
cálculo de áreas das diferentes classes de um PI.

SAÍDA

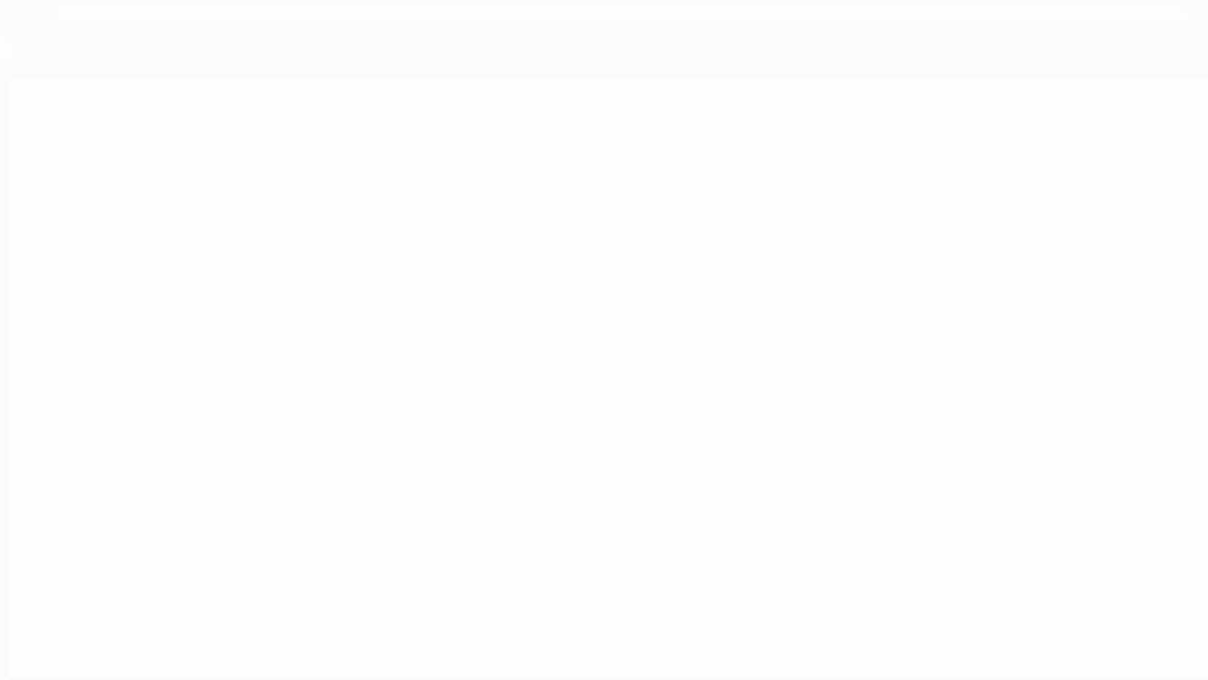
- . Visualização 2D de dados vetoriais:
mostra na unidade visualizadora ou plotadora um PI ou parte dele.
- . Visualização 2D de dados raster:
mostra na unidade visualizadora arquivos no formato varredura (imagens e mapas).
- . Visualização 3D de DTM em perfis com grade e em anáglifos.
- . Visualização 3D de imagens de satélite em perspectiva com DTM.

GERENTE

A parte central do sistema são as funções de tratamento das diversas estruturas presentes, que são as seguintes:

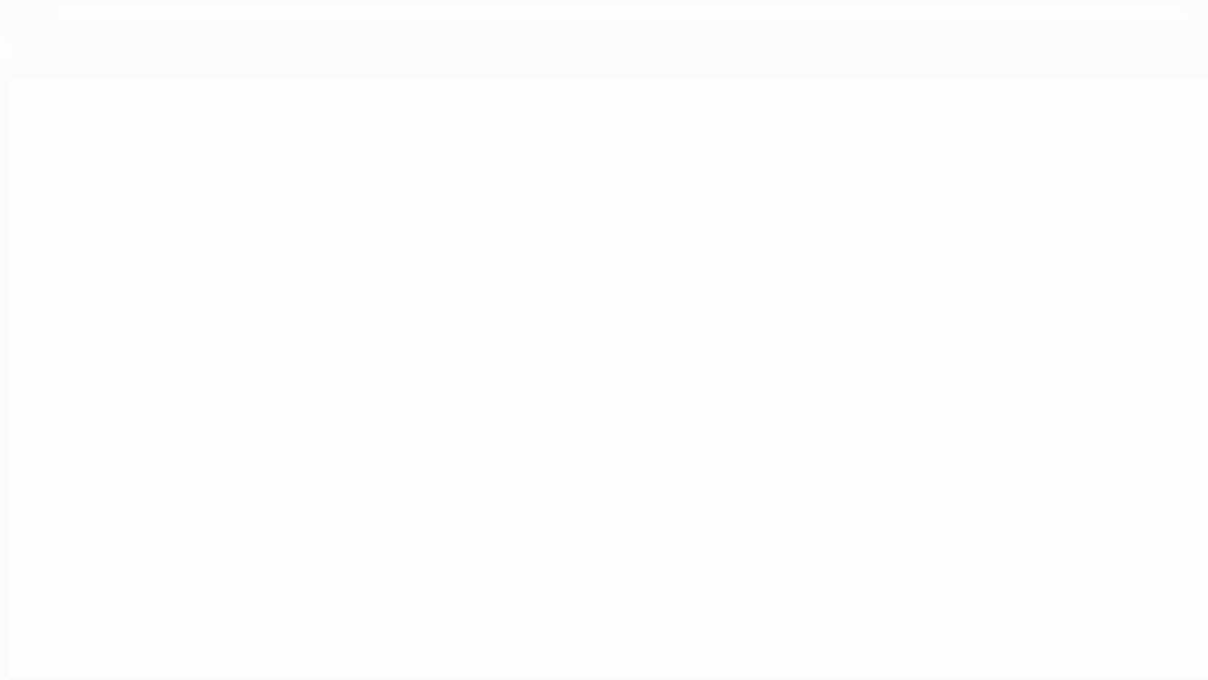
- CONTEXTO: indica a região atual de trabalho (1 por região).
- DIRETÓRIO: contém os PIs pertencentes a uma dada região (1 por região).
- DESCRITOR: atributos do PI (1 para cada PI).

- LINHAS: vetores com atributos e coordenadas das linhas no espaço 2D (1 por PI).
- PONTOS DE CONTROLE: pontos de amarração para transformação geométrica.
- CENTRÓIDES: pontos internos a cada polígono, definidores da classe de cada um deles.
- POLÍGONOS: delimitação de regiões temáticas no espaço 2D com informação topológica.
- IMAGENS: representam as imagens de satélite (classificadas ou não) ou os PIs transformados para o mesmo formato. Note-se que os arquivos de imagem devem ter o mesmo formato do "software" SITIM.
- PONTOS: pontos amostrados num espaço 2D, que são o passo inicial na criação de um DTM;
- PONTOS ORGANIZADOS: registros com os pontos esparsos divididos em regiões no espaço 2D, para facilitar os algoritmos de interpolação.
- GRADE REGULAR: listas (x,y,z) distribuídas regularmente.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEIZER, B. *Software Testing Techniques*. Van Nostrand Reinhold, N.Y., 1983.
- BEIZER, B. *Software System Testing and Quality Assurance*. Van Nostrand Reinhold, N.Y., 1984.
- FAIRLEY, R. *Software Engineering Concepts*. MacGraw-Hill, N.Y., 1985.
- MYERS, G.J. *The Art of Software Testing*. John Wiley and Sons, N.Y. 1979.



APÊNDICE A

MODELO DA FOLHA DE TESTES PARA CADA FUNÇÃO/SISTEMA

FUNÇÃO/SISTEMA:

ENTRADAS FORNECIDAS:

SAÍDAS ESPERADAS:

SAÍDAS REAIS:

TEMPO DE PROCESSAMENTO:

CASO-TESTE:

COMENTÁRIOS/RESULTADOS:

PROPOSTA PARA PUBLICAÇÃO

DATA
 21/04/87

IDENTIFICAÇÃO	TÍTULO	
	"PLANO DE TESTES PARA O SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES DO INPE"	
	AUTORIA	PROJETO/PROGRAMA
	LUIZ ALBERTO VIEIRA DIAS MOACIR GODOY JUNIOR	SGI/SISPRO
		DIVISÃO
		DEPARTAMENTO
		DPI
DIVULGAÇÃO <input type="checkbox"/> EXTERNA <input checked="" type="checkbox"/> INTERNA MEIO: RPI		

REVISÃO TÉCNICA	REVISOR TÉCNICO	APROVADO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> VER VERSO		APROVAÇÕES
	GILBERTO CÂMARA NETO	DATA	CHEFE DIVISÃO	
	RECEBI EM: 21-04-87 REVISADO EM: 23/04/87			
	OBSERVAÇÕES: <input checked="" type="checkbox"/> NÃO HÁ <input type="checkbox"/> VER VERSO	APROVADO: <input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> VER VERSO		
	DEVOLVI EM: 23/04/87	ASSINATURA	DATA	CHEFE DEPARTAMENTO

REVISÃO DE LINGUAGEM	Nº: 92	PRIORIDADE: 1	O(S) AUTOR(ES) DEVE(M) MENCIONAR NO VERSO, OU ANEXAR NORMAS E/OU INSTRUÇÕES ESPECIAIS		DATILOGRAFIA
	DATA: 23.4.87				
	REVISADO <input type="checkbox"/> COM <input type="checkbox"/> SEM	CORREÇÕES <input type="checkbox"/> VER VERSO	RECEBIDO EM: _____		
	POR: <i>Yvelis Vendo de Cavalles</i>		CONCLUÍDO EM: _____		
	DATA: 23.4.87	ASSINATURA: <i>Yvelis V. Cavalles</i>	DATILOGRAFA: _____		
			ASSINATURA: <i>Janete</i>		

FAVORÁVEL: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		PARECER: <input type="checkbox"/> VER <input type="checkbox"/> VERSO	
		DATA	RESPONSÁVEL/PROGRAMA

EM CONDIÇÕES DE PUBLICAÇÃO EM: _____

AUTOR RESPONSÁVEL

AUTORIZO A PUBLICAÇÃO: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
DIVULGAÇÃO <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> EXTERNA MEIO: _____
OBSERVAÇÕES: _____
DATA _____ DIRETOR _____

SEC	PUBLICAÇÃO: 4160-EP/170	PÁGINAS: _____	ÚLTIMA PÁGINA: _____
	CÓPIAS: _____	TIPO: _____	PREÇO: _____