



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Geoprocessamento e Software Livre: A Experiência do INPE

Gilberto Câmara

INPE/OBT

<http://www.dpi.inpe.br/gilberto>

Workshop de Software Livre, Rio de Janeiro, Outubro de 2003



Licença de Uso: Creative Commons Atribuição-Use Não-Comercial-
Compartilhamento

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/br/>



Objetivo

- Apresentar uma experiência de design, geração e disseminação de tecnologia de informação, que maximiza o uso de software livre.

- Área de aplicação: Geoprocessamento
 - Grande potencial de impacto em políticas públicas.

- Histórico de continuidade
 - 30 anos de desenvolvimento de tecnologia
 - Estratégia de sobrevivência em ambientes mutáveis

Geoprocessamento e os Problemas Brasileiros

- Ambiente
 - Qual a extensão e as causas do desmatamento da Amazonia ?
- Ordenamento Territorial
 - Quais as áreas mais vulneráveis à ocupação humana?
- Políticas Públicas
 - Onde está a exclusão social no Brasil?
- Saúde
 - Que regiões estão mais vulneráveis à malária?
- Cadastro Urbano
 - Como atualizar as informações dos cadastros metropolitanos?
- Segurança Pública
 - Quais as regiões com maior ocorrências criminais na cidade?

Histórico da Atuação do INPE

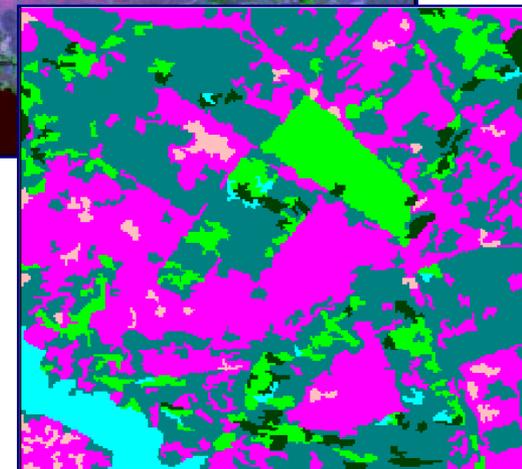
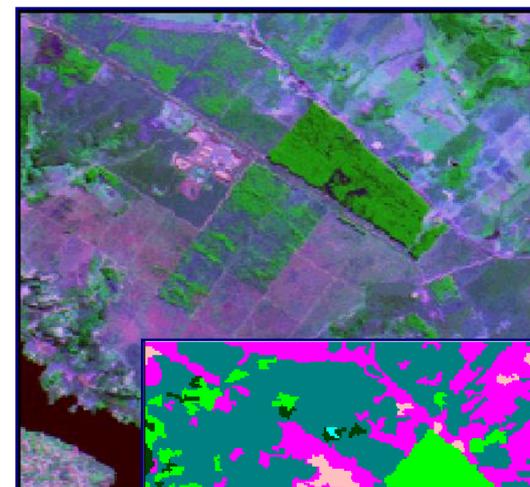
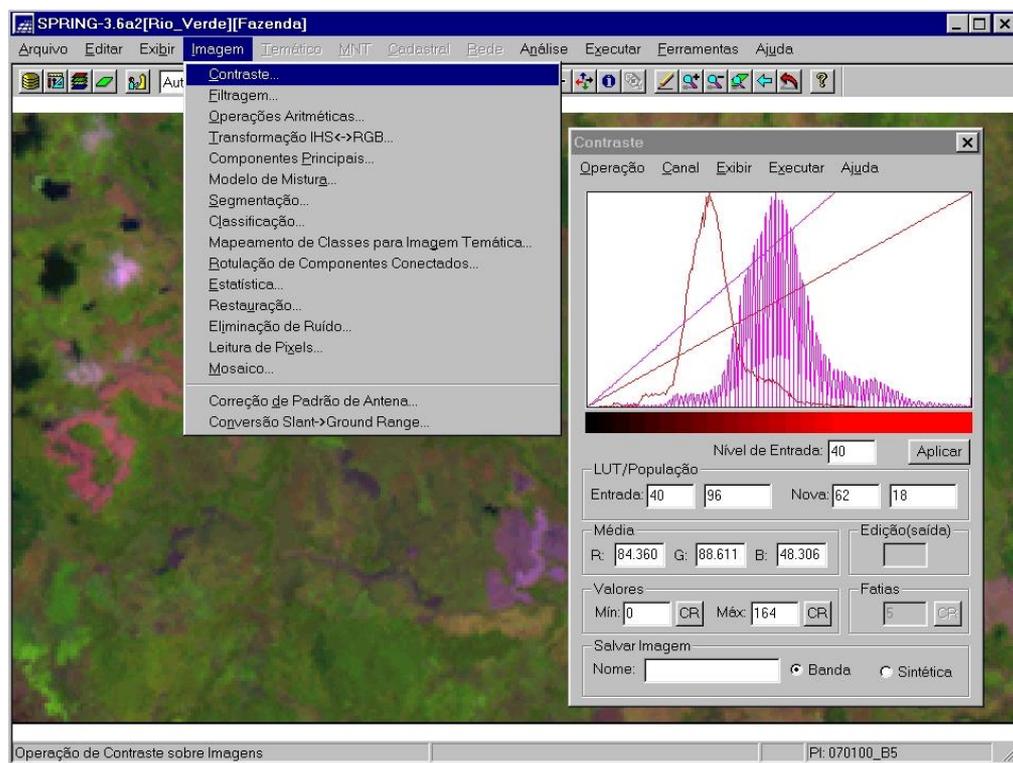
- 1973
 - Início da recepção de imagens de satélite (LANDSAT-1)
- 1974
 - Compra do sistema de processamento de imagens IMAGE-100
 - US\$ 1 milhão (PDP-11/45, placa gráfica de 512 x 512 x 5 bandas).
- 1974 – 1982
 - Formação e capacitação da equipe
 - Desenvolvimento de software
- 1982
 - EMBRAPA: pedido de compra de sistema ERMAN-2/IBM (US\$ 600 mil)
 - SEI: solicitação ao INPE para desenvolvimento de tecnologia nacional

Histórico da Atuação do INPE

- 1982
 - Início do projeto SITIM – Sistema de Tratamento de Imagens
 - Processamento de imagens LANDSAT
- 1984
 - Criação da DPI – Divisão de Processamento de Imagens
 - Início do projeto SGI – Sistema de Informação Geográfica
 - Tratamento de mapas e modelos numéricos de terreno
- 1984-1992
 - Desenvolvimento e industrialização de placas gráficas
 - Implantação do SITIM/SGI em 200 laboratórios no Brasil
 - Ambiente DOS (PC + placas gráficas nacionais)

SPRING

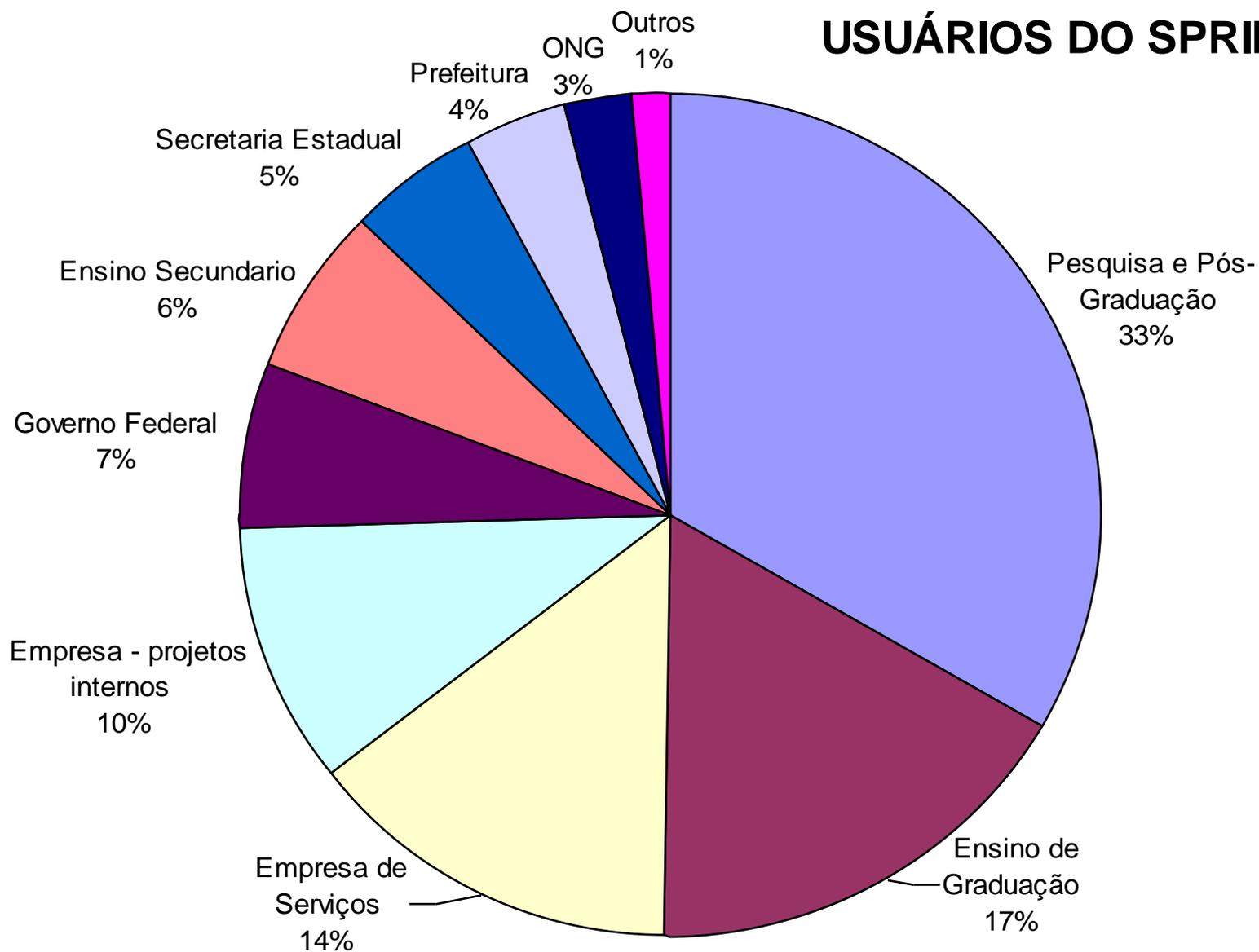
- Software para processamento de imagens e de geoinformação
 - 250 algoritmos (600.000 LOC C++)
 - <http://www.dpi.inpe.br/spring> (35.000 downloads)



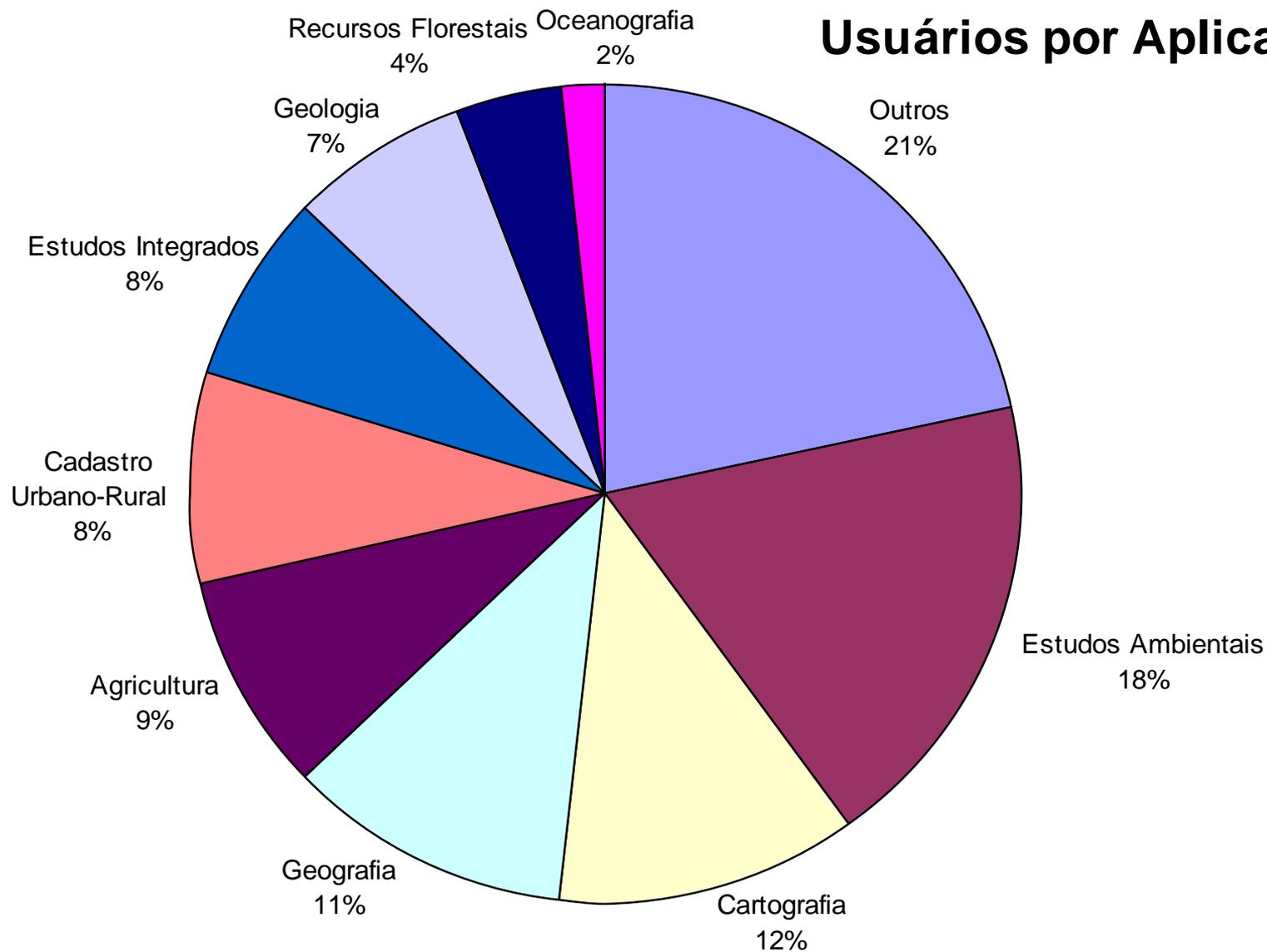
Histórico de Produtos INPE

1984 – 1990	SITIM 110 / SITIM 150 / SITIM 340 / SGI
1993	SPRING 1.0 (<i>Unix</i>)
1996	SPRING 2.0 (<i>Unix</i>)
1998	SPRING 3.0 e SPRING 3.1 (<i>Unix / Windows</i>)
1999	SPRING 3.2 e SPRING 3.3 (<i>Unix / Windows</i>)
2000	SPRING 3.4 (<i>Unix / Linux / Windows</i>)
2001	SPRING 3.5 e SPRING 3.5.1
2002	SPRING 3.6
2003	SPRING 4.0 (<i>Unix / Linux / Windows</i>)

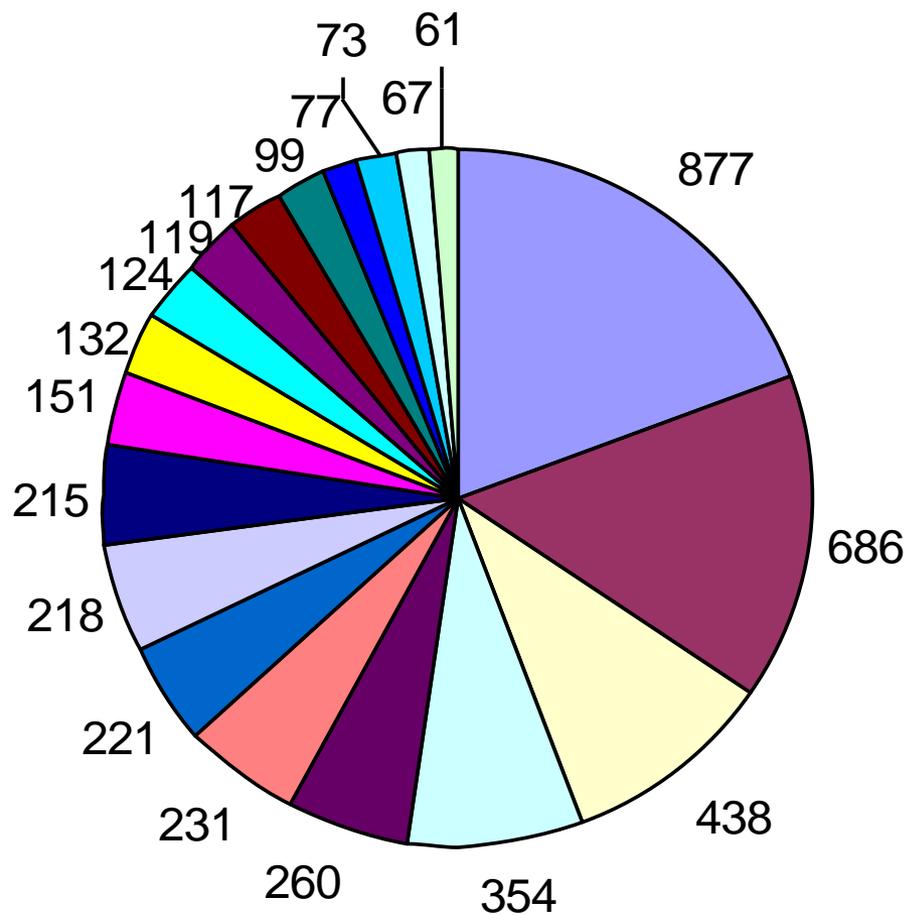
USUÁRIOS DO SPRING



Usuários por Aplicação



Por Países - os 20 mais



- United States
- Spain
- Argentina
- France
- Italy
- Colombia
- Germany
- Canada
- Mexico
- United Kingdom
- Chile
- Peru
- Australia
- Portugal
- India
- Bolivia
- Venezuela
- Greece
- Netherland

Geoprocessamento e Políticas Públicas: Ordenamento Territorial

■ Objetivo

- Estabelecer diretrizes para ocupação e uso do território
- Dar suporte a aplicação de legislação (e.g., Código Florestal)

■ Organização

- Consórcio ZEE Brasil
 - MMA, IBGE, CPRM, IBAMA, INPE, EMBRAPA
- Resultados obtidos no período 2000-2003
 - Zoneamento do Delta do Parnaíba (PI)
 - Banco de Dados Macro-Regional da Amazônia

■ Contribuição do INPE

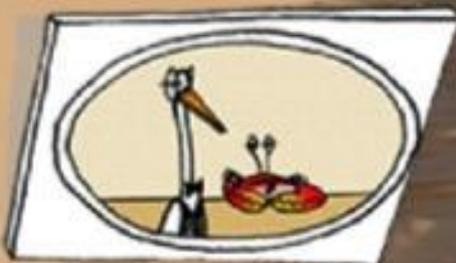
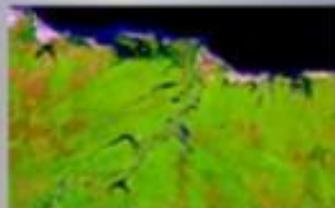
- Implementação da metodologia ZEE no ambiente SPRING



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA
Secretaria de Políticas para o
Desenvolvimento Sustentável - SDS

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO BAIXO RIO PARNAÍBA

Consórcio
ZEE-Brasil



Consórcio ZEE
Instituições

Equipe Técnica

Créditos

Personagens

Fale Conosco

Conheça as instituições que compõem o Consórcio ZEE Brasil, sob a coordenação da Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável do Ministério do Meio Ambiente - SDS/MMA.

Esta reunião de instituições públicas, responsáveis por várias áreas de pesquisa, gestão ambiental e desenvolvimento tecnológico, é uma organização inédita no Brasil, baseada no esforço conjunto e multidisciplinar para apontar um futuro ecológica e economicamente sustentável.

Decreto

APRESENTAÇÃO

PLANEJAMENTO

DIAGNÓSTICO

PROGNÓSTICO

SUBSÍDIOS À IMPLEMENTAÇÃO

CONSULTAS ESPACIAIS

SAIBA MAIS

GLOSSÁRIO

QUEM SOMOS

Ministério
da Integração
Nacional



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

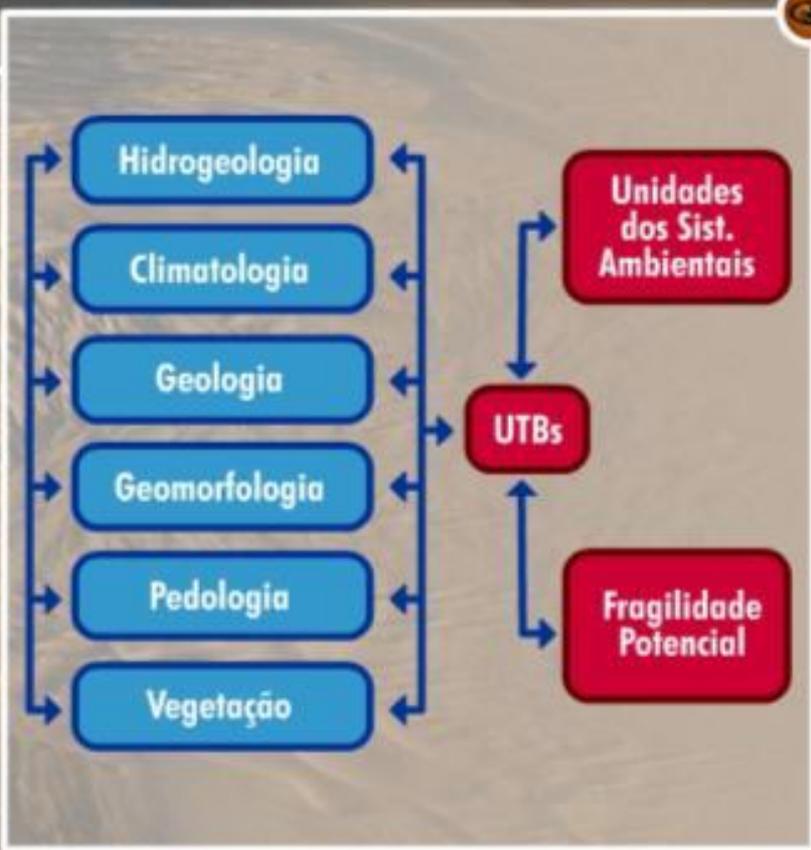


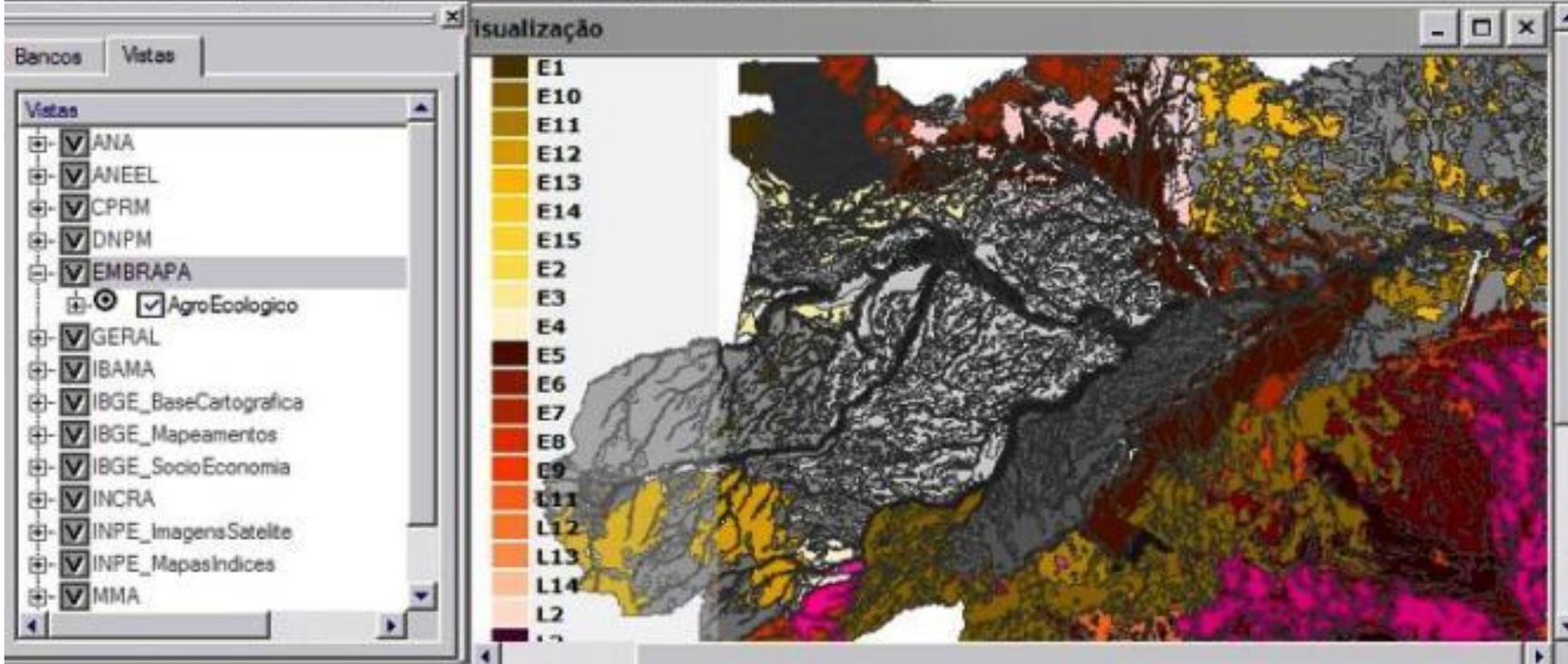
Ministério do Meio Ambiente



- Físico/Biótico
- Socioeconomia
- Jurídico/Institucional
- Situação Atual
- Potencialidades e limitações

- APRESENTAÇÃO
- PLANEJAMENTO
- DIAGNÓSTICO
- PROGNÓSTICO
- SUBSÍDIOS À IMPLEMENTAÇÃO
- CONSULTAS ESPACIAIS
- SAIBA MAIS
- GLOSSÁRIO
- QUEM SOMOS





- Bancos Vistas
- Vistas
- ANA
 - ANEEL
 - CPRM
 - DNPM
 - EMBRAPA
 - Agro Ecologico
 - GERAL
 - IBAMA
 - IBGE_BaseCartografica
 - IBGE_Mapeamentos
 - IBGE_SocioEconomia
 - INCRA
 - INPE_ImagensSatelite
 - INPE_MapasIndices
 - MMA

	SPRAREA	SPRPERIMET	SPRCLASSE	VEGETACAO	APTO_AGROE	RELEVO	TEXTURA	DRENAGE
1	1375122311.7578	299745.143	L12	Floresta tropical sub	Lavoura e pecuaria	Suave ondulado	Argilosa	Bem drena
2	94397201.9829	42265.1366	L12	Floresta tropical sub	Lavoura e pecuaria	Suave ondulado	Argilosa	Bem drena
3	428641609.3291	146978.14	Pr9	Cerrado subcaducifc	Preservacao (pecua	Plano a suave ondul	Arenosa	Bem drena
4	452817811.3477	141590.4365	Pr7	Floresta equatorial su	Preservacao	Ondulado a forte ond	Media	Bem drena
5	234165862.791	77262.7585	Pr7	Floresta equatorial su	Preservacao	Ondulado a forte ond	Media	Bem drena
6	544818560.9238	168749.9686	Pr12	Floresta tropical sub	Preservacao (pecua	Ondulado a forte ond	Media a argilosa	Bem drena
7	147929795.6221	72087.8135	Pr7	Floresta equatorial su	Preservacao	Ondulado a forte ond	Media	Bem drena
8	3066782444.7585	362743.0657	L6	Floresta tropical sub	Lavoura e extrativism	Plano a suave ondul	Media a argilosa	Bem drena

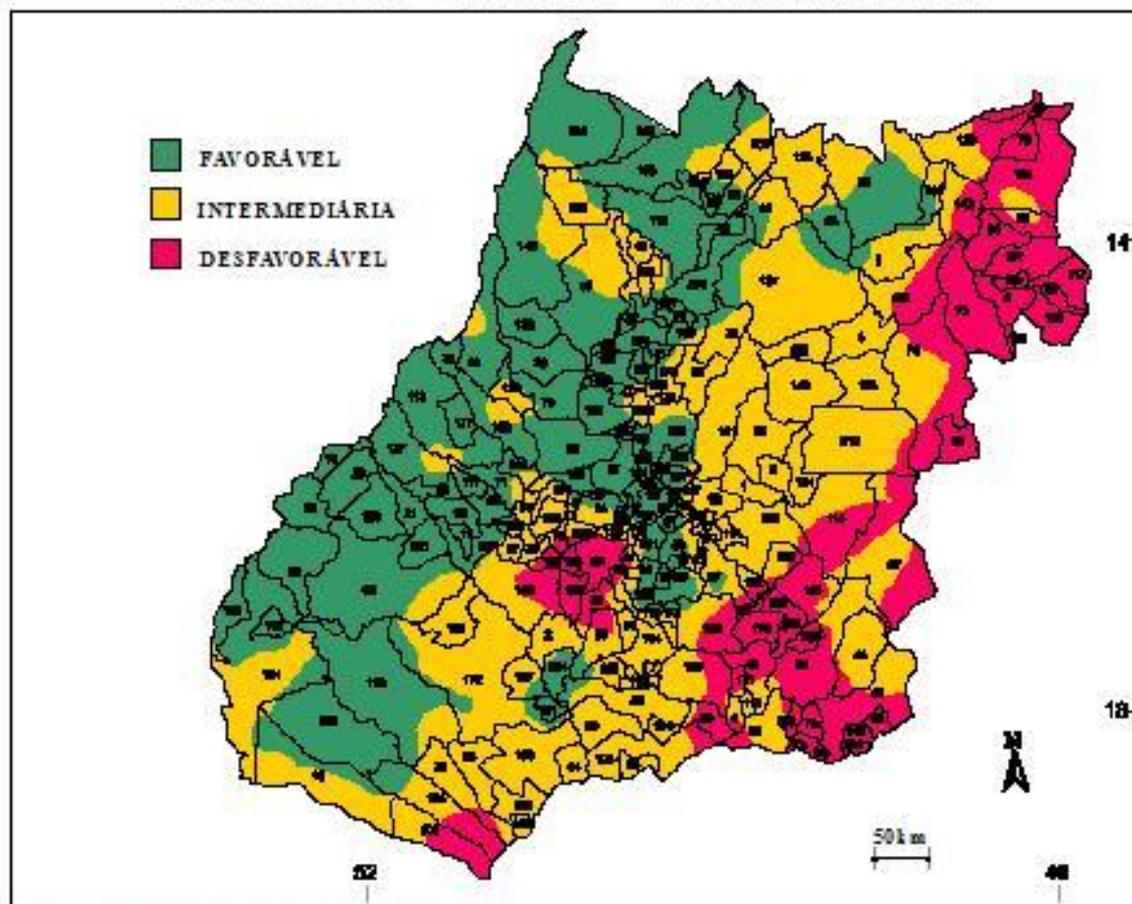
Geoprocessamento e Políticas Públicas: Agricultura

- **Objetivo**
 - Previsão de safras
 - Zoneamento Agrícola
 - Indicação de áreas e períodos favoráveis ao plantio
- **Resultados 2000-2003**
 - Zoneamento Agrícola implantado em 20 estados
 - Soja, Trigo, Algodão, Sorgo, Milho, Arroz, Feijão
 - Estabelecimento de consórcio para previsão de safras
 - IBGE, EMBRAPA, CONAB, INPE, UNICAMP
- **Contribuição do INPE**
 - Uso do SPRING para produção de mapas do zoneamento
 - Desenvolvimento de metodologia de previsão de safras com processamento de imagens de satélite

Geoprocessamento e Políticas Públicas: Agricultura

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DA SOJA NO ESTADO DE GOIÁS

CICLO: PRECOCE SOLO: TIPO 3 SEMEADURA: 01/12 a 10/12



Geoprocessamento e Políticas Públicas: Monitoramento da Amazônia

■ Objetivo

- Estimativa da taxa e localização do desmatamento

■ Metodologia

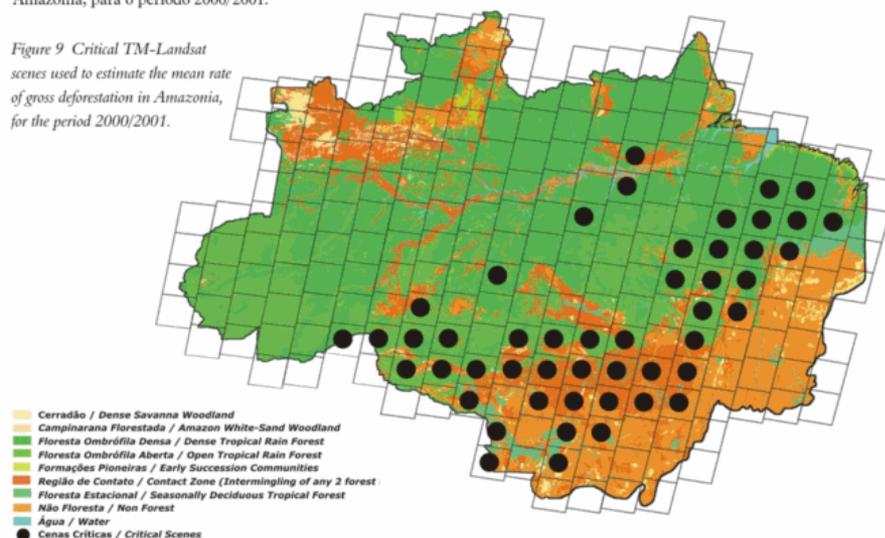
- Processamento Digital de Imagens (223 imagens LANDSAT)
- Integração a Banco de Dados
- Disseminação na Web

■ Tecnologia

- SPRING

Figura 9 Cenas TM-Landsat críticas consideradas na geração da estimativa da taxa média do desflorestamento bruto na Amazônia, para o período 2000/2001.

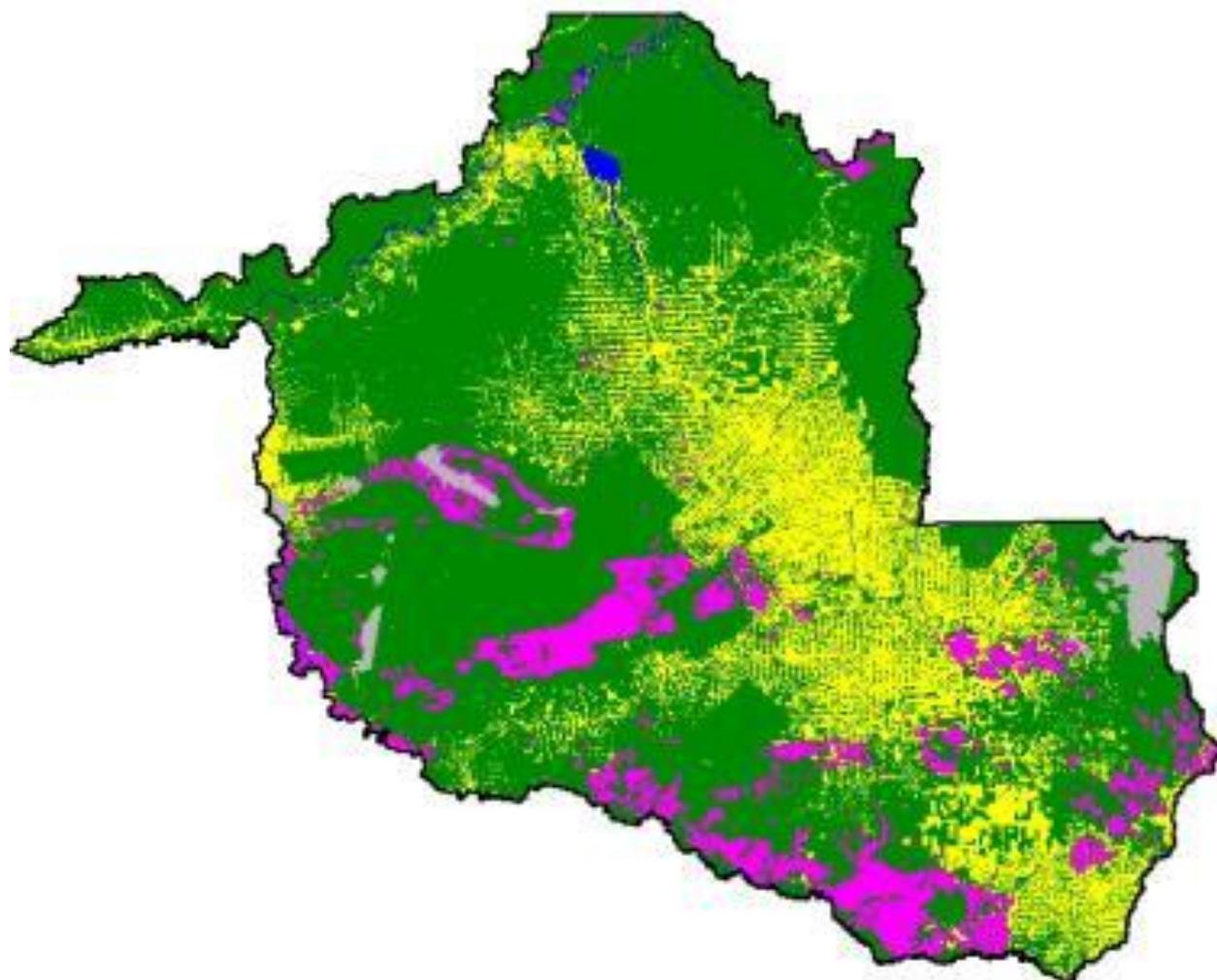
Figure 9 Critical TM-Landsat scenes used to estimate the mean rate of gross deforestation in Amazonia, for the period 2000/2001.



Geoprocessamento e Políticas Públicas: Monitoramento da Amazônia



Geoprocessamento e Políticas Públicas: Monitoramento da Amazônia



Evolução da Tecnologia de Geoinformação

- GIS “desktop”
 - Ambiente monousuário
 - Ênfase em interfaces amigáveis e funções de análise

- SIG distribuído
 - Ambiente multiusuário
 - Compartilhamento de dados
 - Ênfase em controle de acesso e manutenção de integridade

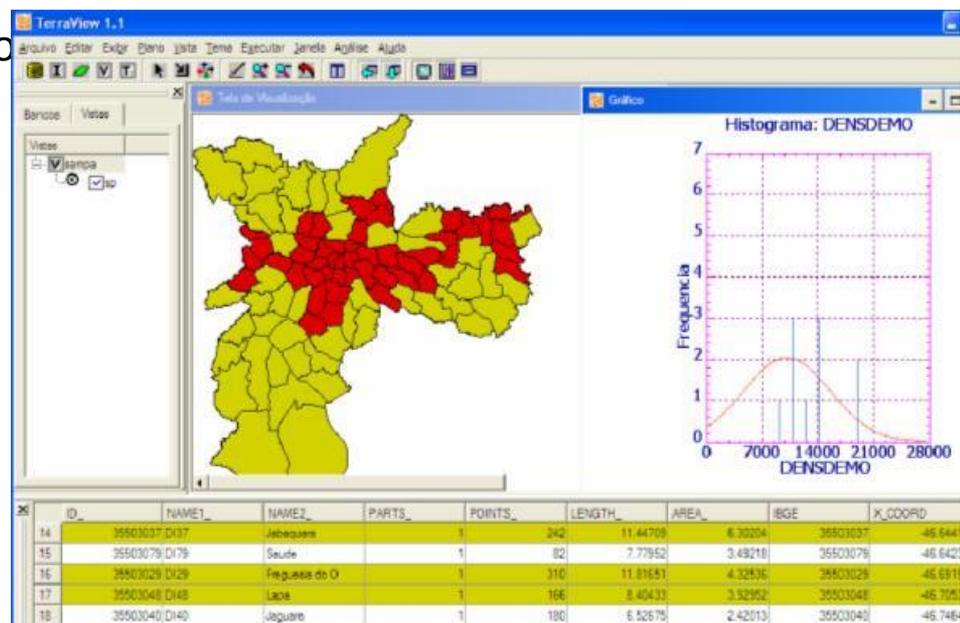
- Servidores Web
 - Uso da Internet para disseminar dados
 - Ênfase em eficiência de acesso e interfaces de navegação

TerraLib

- Biblioteca de software livre para GIS
 - Coleção de funções de software
 - Pode ser combinado para gerar programas executáveis
- Componentes básicos
 - Extensão de SGBD objeto-relacionais para dados espaço-temporais
 - ORACLE, Postgres, mySQL, Access
- Projeto iniciado em 2001
 - Versão 2.0 lançada em Julho/2003
 - Investimento: 35 ha, 210.000 LOC
 - <http://www.terralib.org>

Aplicações TerraLib

- TerraView
 - Ambiente simples de visualização
- Mapeamento Urbano
 - Cadastro e Imagens
- Saúde Pública
 - Epidemiologia espacial
- Modelagem de uso do solo
 - Modelos espaço-temporais de desmatamento na Amazônia
- Plano de Ação de Emergência
 - Refinarias e Oleodutos (Petrobras)



Geoprocessamento e Políticas Públicas: Cadastro Urbano

■ Cadastro Urbano

- Aumento de arrecadação IPTU
- Melhoria no planejamento urbano

■ Exemplo – Município de São Sebastião (SP)

- INVESTIMENTO R\$ 884.000,00
R\$ 15,27/habitante

Após o recadastramento de 10.000 unidades imobiliárias

- Emissão de IPTU de 1999: R\$ 19.829.334,78
- Emissão de IPTU de 2001: R\$ 26.118.626,27
- Aumento R\$ 6.289.291,49 (31,71%)



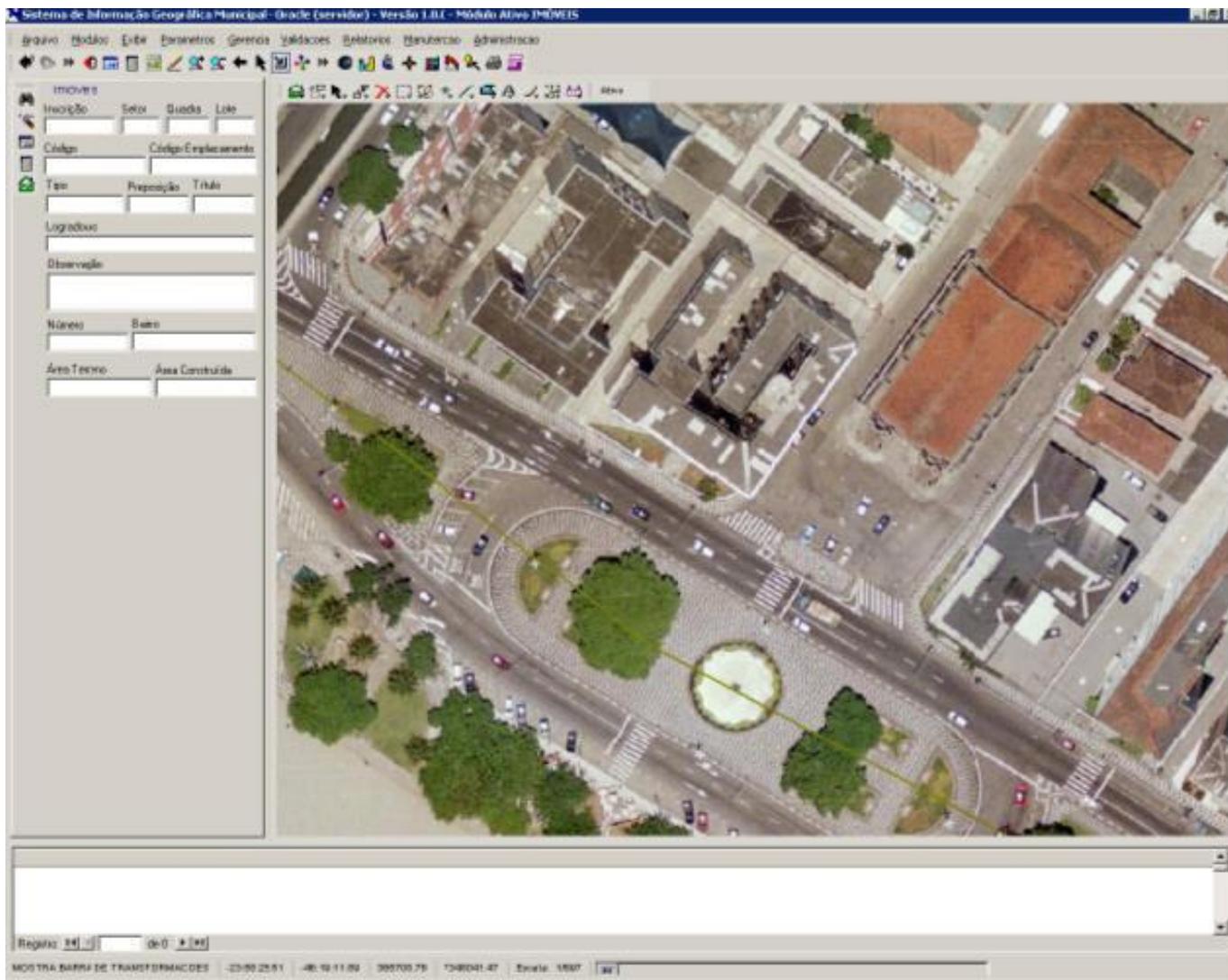
Geoprocessamento e Políticas Públicas: Cadastro Urbano

- **Contribuição do INPE/FUNCATE**
 - Metodologia de baixo custo para atualização cadastral
 - Construção de aplicativos para atualização, consulta e navegação na base de dados georeferenciada

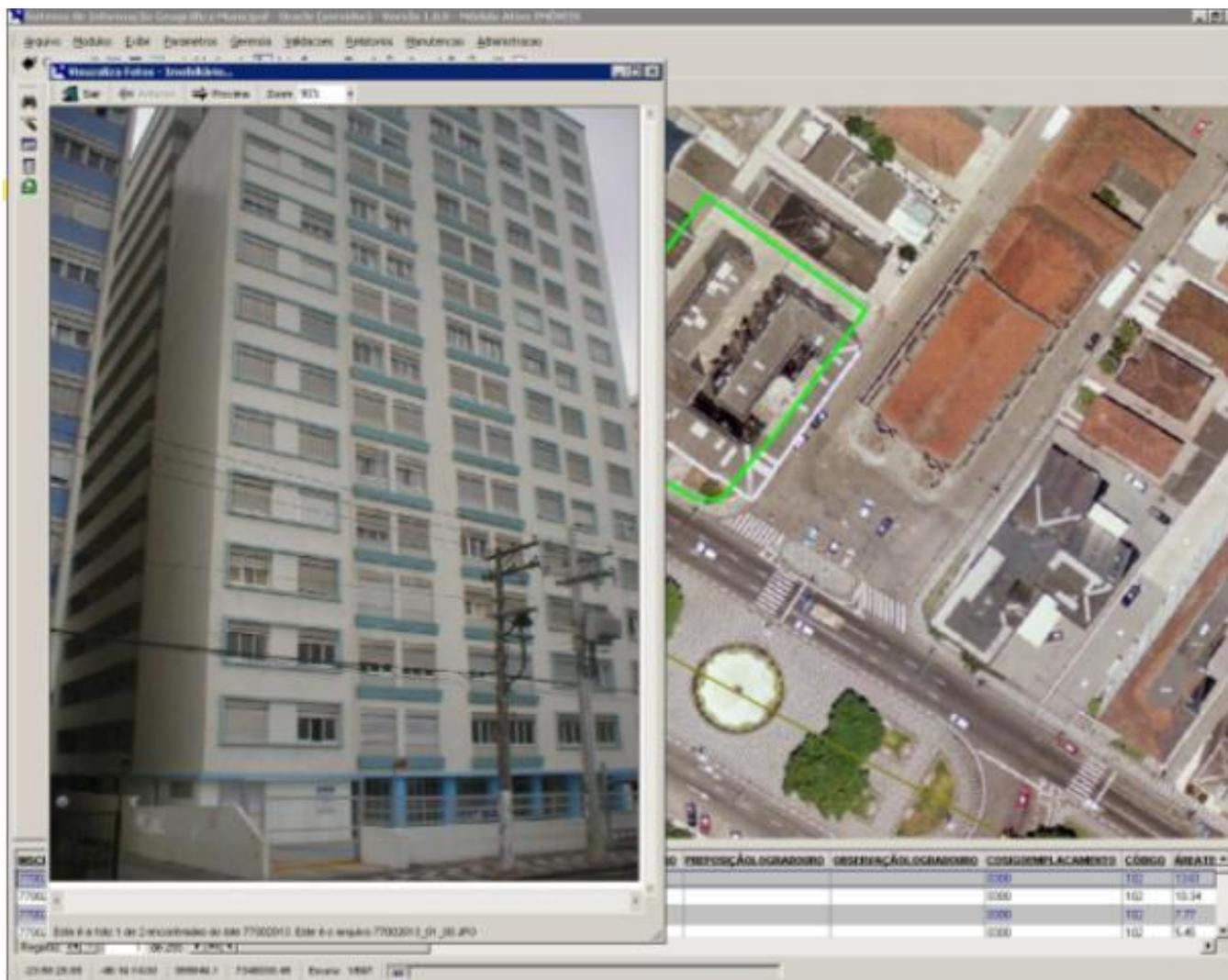
- **Base tecnológica**
 - Tecnologia aberta (TerraLib – software livre)
 - Banco corporativo único controlado por SGDB.
 - Atualização descentralizada e concorrente

- **Implementações**
 - São Sebastião, Ilhabela, Ubatuba, Caraguatatuba, São José dos Campos
 - São Bernardo do Campo, Santos, Cachoeiro do Itapemirim
 - Mirasol, Avaré, Feira de Santana, Estado da Bahia – Geopolis (50)

Geoprocessamento e Políticas Públicas: Cadastro Urbano



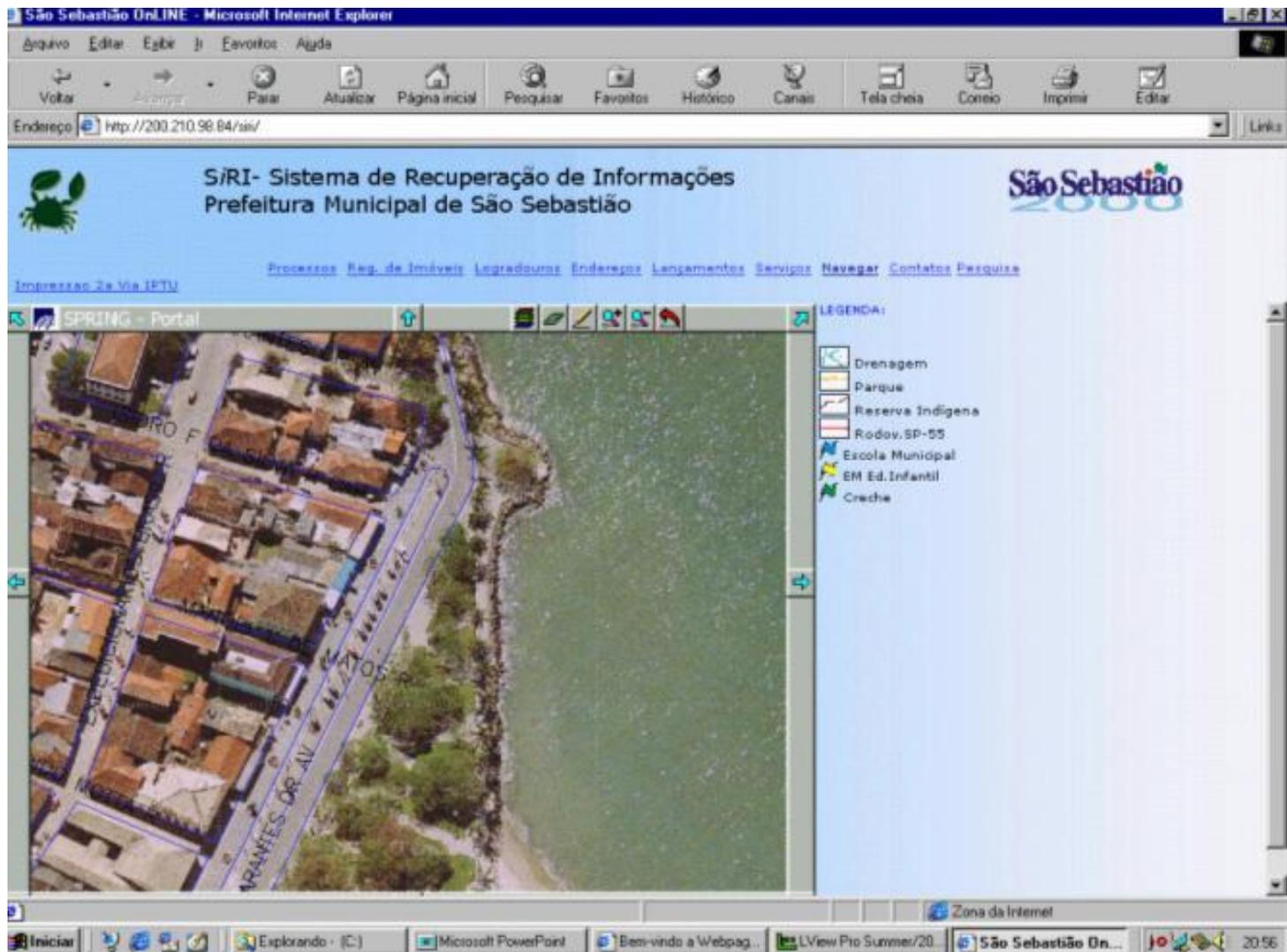
Geoprocessamento e Políticas Públicas: Cadastro Urbano



TerraLib no Palm-top



TerraLib – Interface Web



Geoprocessamento e Políticas Públicas: Saúde Coletiva



- Sistema de Vigilância Epidemiológica
 - Consórcio FIOCRUZ, UFMG, INPE, UFPR
- Objetivos
 - Sistema de Alerta Baseado em Armadilhas de Oviposição para *Aedes* spp: Alerta, Controle e Intervenção para Dengue em regiões Metropolitanas
- Componentes
 - Pesquisa de Campo: FIOCRUZ
 - Modelagem Estatística Espacial: FIOCRUZ, LESTE/UFMG, UFPR
 - Desenvolvimento de Software: INPE, LESTE/UFMG
- Financiamento
 - CNPq (CT-INFO)

Geoprocessamento e Políticas Públicas: Estudos de Inclusão Social

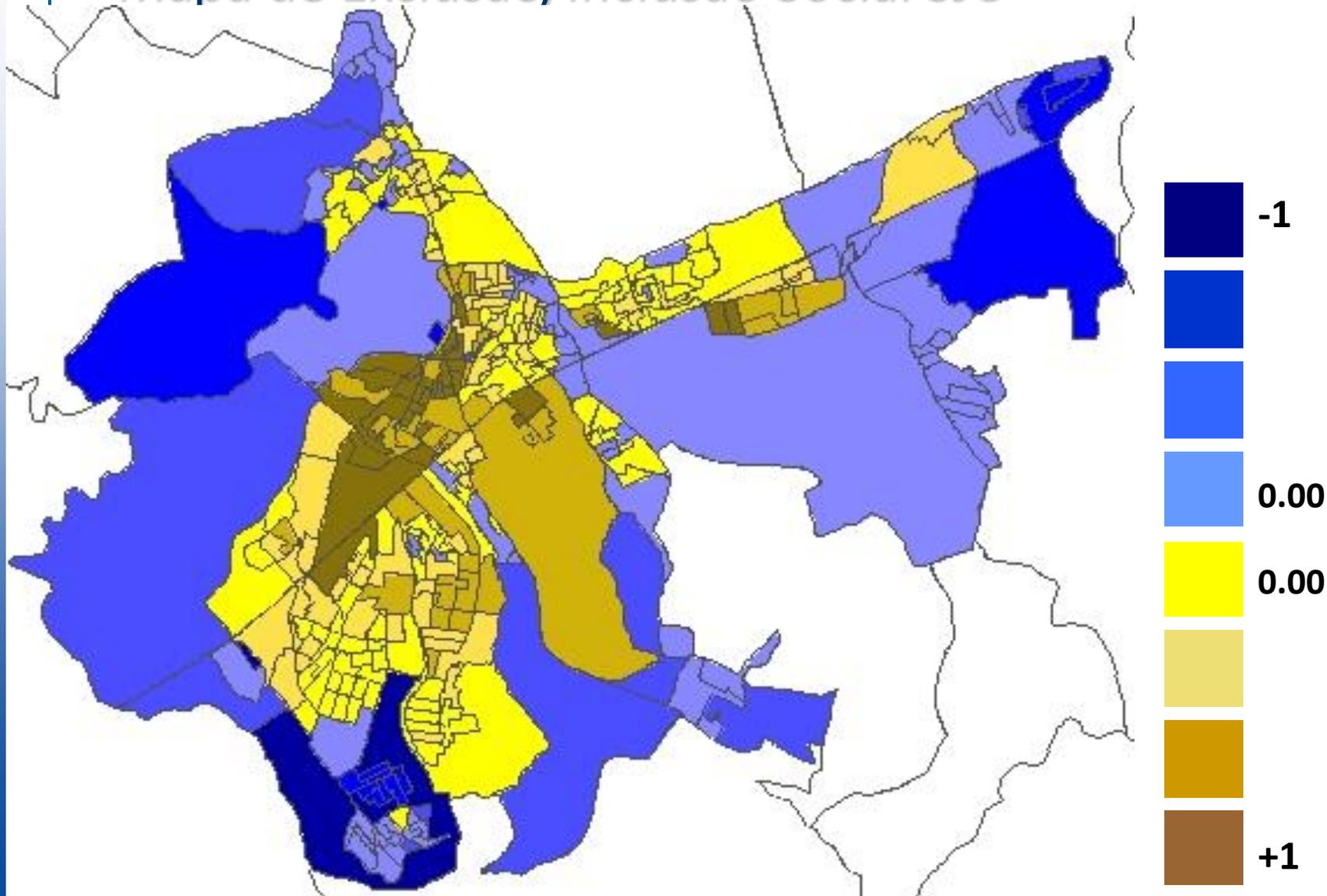
■ Objetivo

- Produzir indicadores de inclusão/exclusão social para áreas urbanas
- Projeto conjunto com PUC/SP, Instituto Pólis
 - Financiamento FAPESP

■ Cidades já mapeadas

- São Paulo, São José dos Campos, Campinas, Goiânia, Guarulhos, Piracicaba, Montevideo

Mapa de Exclusão/Inclusão Social SJC



Geoprocessamento e Políticas Públicas: Segurança Pública

■ Necessidades

- Localização de ocorrência criminais
- Estatísticas espaço-temporais
- Correlação com dados socio-econômicos

■ TerraCrime

- Software livre financiado pelo Ministério da Justiça
- Base: tecnologia Terralib/INPE
- Consórcio UFMG/INPE/PUC-RIO
- Objetivo: implantação nas secretarias estaduais

TerraCrime

TerraCrime 1.0 - [Display]

File Show Infolayer View Theme Analysis Operation Window

Databases

- PortoAlegre.mdb
 - Arnuamento
 - Bairros
 - Distritos
 - kBound
 - kemel
 - LimiteMunicipio

Views

- min
- Arnuamento
- TM7_2002Abr02
- botanico
- bairros
- TODAS
- bairrosMinimo
- kemel
- limite

	SPRAREA	SPRPERIMET	SPRROTULO	SPRNOME	NAME	AREA	PERIMETER
1							
2	3016222.25	8308.4863	1	1	3ª DPD	3176935.695	8553.25
3	17799534	21526.1816	10	10	12ª DPD	7799529.772	21526.184
4	19042632	21120.5957	11	11	22ª DPD	9042638.143	21120.596
5	13336290	18066.9648	12	12	18ª DPD	3336296.037	18066.966
6	117227464	96067.5	13	13	7ª DPD	7227456.26	96067.654
7	47182540	33490.4688	14	14	16ª DPD	7182540.042	33490.471

Padrões Utilizados

Produto	Paradigma	Linguagem	Ambiente Alvo	Ferramentas
SITIM/SGI	Programação Algoritmica	C	DOS	Borland C
SPRING	Programação orientada-a-objetos	C++	Windows, Linux, Solaris	Visual C++, SQL
TerraLib	Programação multi-paradigma	C++	Linux, Windows	Visual C++, GNU C++, Qt, SQL

Investimento em Desenvolvimento

Produto	Período	Investimento	Custo Direto	Custo Anual
SITIM/SGI	1984-1991	100 ha	US\$ 3,3 milhões	Us\$ 400 mil
SPRING	1992-2002	180 ha	Us\$ 6 milhões	Us\$ 600 mil
TerraLib	2001-2003	35 ha	Us\$ 1 milhão	Us\$ 350 mil

Investimento em Capacitação

- Pós-graduação
 - Tecnologia de Informação: 8 Doutorado, 20 Mestrado
 - Sensoriamento Remoto e GIS: 4 Doutorado, 30 Mestrado
- Treinamento
 - Cursos de curta duração: 1.000 pessoas em 3 anos (2001-2003)
- Material didático
 - Livros e apostilas: 4 livros, 10 tutoriais (on-line)
 - Documentação on-line

Reuso de Software

Produto	Licença	LOC próprio	LOC terceiros	Custo por LOC
SITIM/SGI	Freeware (Lei de software)	250.000	-	Us\$ 13
SPRING	Freeware (Lei de software)	520.000	80.000	Us\$ 11,5
TerraLib	Open Source	60.000	150.000	Us\$ 16,6

Impacto dos Produtos

Produto	Num licenças	Preço mercado (US\$)	Economia de Divisas	Relação ben/custo
SITIM/SGI	200	50.000	US\$ 10 milhões	3
SPRING	3.000	10.000	Us\$ 30 milhões	5
TerraLib	40	100.000	Us\$ 4 milhões	4

Quem faz software livre?

- Desenvolvimento de Tecnologia de Software
 - Projetos de longo prazo
 - Mais adequados a corporações que indivíduos

SOFTWARE LIVRE EM GEOINFORMAÇÃO

	Total	Maturidade	Suporte	Funcionalidade
Equipes Individuais	37 (53%)	2.3	1.7	1.8
Redes cooperativas	4 (6%)	3.7	3.7	3.7
Corporações	29 (41%)	3.2	3.1	3.0

O Modelo “Caixa-Branca”

Resultados = Software + Metodologia + Capacitação

- Software
 - concentrar em aspectos inovadores e apropriados ao usuário
- Metodologia
 - Traduzir conceitos em procedimentos operacionais
- Capacitação
 - tecnologia como parte da formação de recursos humanos

Estratégia de Desenvolvimento Tecnológico

- Inovação com base
 - Design dos produtos antecipa tendências de mercado
 - “Incompetência criativa em copiar” (Paulo Emílio Salles Gomes)

- Apropriação de avanços tecnológicos (s/w e h/w)
 - Anos 80 – PCs, placas gráficas e programação algorítmica (C)
 - Anos 90 – Estações de trabalho (WIMP) e programação orientada-a-objetos
 - Anos 00 – Ambientes distribuídos, bancos de dados objeto-relacionais, programação genérica

Estratégia de Ocupação de Mercado

- Estabelecer acordos de complementaridade para desenvolvimento e uso de metodologias
 - EMBRAPA, PETROBRÁS, FIOCRUZ, MMA, IBAMA
- Política de capacitação de recursos humanos em universidades e institutos de pesquisa
 - SPRING e TerraLib como instrumentos de aprendizado
 - Cursos, livros, programas de pós-graduação e especialização
- Apoio à criação de empresas com suporte técnico
 - IMAGEM, GeoAmbiente, GISPLAN
- Liderança científica no País
 - Cooperação internacional: Univ. Maine (NCGIA), Univ. Viena, Univ. Londres, Univ. Califórnia (Sta Barbara)
 - Publicações científicas, doutorados e mestrados

O que aprendemos?

- Produzir software é produzir cultura
 - Software só se realiza no mercado
 - Sem estratégia de alianças, tecnologia nacional não ocupa mercado

- Quem é nosso modelo?
 - Bill Gates? Linus Thorvalds?
 - Machado de Assis (unir o local ao universal)
 - Machado nunca saiu do Brasil.
 - Absorveu criticamente as técnicas do romance europeu
 - Criou obras-primas com marca nacional

O que aprendemos?

- *“Trazendo de países distantes nossas formas de convívio, nossas instituições, nossas idéias, e timbrando em manter tudo em ambiente muitas vezes desfavorável e hostil, somos ainda hoje uns desterrados em nossa terra. Podemos construir obras excelentes, enriquecer nossa humanidade de aspectos novos e imprevistos, elevar à perfeição o tipo de civilização que representamos; o certo é que todo o fruto de nosso trabalho ou de nossa preguiça parece participar de um sistema de evolução próprio de um outro país e de outra paisagem”.*

Sérgio Buarque de Hollanda (“Raízes do Brasil”)

O que falta fazer?

- Estabelecimento de cadeia produtiva
 - Capacitação empresarial
 - Mecanismos de formação de RH
 - Política de contratação pública
- Política nacional de geoinformação no setor público
 - Modernização administrativa prefeituras
 - Min Cidades, BNDES, Min. Fazenda
 - Legislação de disponibilidade de dados públicos
 - IBGE, INCRA, INPE, ...
 - Contratação de projetos de interesse social
 - Segurança pública, Saúde, Exclusão Social