UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS – FFLCH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA HUMANA

A CARTOGRAFIA TEMÁTICA DIGITAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Doutorado em Geografia Humana
Espaço; Imagens e Representações Gráficas
Programa de Pós-Graduação da Geografia Humana

2011

Ana Cristina Machado Rodríguez
Orientador: Prof. Dr. Marcello Martinelli

OBJETIVO GERAL

❖ Produzir o Mapa de Uso e Cobertura da Terra do Estado de São Paulo na escala de 1: 2.500.000 a partir da utilização de imagens do sensor MODIS/TERRA baseado nos mapeamentos históricos de KELLER (1969), ANDERSON (1971), ANDERSON *et al.*,(1979), JENSEN (1983) e TROPPMAIR (1983).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

❖ Elaborar e disponibilizar um conjunto de diversos mapas temáticos do Estado de São Paulo em formato digital em um ambiente SIG com o intuito de caracterizar, quantificar e representar as variáveis ambientais. Na construção do mesmos utilizou-se a linguagem da representação gráfica pelo sistema semiológico monossêmico;

❖Emprego de Imagens de satélite de alta resolução espacial e técnicas avançadas de processamento digital e o Geoprocessamento como instrumental de integração e análise dos conhecimentos das ciências Geografia, Agronomia e Cartografia no levantamento do espaço geográfico relacionando-o com as interferências e ações da sociedade na natureza;

❖Criar um Banco de Dados Geográfico que reúna todas as informações do Estado de São Paulo para suporte e apoio na produção do Mapa de Uso e Cobertura da Terra;

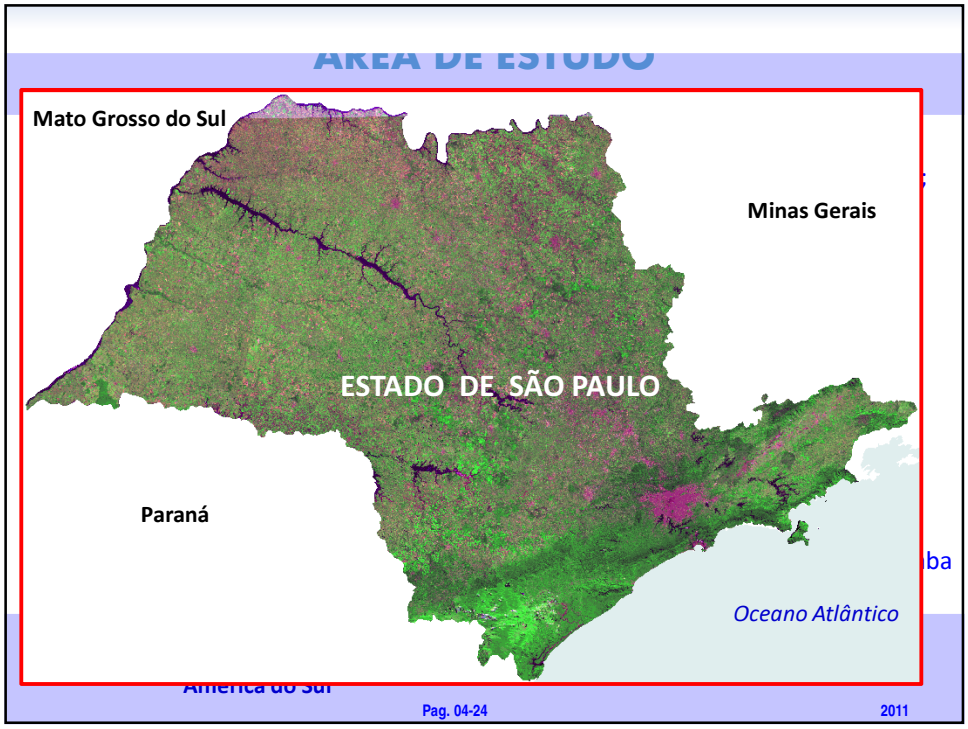
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

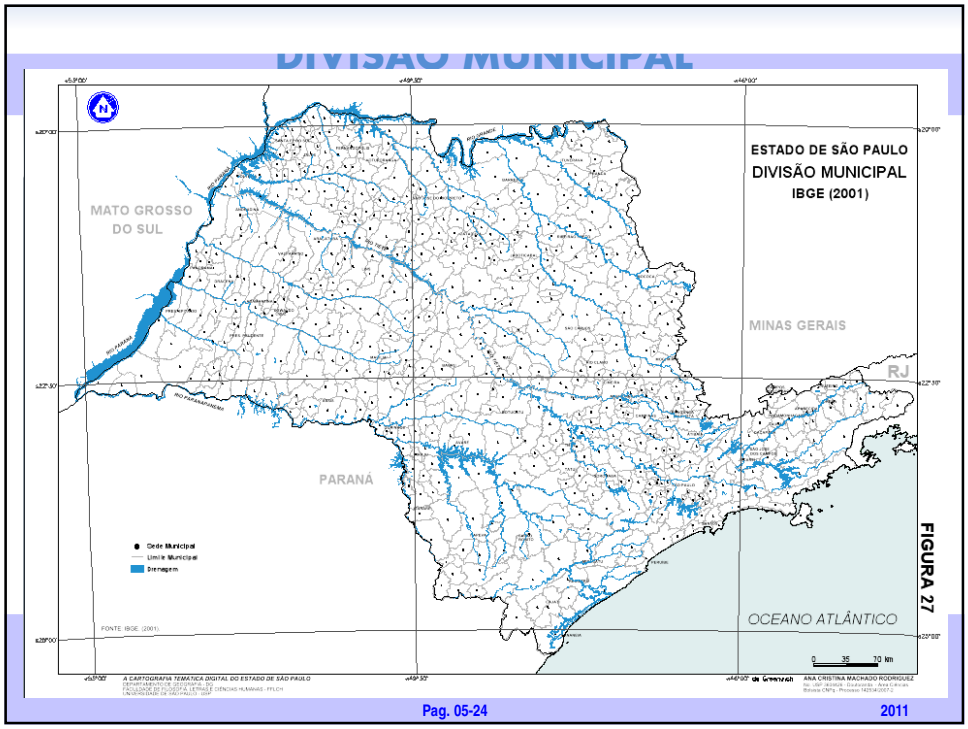
❖Elaborar os produtos de Índice de vegetação EVI e NDVI (aferição das classes temáticas de vegetação), as imagens-fração vegetação, solo e sombra a partir das Imagens MODIS/TERRA e dados do Projeto CANASAT (classes de agricultura) para subsidiar o levantamento e delimitação das principais modalidades de Uso e Cobertura da Terra;

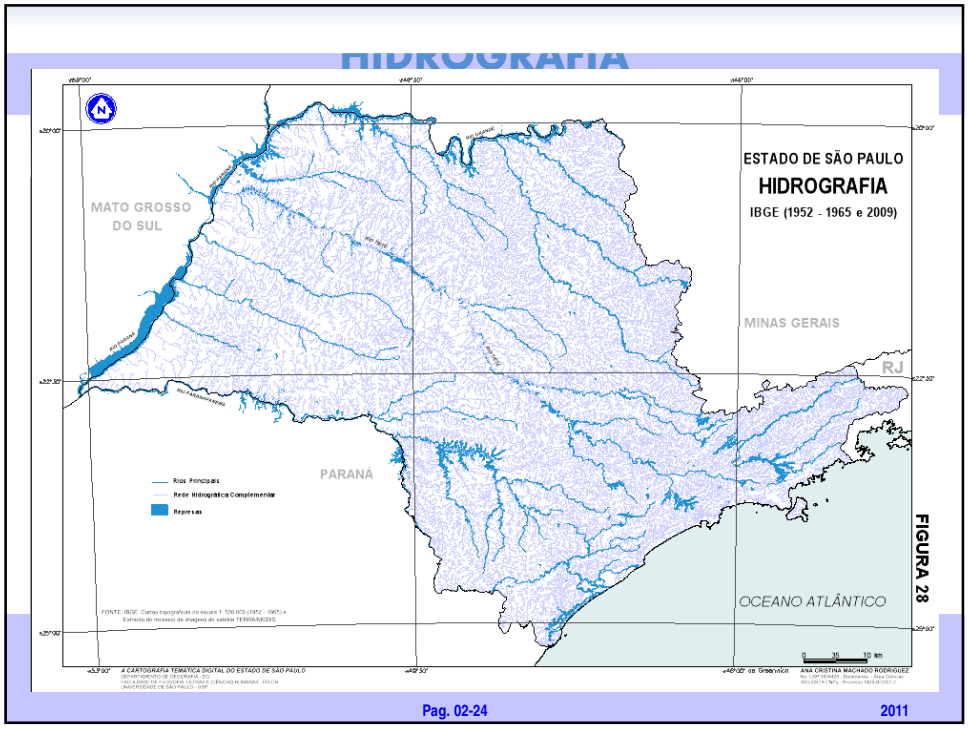
❖MODIS/TERRA como objeto de pesquisa na USP. **Escola Politécnica** 2005 – Monitoramento Agrícola (D), **Instituto de Física** 2005/2009 – Aerossóis(D, M), **Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosférica** 2008 – Qualidade do ar e Aerossóis(M) e **Instituto Oceanográfico** 2009 – Conc. de clorofila α (D).

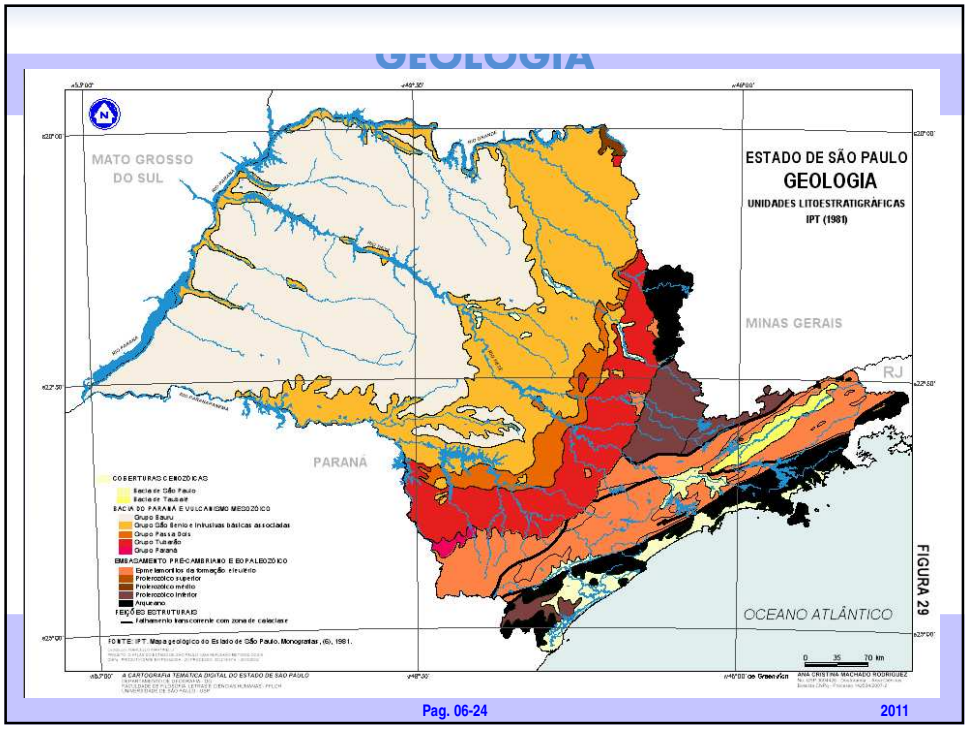
❖As Imagens do satélite CBERS e do Google Earth contribuíram na checagem das dúvidas concernentes as modalidades de Uso e Cobertura da Terra;

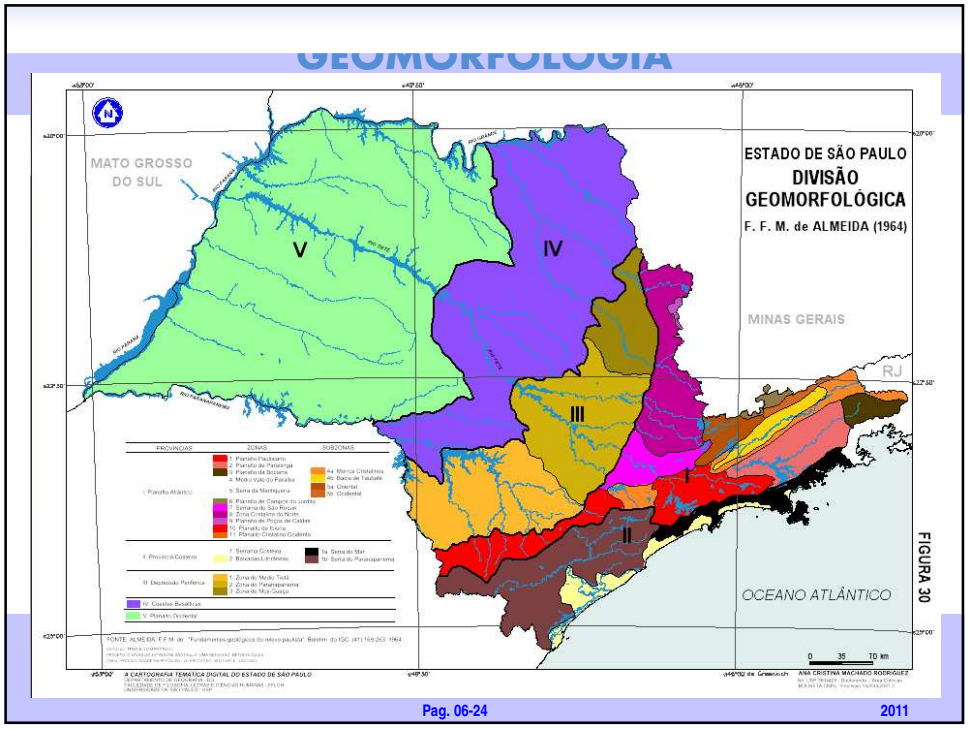
❖Fornecer subsídios ao planejamento e gestão ambiental no Estado de São Paulo, visando dirimir as agressões ao meio ambiente e orientar as formas de uso da terra. Para uma melhor qualidade de vida da população pelo aproveitamento consciente e coerente dos recursos naturais;

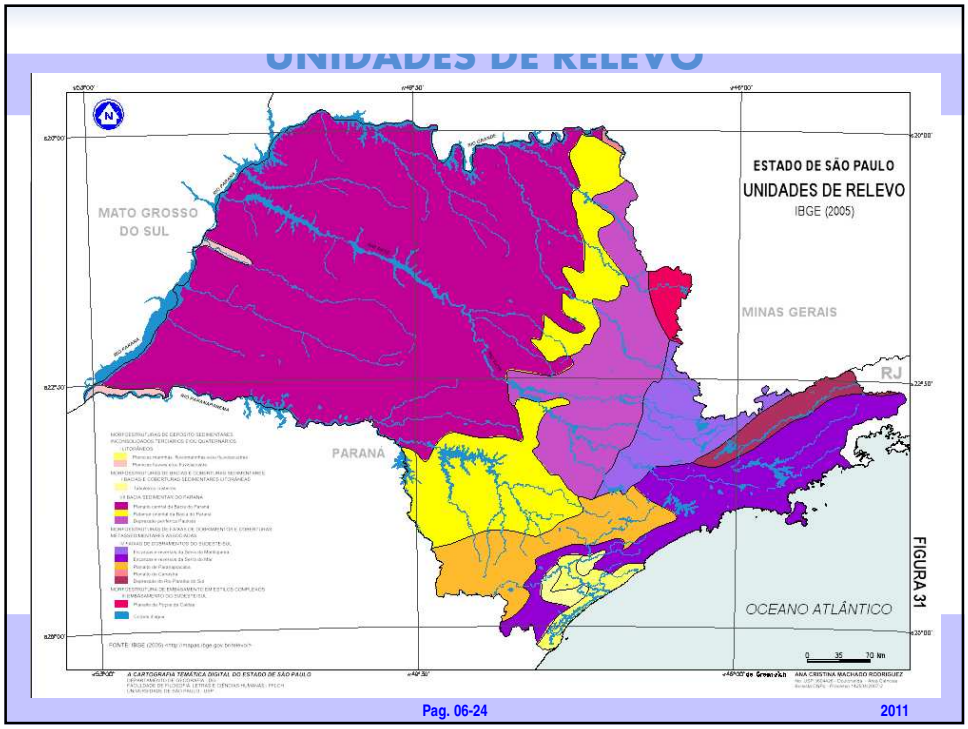

AREA DE ESTUDO
Mato Grosso do Sul
Minas Gerais
ESTADO DE SÃO PAULO
Paraná
Oceano Atlântico
Pag. 04-24
2011


DIVISÃO MUNICIPAL
ESTADO DE SÃO PAULO
DIVISÃO MUNICIPAL
IBGE (2001)
MATO GROSSO
DO SUL
MINAS GERAIS
RJ
PARANÁ
OCEANO ATLÂNTICO
FIGURA 27
Pag. 05-24
2011

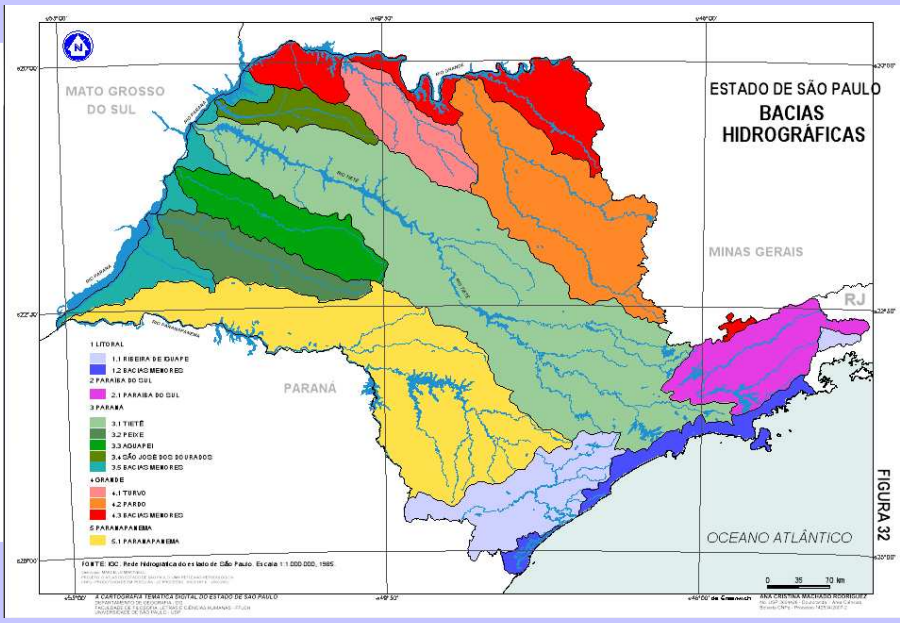

HIDROGRAFIA
ESTADO DE SÃO PAULO
HIDROGRAFIA
IBGE (1952 - 1965 e 2009)
MATO GROSSO DO SUL
MINAS GERAIS
RJ
PARANÁ
OCEANO ATLÂNTICO
Rios Principais
Rede Hidrográfica Complementar
Represas
FIGURA 28
Pag. 02-24
2011


GEOLOGIA
ESTADO DE SÃO PAULO
GEOLOGIA
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
IPT (1981)
MATO GROSSO DO SUL
MINAS GERAIS
RJ
PARANÁ
OCEANO ATLÂNTICO
FIGURA 29
Pag. 06-24
2011

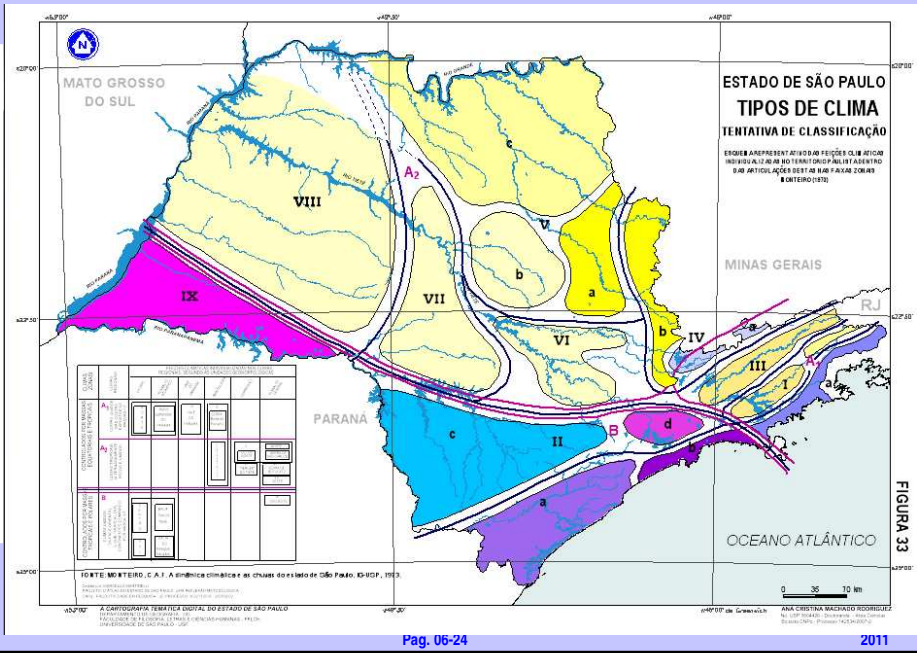

GEOMORFOLOGIA
MATO GROSSO DO SUL
ESTADO DE SÃO PAULO
DIVISÃO GEOMORFOLÓGICA
F. F. M. de ALMEIDA (1964)
MINAS GERAIS
RJ
V
IV
III
I
II
OCEANO ATLÂNTICO
FIGURA 30
Pag. 06-24
2011


UNIDADES DE RELEVO
MATO GROSSO DO SUL
ESTADO DE SÃO PAULO
UNIDADES DE RELEVO
IBGE (2005)
MINAS GERAIS
RJ
PARANÁ
OCEANO ATLÂNTICO
FIGURA 31
Pag. 06-24
2011

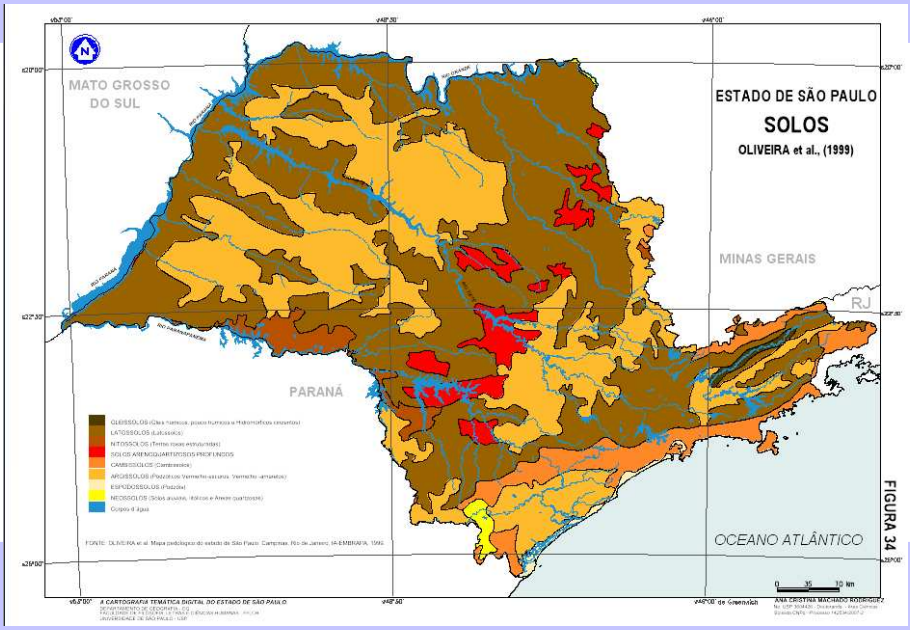
BACIAS HIDROGRÁFICAS



TIPOS DE CLIMA

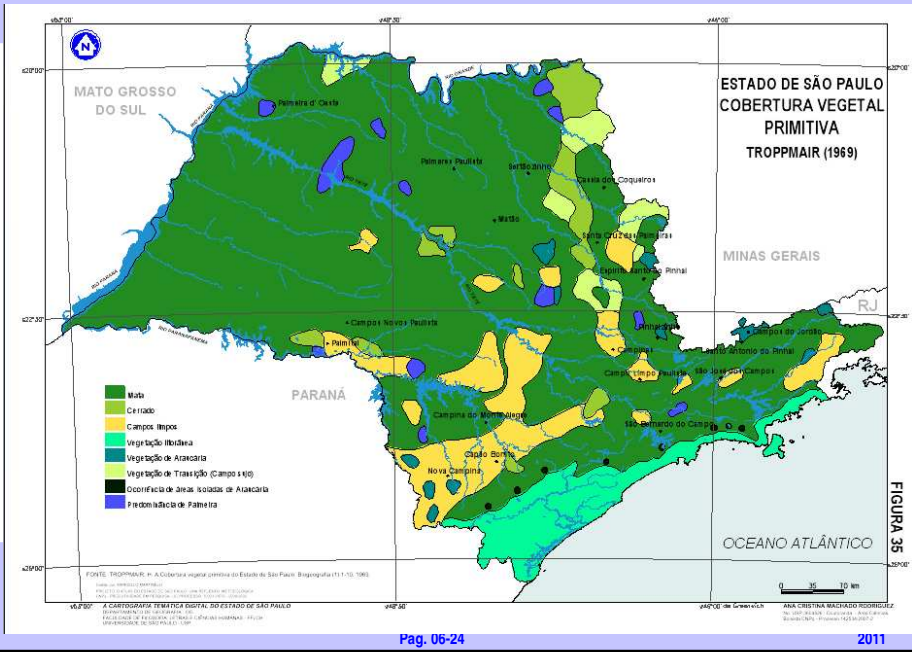


SOLOS



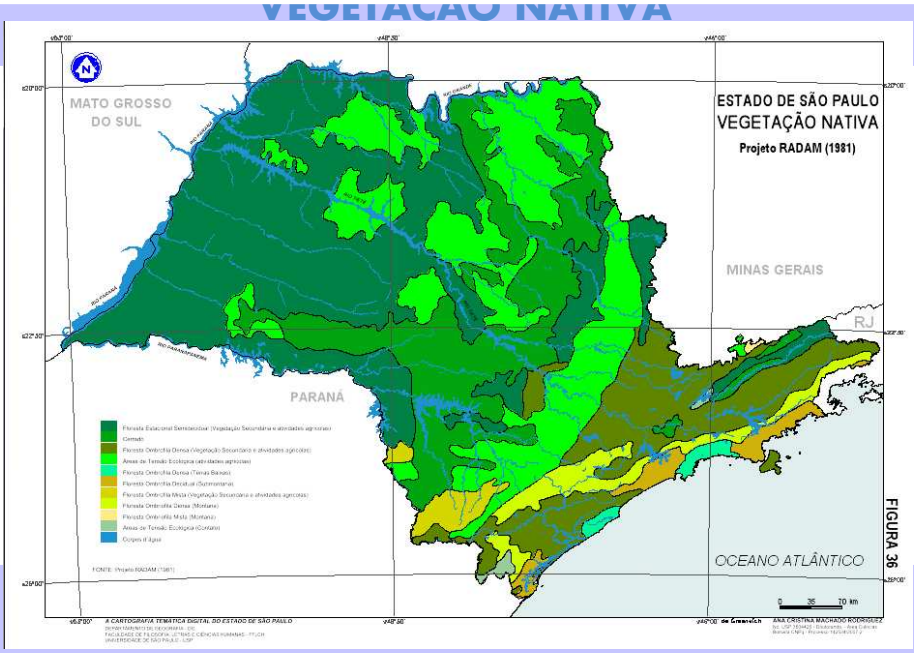
Pag. 06-24 2011

COBERTURA VEGETAL PRIMITIVA



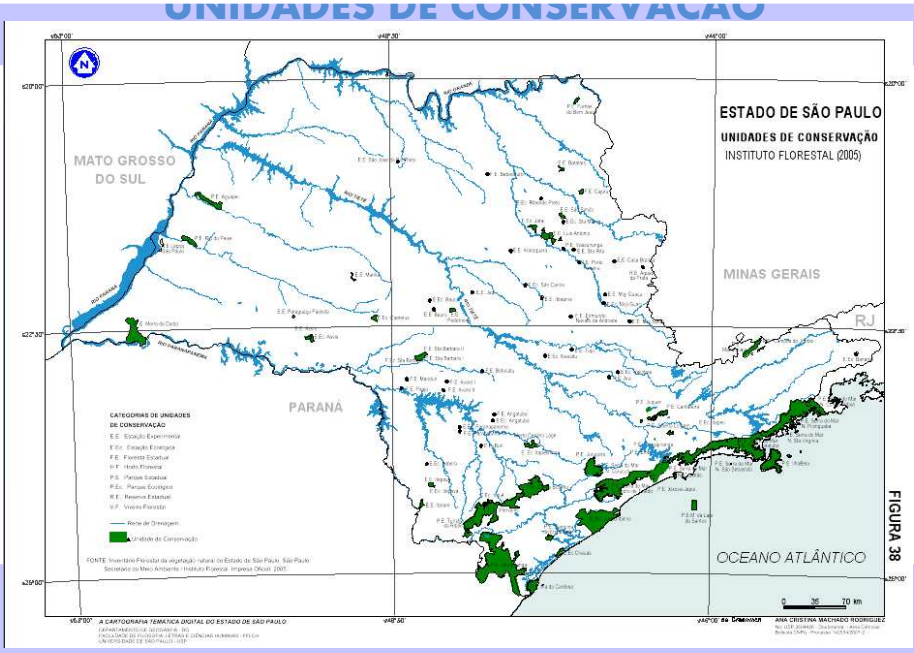
Pag. 06-24 2011

VEGETAÇÃO NATIVA



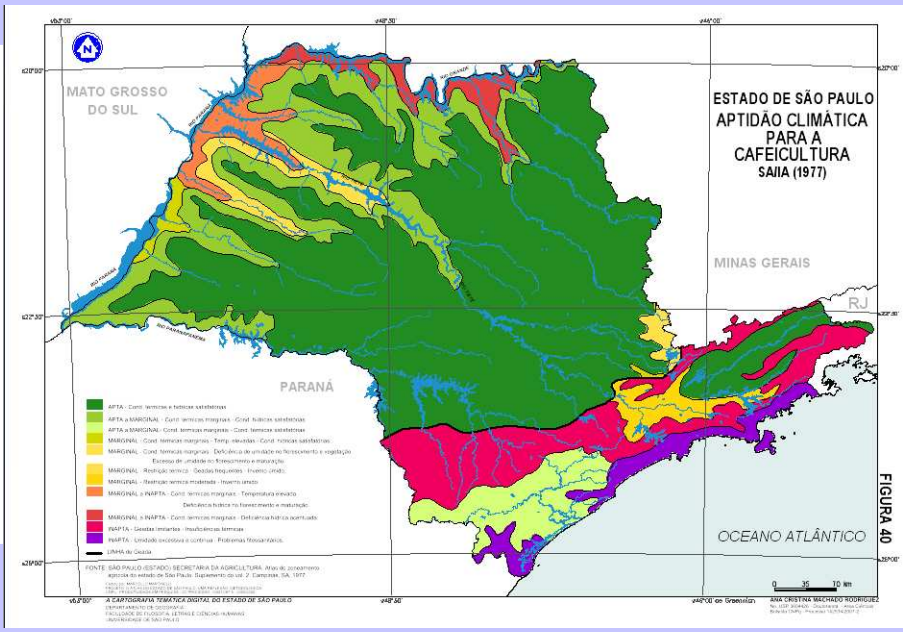
Pag. 06-24 2011

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



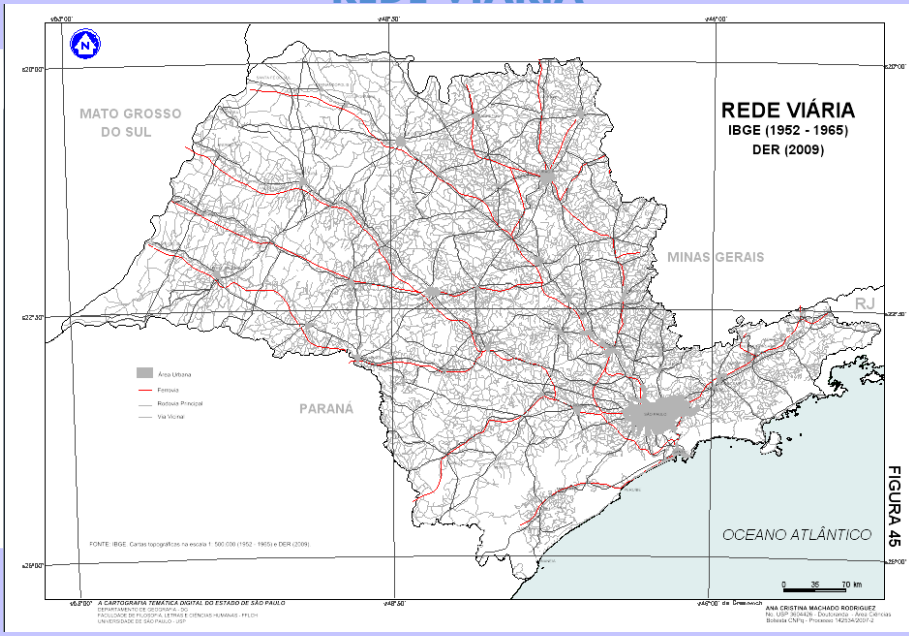
Pag. 06-24 2011

APTIDÃO CLIMÁTICA PARA A CAFEICULTURA



Pag. 06-24 2011

REDE VIÁRIA



Pag. 06-24 2011

PRINCIPAIS SISTEMAS SENSORES

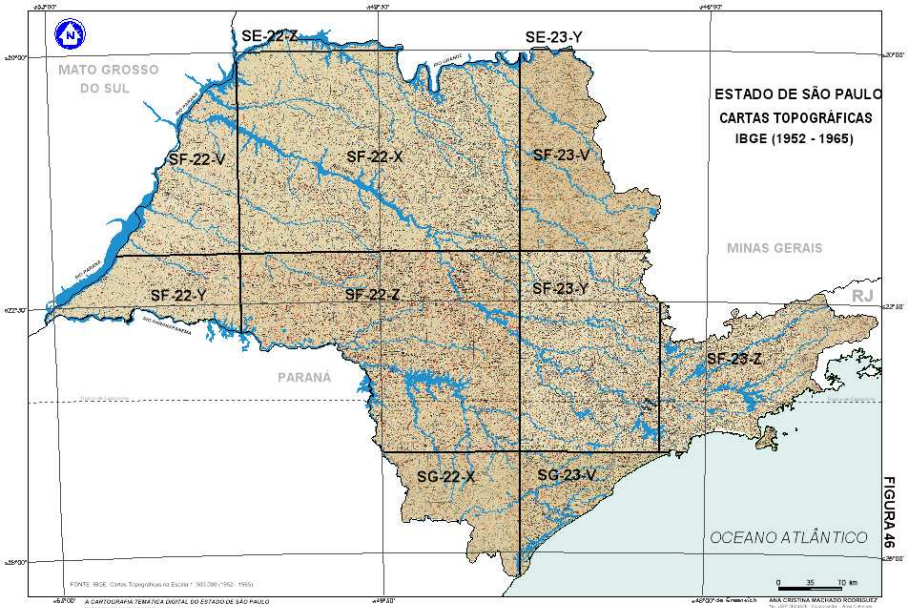
- MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) do Satélite TERRA (*EOS-AM*);
- CCD (*Couple Charged Device*) do Satélite CBERS
- Produto GEOCOVER - Mosaico do ETM+(*Enhanced Thematic Mapper Plus*) do Satélite Landsat 7 (Base do Google Earth);
- SRTM (*Space Shuttle Endeavour*);
- Imagens do Google Earth.

PRINCIPAIS SOFTWARES

- SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) – INPE, juntamente com todos seus módulos IMPIMA, SCARTA e IPLOT para a construção do Banco de dados e dos mapas temáticos;
- ENVI (The Environment for Visualizing Images - Research Systems) – ITT (Visual Informations Solutions) para a leitura dos metadados do MODIS e construção do Modelo Digital do Terreno;
- Outros da MICROSOFT: EXCEL para a elaboração de dados quantitativos, PAINT para a diagramação e montagem das figuras e o POWER POINT para a confecção de figuras e desta apresentação.

MATERIAIS

- 11 Cartas Topográficas do Estado de São Paulo (1:500.000/IBGE);



MATERIAIS

- 22 Cartas Temáticas do Atlas do Estado de São Paulo (MARTINELLI, 2009)

N.	NOME	FONTE	ANO
01	GEOLOGIA: UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	IPT. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Monografia, (6).	1981
02	DIVISÃO GEOMORFOLÓGICA	Almeida, F. F. M. de Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. Boletim do IGG, (41). 159-263	1964
03	COMPARTIMENTOS DO RELEVO	IBGE. Atlas Nacional do Brasil. Rio de Janeiro.	2000
04	BACIAS HIDROGRÁFICAS	IGC. Rede Hidrográfica do Estado de SP. Escala 1:1 000.000	1985
05	CLIMA: TENTATIVA DE CLASSIFICAÇÃO	Monteiro, C. A. F. A dinâmica e as chuvas do Estado de São Paulo. IG-USP	1973
06	COBERTURA VEGETAL PRIMITIVA	Troppmair, H. A Cobertura Vegetal Primitiva do Estado de São Paulo. Biogeografia (1):1-10.	1969
07	APTIDÃO CLIMÁTICA PARA A CAFEICULTURA	SÃO PAULO . Secr. Agricultura. Atlas do zoneamento agrícola do estado de São Paulo. Suplemento do vol. 2. Campinas, SA, 1977.	1977
08	PRODUÇÃO DE CAFÉ	Anderson, C. Zonas Produtoras de Café. São Paulo, Anderson, Clayton & Co., S.A.	1967
09	CLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS	Chiarini, J. V. e Donzeli, P. L. Levantamento por Fotointerpretação das Classes de Capacidade de Uso das Terras do Estado de São Paulo. Boletim Técnico (3). Campinas, IAC.	1973
10	USO DA TERRA E REVESTIMENTO DO SOLO (TROPPMAIR 1978-1981)	Troppmair, H. Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. Boletim de Geografia Teorética, 13(25): 27-36	1983
11	USO DA TERRA E REVESTIMENTO DO SOLO EM 1920	Estado de São Paulo. Comissão Geográfica e Geológica. Carte Générale de l´état de São Paulo avec indications sur l´agriculture, l´industrie et l´élévage. Escala 1:1.500.000. São Paulo, Uccle-Bruxelas, Patesson.	1920
12	COBERTURA VEGETAL NATURAL FLORESTAS: SITUAÇÃO PRIMITIVA	Cavalli, A. C., Guillaumon, J. R. & Serra, R.	1973
13	COBERTURA VEGETAL NATURAL	Instituto Florestal. Inventário Florestal do Estado de SP.	1993
14	FRAGMENTOS DE CERRADOS	São Paulo. SMA. Cerrado: Bases para conservação e uso sustentável das áreas do cerrado do Estado de SP. São Paulo, SMA.	1995
15	DENSIDADE DEMOGRÁFICA SEGUNDO MUNICÍPIOS	IBGE. Censo Demográfico 2000: Resultados Preliminares, Rio de Janeiro.	2000
16	CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA PELO SISTEMA INTERNACIONAL DE KÖPPEN	Setzer, J. Atlas Climático e Ecológico do Estado de SP. São Paulo, CIBPU	1966
17	UNIDADES PLUVIAIS	Sant´Anna Neto, J. L. As chuvas do Estado de São Paulo. DG-FFLCH-USP.	1995
18	VARIAÇÕES ESPACIAIS DA TEMPERATURA	Monteiro, C. A. F. O clima e a organização do espaço no Estado de SP: Problemas e Perspectivas, IG-USP & Monteiro, C. A. F. Variações espaciais de temperatura: tendência média anual e extremos sazonais. In: Atlas do Estado de São Paulo, IG-USP	1976
19	UNIDADES GEOTÉCNICAS	Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Carta Geotécnica do Estado de São Paulo. São Paulo.	1994
20	UNIDADES DE RELEVO	Ross, J. L. S. e Moroz, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de SP. São Paulo. USP/IPT/FAPESP.	1997
21	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL	São Paulo. SMA. Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de SP,Parte I e II. São Paulo, Metalivros/SEMA.	1998
22	SOLOS	Oliveira, *et all*. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. Campinas, Rio de Janeiro, IA/EMBRAPA.	1999

Pag. 02-24 2011

MATERIAIS

- Mosaico de Imagens do Satélite TERRA/MODIS de 27Jul à 11Ago/2009 (MOD 13 - 250 metros);
- Mosaico de Imagens CBERS – CCD (90 metros - Projeto CANASAT (RUDORFF *et al*., 2009));
- Mosaico de Imagens do Landsat 7 ETM+ (Produto GEOCOVER – período de 1999 à 2000 - 14,25 metros);
- Mosaico de Imagens do SRTM (11 a 22 de Fev/2000 - 90 metros);
- Imagens do Google Earth (IKONOS e QuickBird);
- Fontes bibliográficas de consulta.

PROCEDIMENTOS

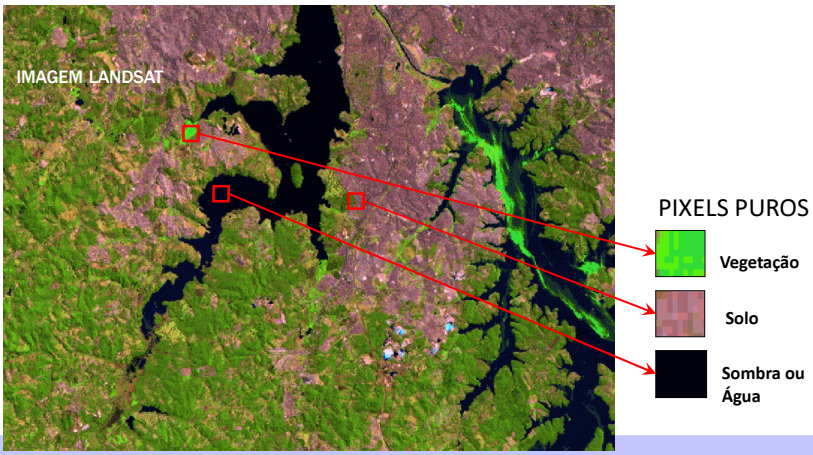
- Construção do Banco de Dados no SPRING em DBase na Projeção Polyconic e SAD69 (8GB);
- As cartas topográficas e mapas temáticos de geologia, geomorfologia, pedologia, clima , entre outros foram escanerizados (300 dpi´s /40 metros). Conversão de TIFF/GRIB no IMPIMA-SPRING seguido do georreferenciamento (40 Ptos) e importação para o Banco de Dados
- Digitalização das Cartas Topográficas possibilitou o georrefernciamento dos mapas temáticos, além da obtenção de dados de Hidrografia, Rede viária, ferroviária e localização das sedes municipais;
- As curvas de nível foram extraídas e processadas no SPRING a partir dos dados disponibilizados pela EMBRAPA do SRTM ((*Space Shuttle Endeavour*).

PROCEDIMENTOS

- As imagens do TERRA/MODIS (MOD13) em HDF (Hierarquical Data Format) compreendem dois tiles (h13v11-**97%** e h13v10-**3%**) na projeção Sinosoidal do período de 16 dias;
- No ENVI essas imagens foram re-projetadas pelo aplicativo MODIS *Reprojection Toolkit* disponível gratuitamente pela ITT (Visual Informations Solutions) . E depois mosaicadas e inseridas no Banco de Dados do SPRING;
- No Banco de Dados as mesmas foram recordadas pelo limite de estado (*shape file*-Arcview/IBGE) para a redução de dados e assim aplicar o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) (SHIMABUKURO *et al.*, 1997). O mesmo possibilitou a identificação das diversas modalidades de uso e cobertura da terra;

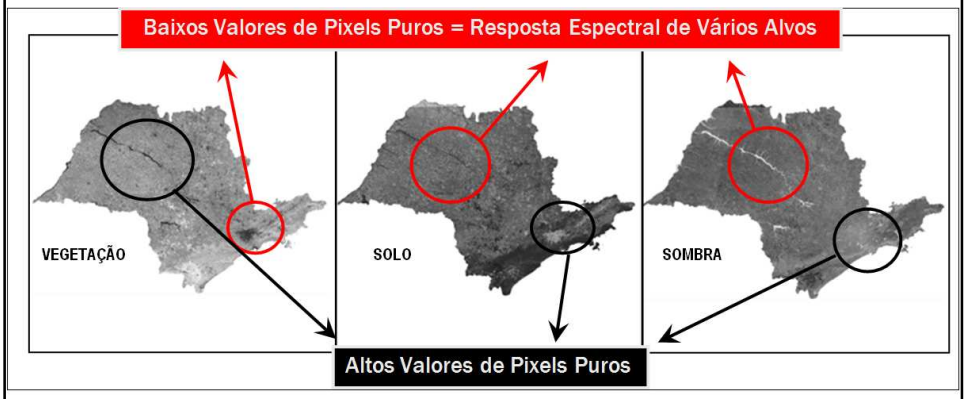
PROCEDIMENTOS

- Captura das assinaturas espectrais dos alvos para individualizar suas proporções. Aplicou-se o Critério dos *Mínimos Quadrados com Restrições*;



PROCEDIMENTOS

- Obtenção das imagens-fração vegetação, solo e sombra/água;



PROCEDIMENTOS

- Nas Imagens-Fração vegetação, solo e sombra/água aplicou-se a Segmentação pelo Crescimento de Regiões (ERTHAL *et al.*, 1991) com limiares 8 de similaridade e 25 de área com sentido de homogeneizar e extrair as regiões a serem identificadas e classificadas;

- Para extração de regiões criou-se um arquivo de Contexto para armazenamento das informações. Aplicou-se a Classificação supervisionada pelo BHATTACHARRYA com 90% de aceitação;

- A escolha das amostras (treinamento) obedeceram os critérios de ANDERSON (1982) e VENEZIANI & ANJOS (1982) seguido da associação das classes temáticas, as quais tiveram aporte dos utilizados por KELLER (1969), ANDERSON (1971 e *et al.*, 1979), JENSEN (1983) e TROPPMAIR (1983);

PROCEDIMENTOS

- As classes temáticas criadas são as seguintes:

1- Remanescentes de formações arbóreas, arbustivas e reflorestamento;
2 – Cultura de cana-de-açúcar;
3- Culturas diversas,
4 – Áreas urbanas e solo exposto;
5 – Outros usos e
6 – Corpos d água.

- Os erros de classificação digital foram dirimidos pela edição matricial utilizando a comparação de composições das imagens MODIS, os índices de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*). Além, de imagens do satélite CBERS, do Produto Geocover, do IKONOS e QuickBird (Google EARTH).

PROCEDIMENTOS

- O NDVI e o EVI ajudaram a complementar as informações acerca das áreas de maior contraste indicativas de alto vigor ou grande densidade de cobertura vegetal;

- O NDVI é sensível á clorofila e o EVI às variações na resposta estrutural do dossel. Para o Estado de SP os dois índices se complementaram na validação das classes temáticas criadas a partir da imagens-fração;

- Os índices foram fatiados no sentido de detectar áreas com e sem vegetação. Mas, procuramos adequá-las com as classes de vegetação, solo e água obtidas pelas imagens-fração;

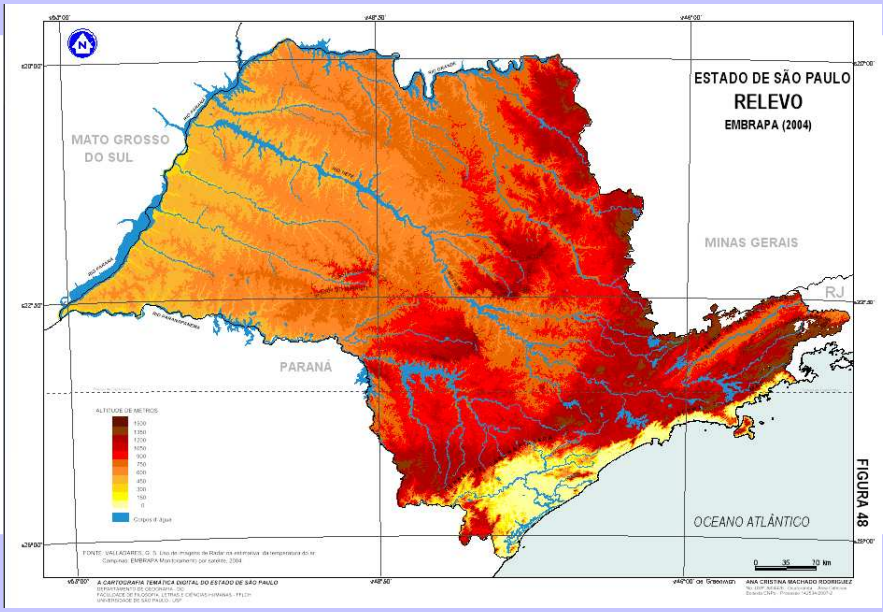
- Foram utilizados também os dados de RUDORFF et al.(2009) referentes ao Projeto CANASAT desenvolvido pelo INPE em conjunto com a União da Agroindústria Canavieira (ÚNICA) com o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA).

PROCEDIMENTOS

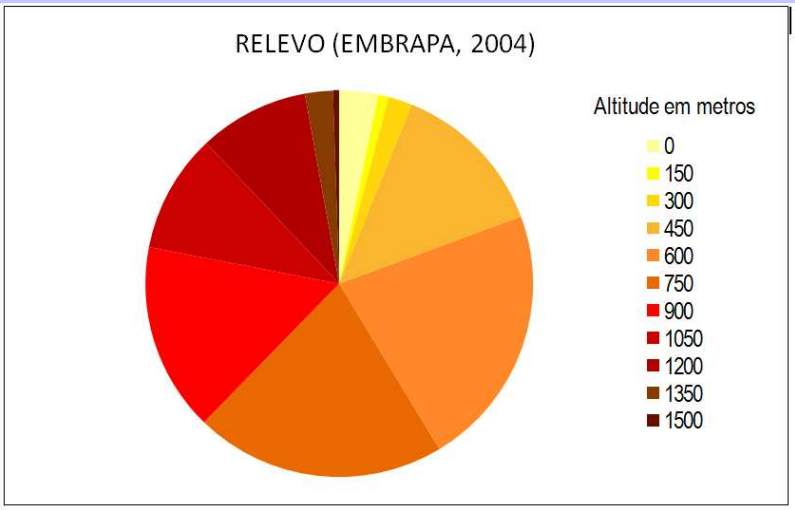
- Os dados do SRTM foram processados no ENVI e importados para o SPRING sendo recortados também com o limite do estado. E assim, modelamos a forma de relevo a partir das cotas altimétricas e da declividade (DE BIASI (1992) e LEPSCH (1983) ;

- Estes dados também foram fatiados no SPRING para identificar com exatidão os valores da grade retangular de MNT;

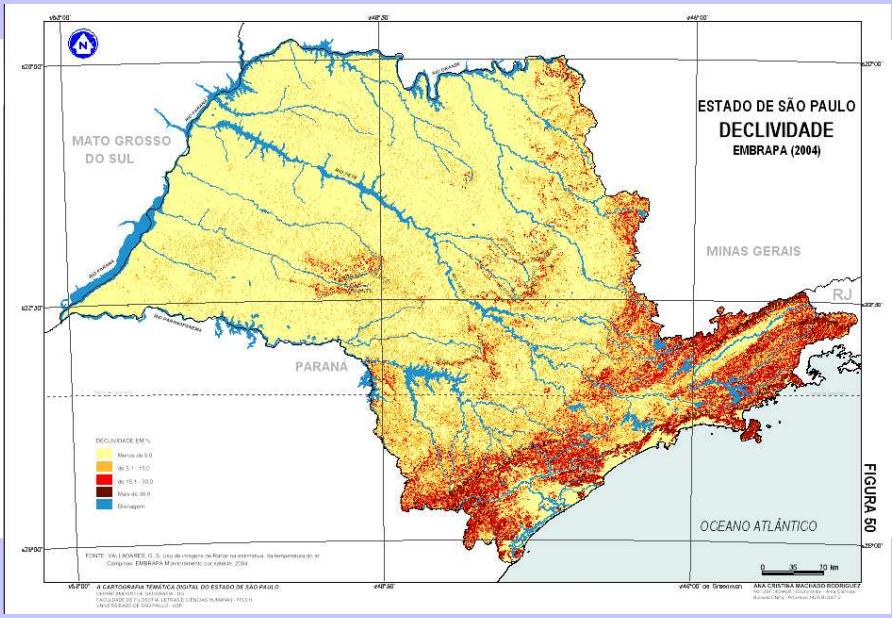
RESULTADOS E DISCUSSÕES



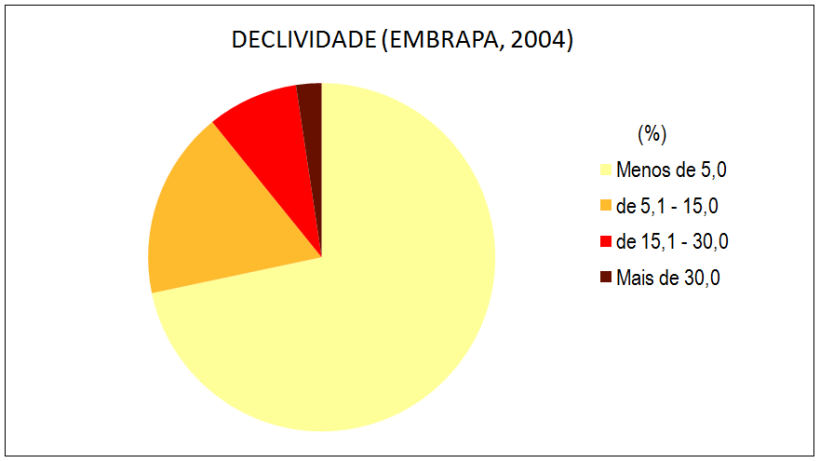
RESULTADOS E DISCUSSÕES



RESULTADOS E DISCUSSÕES

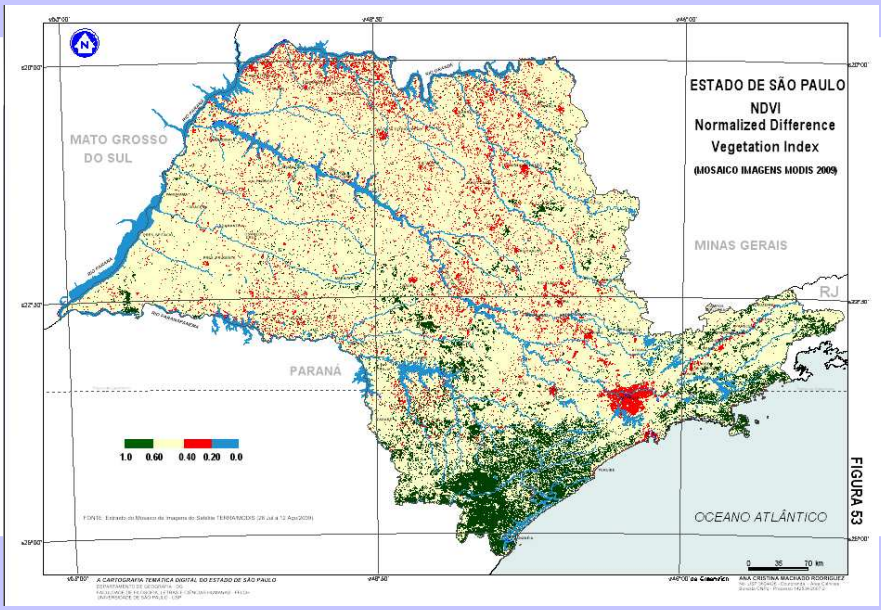


RESULTADOS E DISCUSSÕES



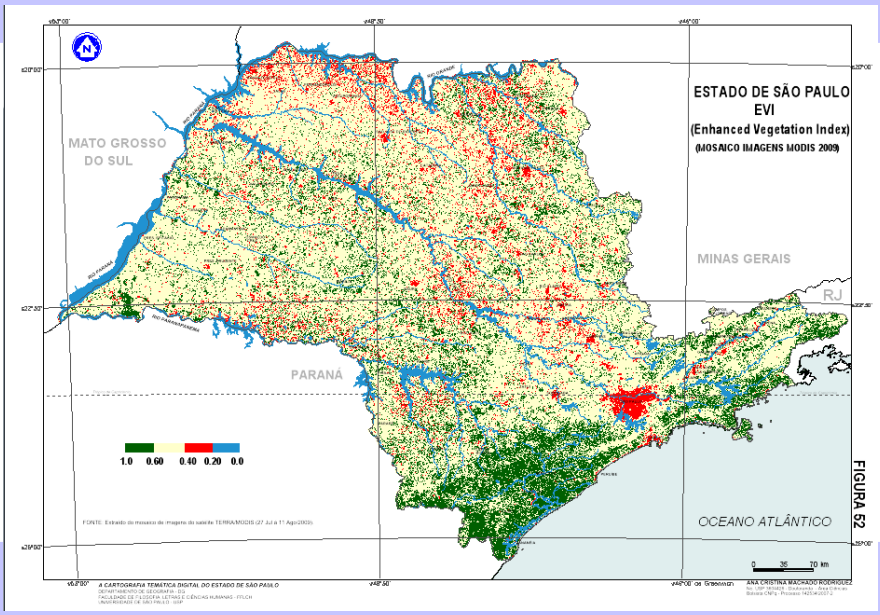
Pag. 02-24 2011

RESULTADOS E DISCUSSÕES

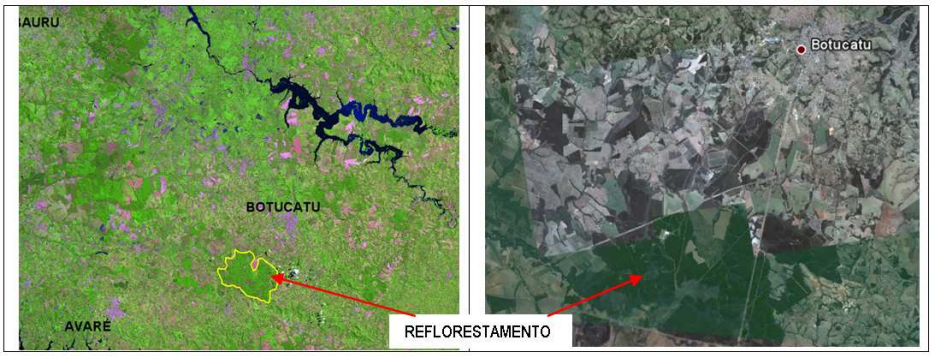


Pag. 06-24 2011

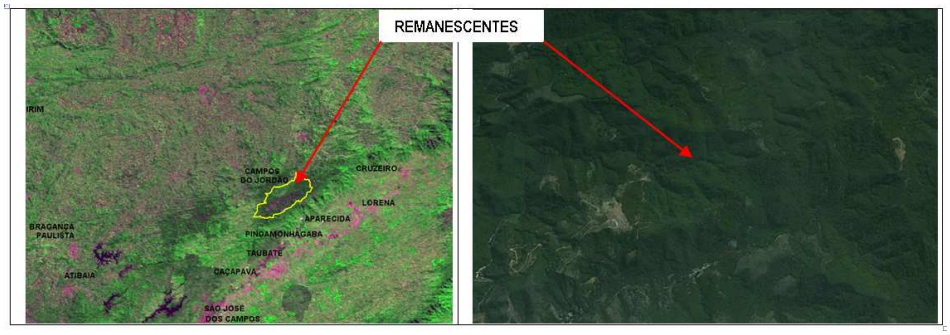
RESULTADOS E DISCUSSÕES



RESULTADOS E DISCUSSÕES



RESULTADOS E DISCUSSOES



RESULTADOS E DISCUSSOES

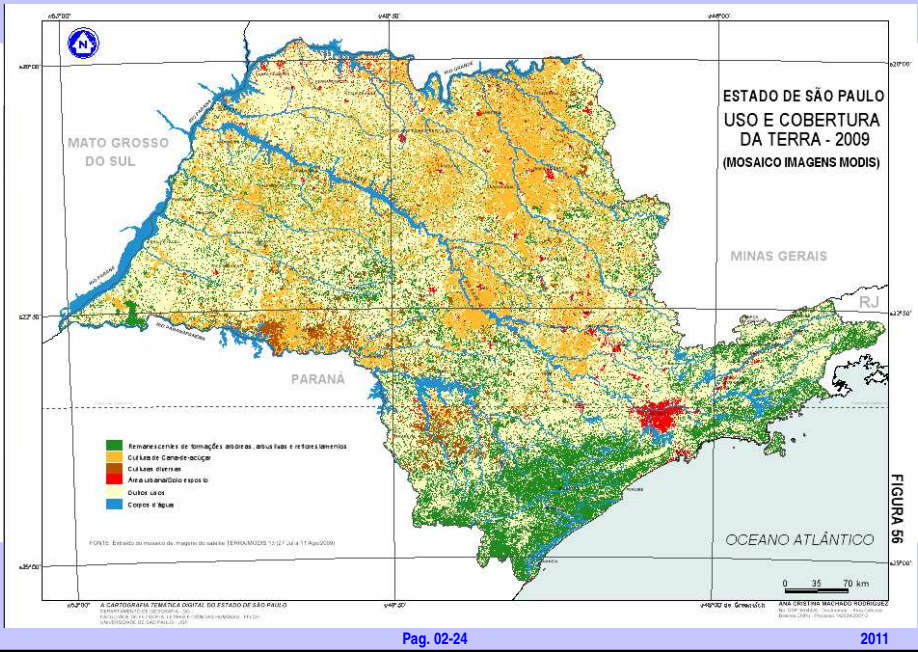
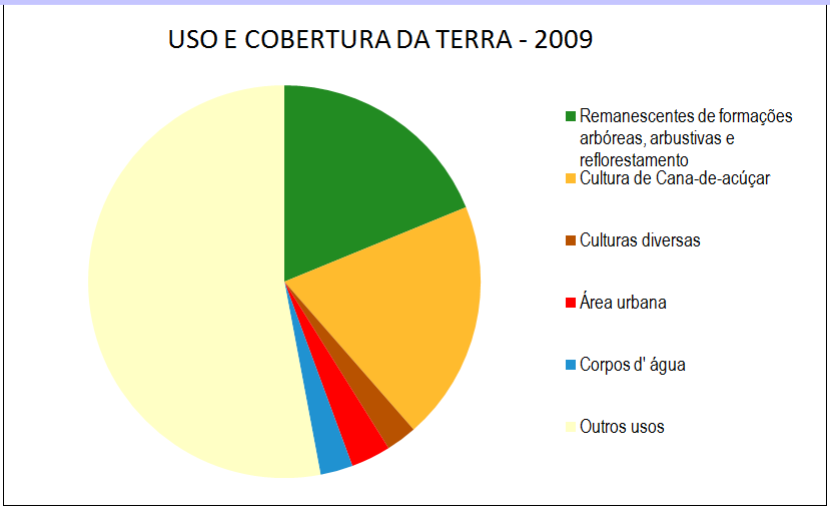


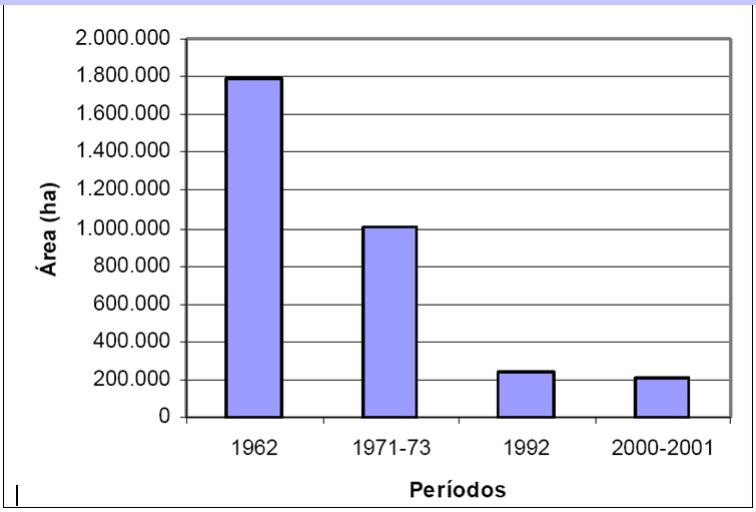
FIGURA 56

RESULTADOS E DISCUSSOES



Pag. 06-24 2011

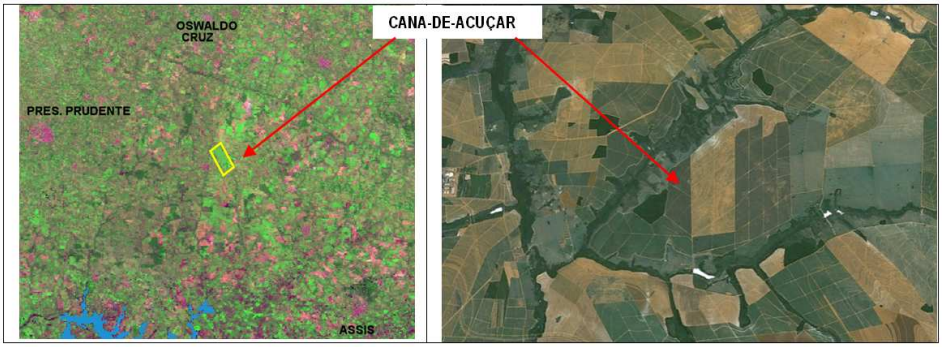
RESULTADOS E DISCUSSOES



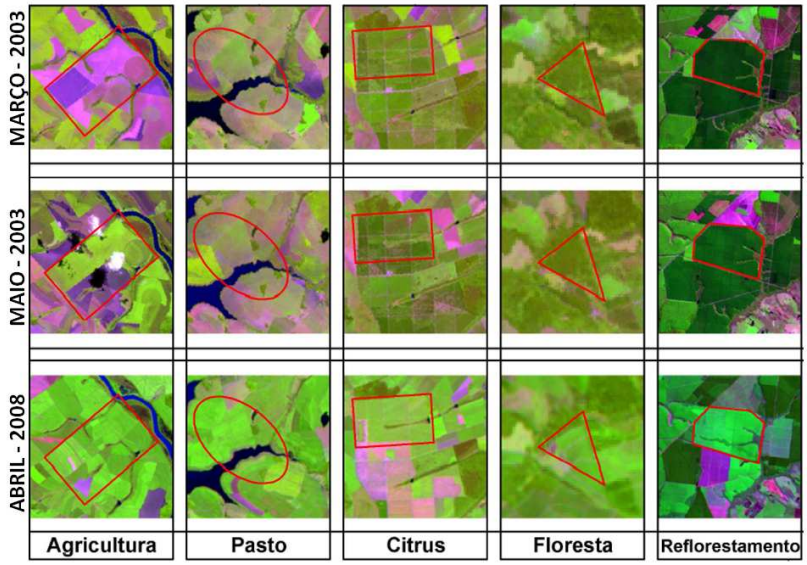
FONTE: KRONKA *et al* (2005)

Pag. 06-24 2011

RESULTADOS E DISCUSSOES



RESULTADOS E DISCUSSOES



FONTE: AGUIAR *et al* (2009)

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

❖As formas de uso e cobertura da terra destacam a supremacia agrícola pelo cultivo de cana-de-açúcar, a mesma vem pressionando e substituindo outros cultivos, o reflorestamento e as áreas de preservação e conservação ambiental;

❖A Ocupação desenfreada apontada desde 2003 por RUDORFF *et al.* (2004) alavancada pela demanda na produção do etanol como bio-combustível.

❖Para estudos futuros quanto à ameaça dos fragmentos de cerrado e remanescentes de Mata Atlântica;

❖Disponibilizar em formato WebGIS a cartografia temática elaborada para seu amplo uso e divulgação à comunidade nacional e internacional, tendo em vista o acervo em papel produzido por MARTINELLI (2009).

Pag. 02-24 2011

Contato: CRIST@USP.BR

ANACRISTINA70@YAHOO.COM

Pag. 02-24 24 Fev 2011