Aplicações de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

CLÁUDIA S. MACHADO
LUIZ A. MANFRÉ
RAFAEL W. ALBUQUERQUE

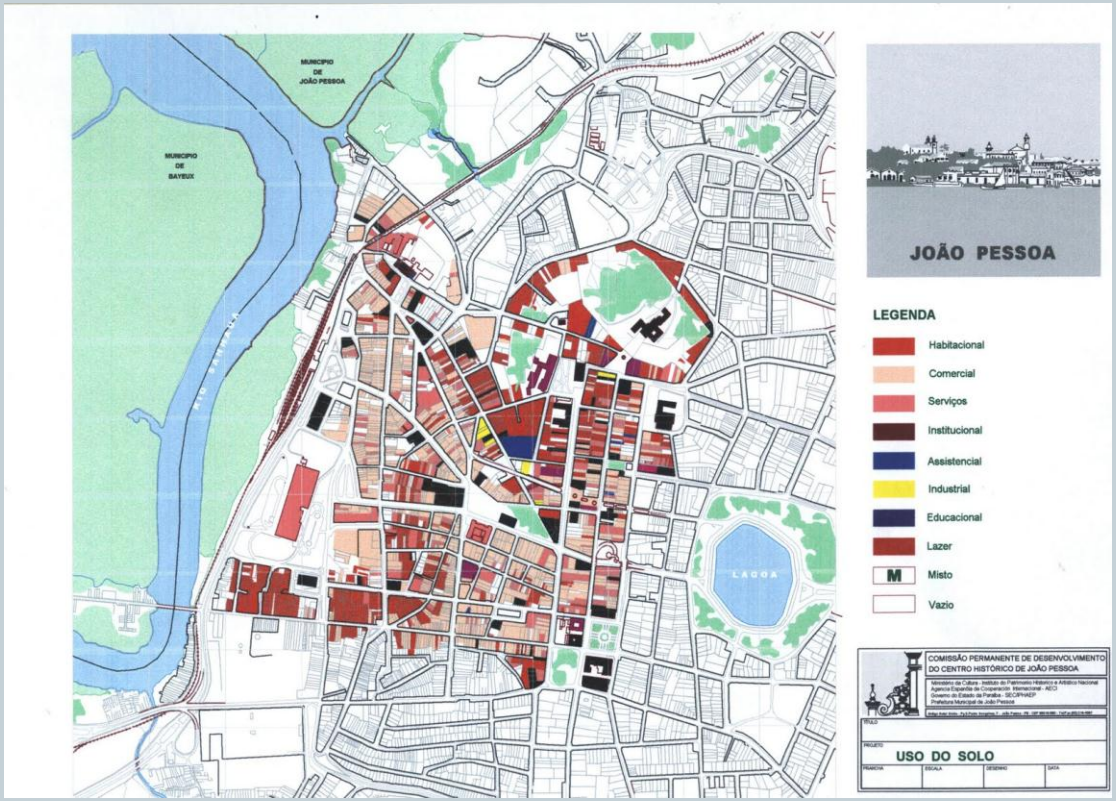
Classificação em Imagens de Satélite e o Monitoramento de Hidrelétricas

MESTRANDO: RAFAEL WALTER DE ALBUQUERQUE

ORIENTADOR: JOSÉ ALBERTO QUINTANILHA

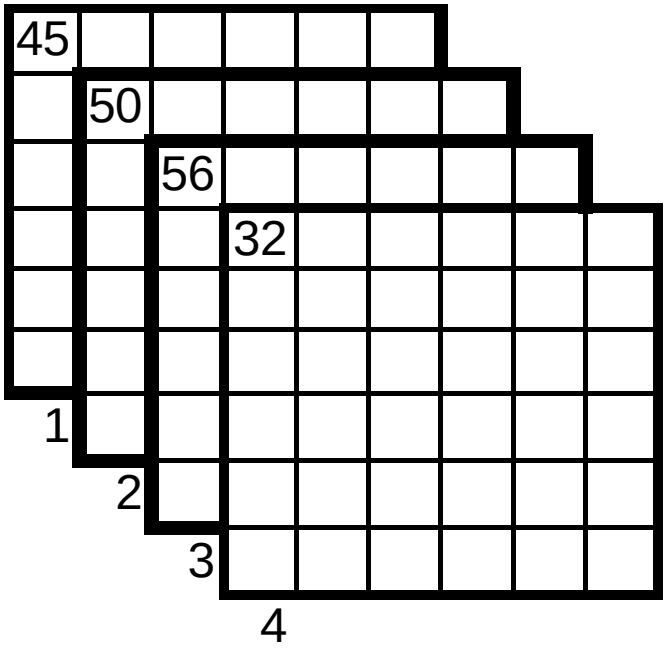
Introdução

- Mapeamento da cobertura e uso do solo: importante para atividades como monitoramento ambiental (RODRIGUES, 2000), planejamento de transportes e ocupação ordenada de meios urbanos (KNEIB; SILVA, 2004);



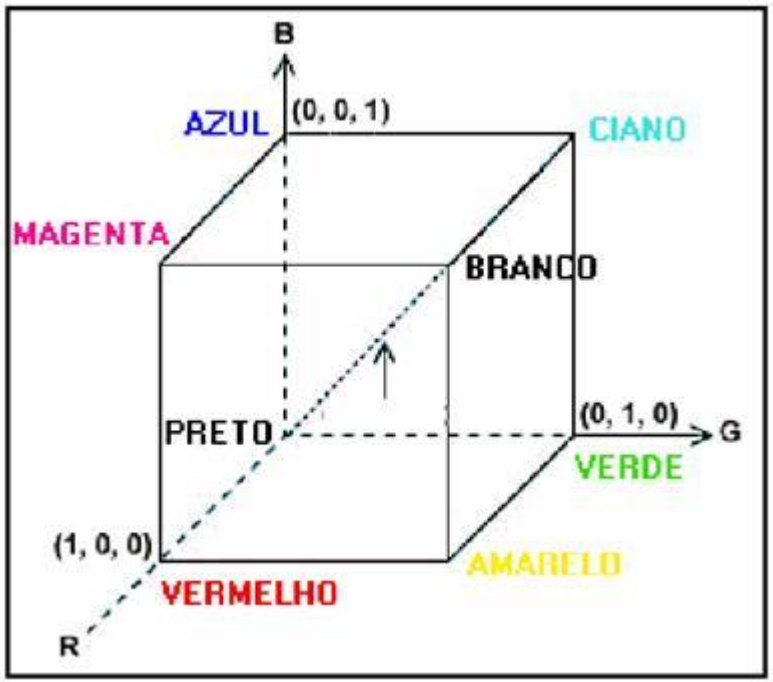
Fonte: http://centrohistoricojp.blogspot.com/2010/12/mapa-do-uso-do-solo-centro-historico-de.html

Imagem de Satélite



Vetor padrão do pixel (1,1)

$$\begin{bmatrix} 45 \\ 50 \\ 56 \\ 32 \end{bmatrix}$$



Tratamento e Processamento de Imagens

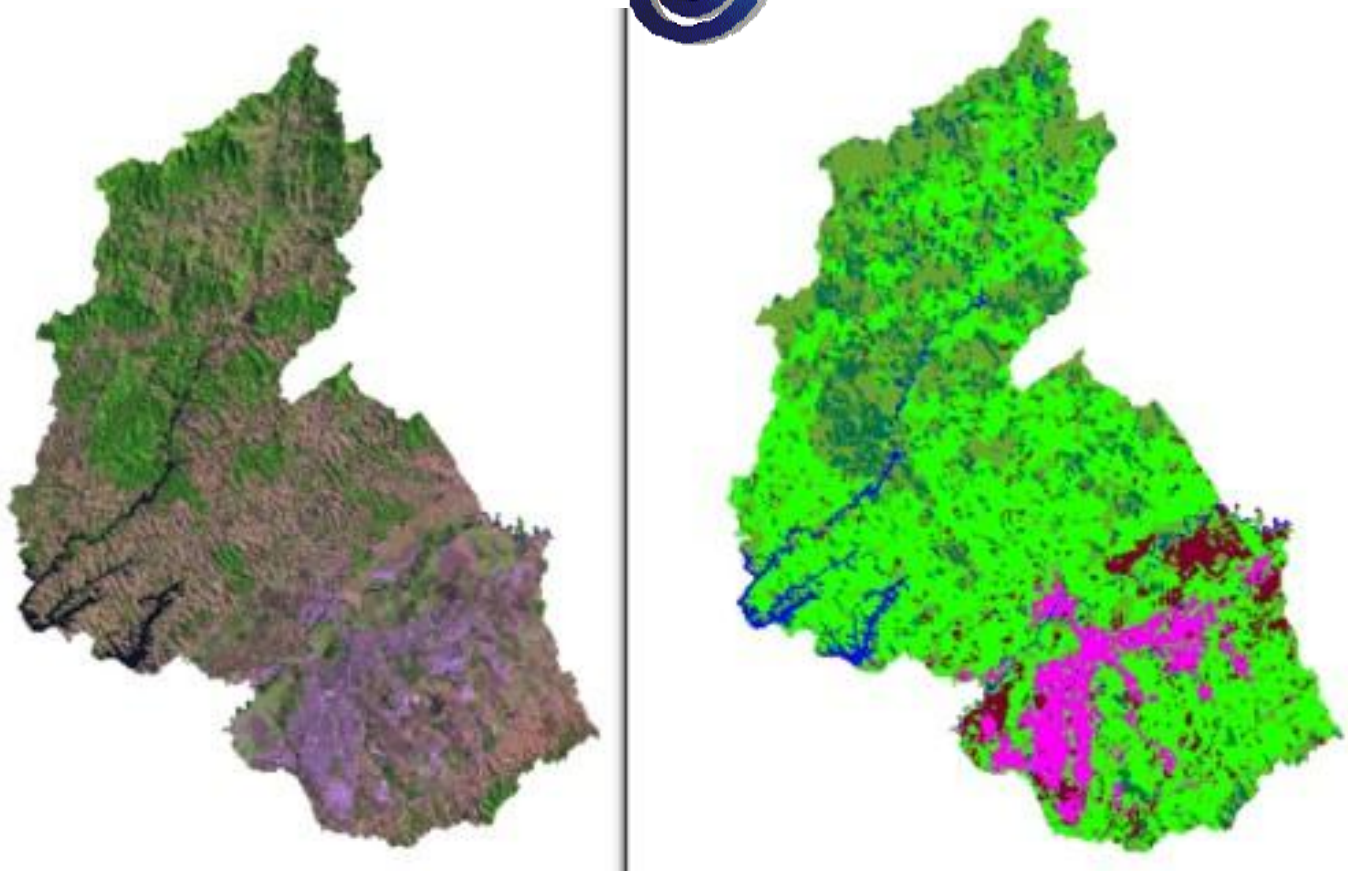
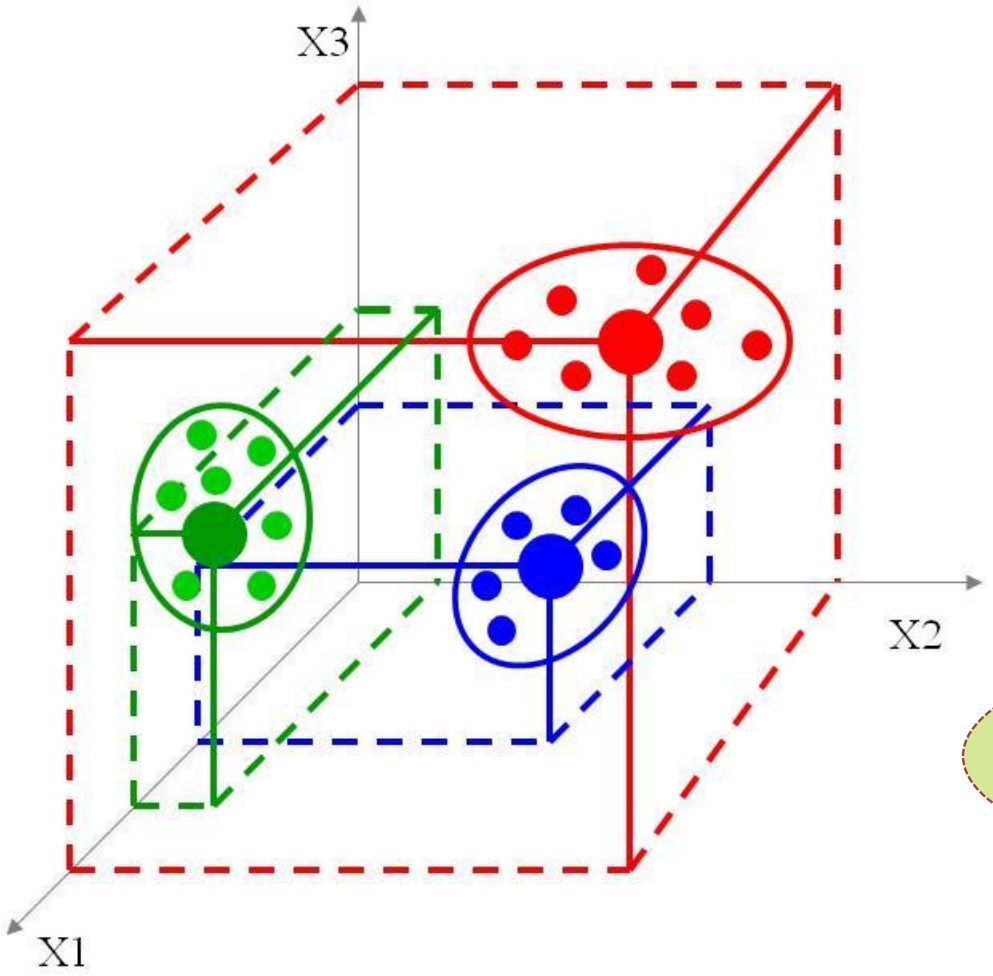


Imagem (LANDSAT) do Município de São José dos Campos à esquerda e mapa do uso do solo à direita. Fonte: http://mundogeo.com/blog/2000/01/01/futuro-geo-4/

Obtenção de Mapas Temáticos

- Interpretação visual.
  - Tonalidade, cor, textura, tamanho, forma, sombra, padrão, localização geográfica e data de aquisição da imagem (FLORENZANO, 2002);
- Classificação de imagens.
  - Procedimentos computacionais para a análise de dados coletados;
  - Realização de estimativas com maior antecedência, maior precisão e menor custo (DUTTA et al., 1994);

Valores inerentes aos dados das Imagens



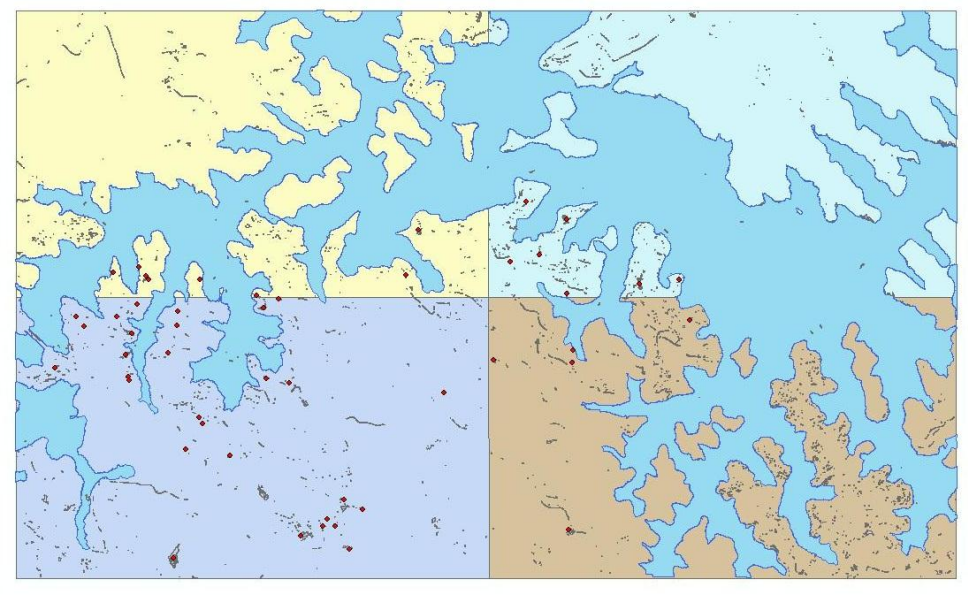
Vegetação
Água
Área impermeável

Espaço de Atributos

Exemplo de utilidade no processo de Classificação em Imagens: Gestão de Hidrelétricas

Classificação em Imagens e Gestão de Hidrelétricas

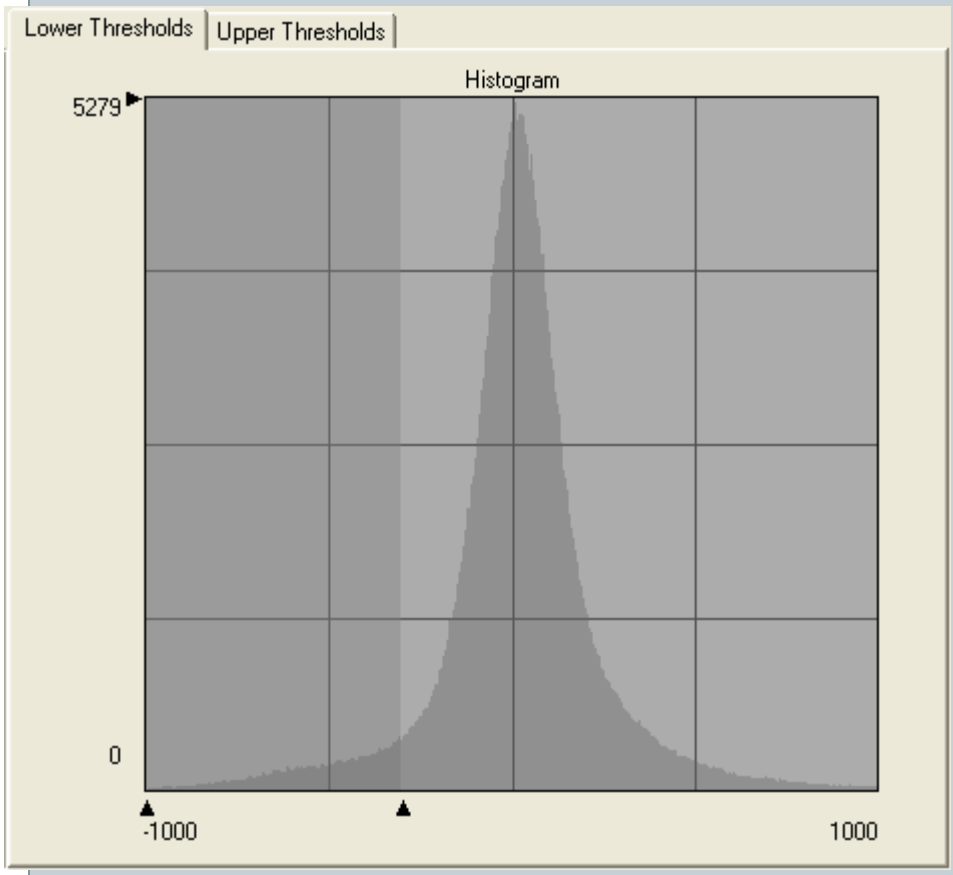
- O mapeamento do uso do solo por classificação de imagens pode auxiliar o processo de monitoramento de represas;
  - Os mapas gerados podem indicar áreas de preservação que sofrem algum tipo de invasão;
- A detecção de invasões via Sensoriamento Remoto reduz custos do monitoramento de represas (JARDINI *et al.*, 2011);



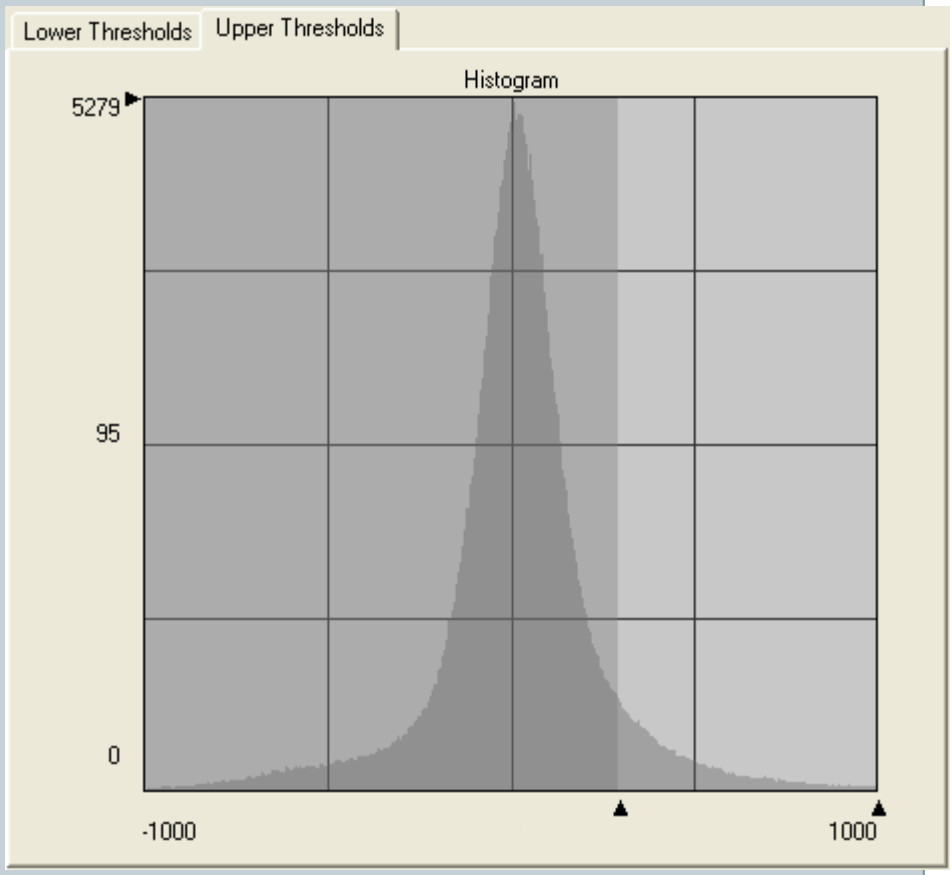
Imagens Multitemporais

- De um mesmo local, mas obtidas em datas diferentes. Muito importantes para o planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico (RODRIGUEZ, 2000);
- Os resultados da classificação de imagens multitemporais podem ser dispostos da seguinte maneira:
  - Destaque apenas das áreas em que ocorreu mudança na cobertura do solo;
  - Mapa temático das datas das imagens, verificando-se as diferenças nas extensões das coberturas;

Classificação indicando apenas os locais em que ocorreu mudança: são incluídos no histograma valores não-nulos de mudança no espectro.

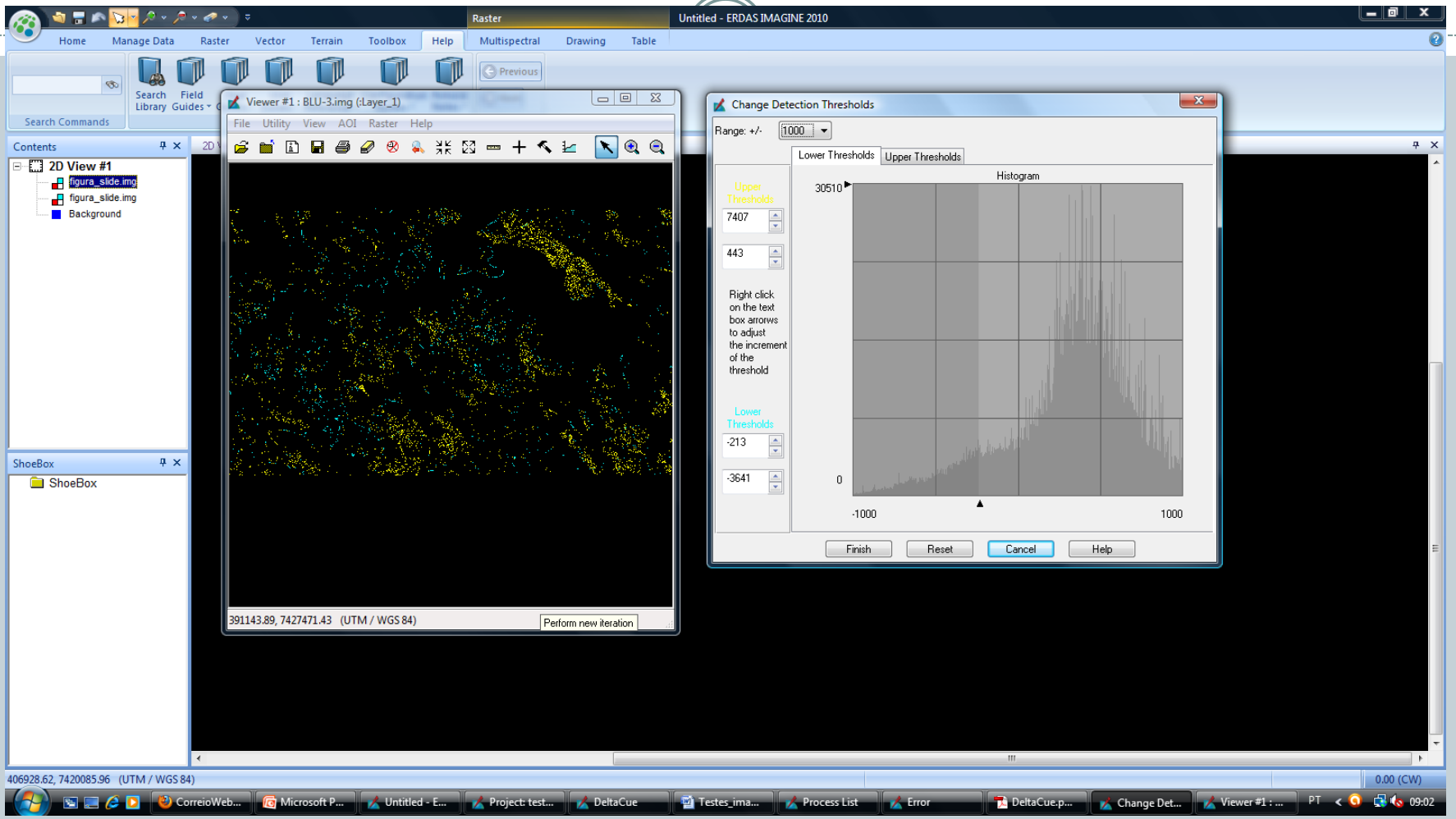


Ajuste dos valores negativos: são incluídos os valores à esquerda do parâmetro estabelecido



Ajuste dos valores positivos: são incluídos os valores à direita do parâmetro estabelecido

Classificação indicando apenas os locais em que ocorreu mudança



O ajuste é interativo porque antes de gerar o arquivo são mostradas na tela da esquerda as mudanças que ocorrem para cada valor estabelecido do intervalo de treshold.

Classificação indicando apenas os locais em que ocorreu mudança

Ex. 1

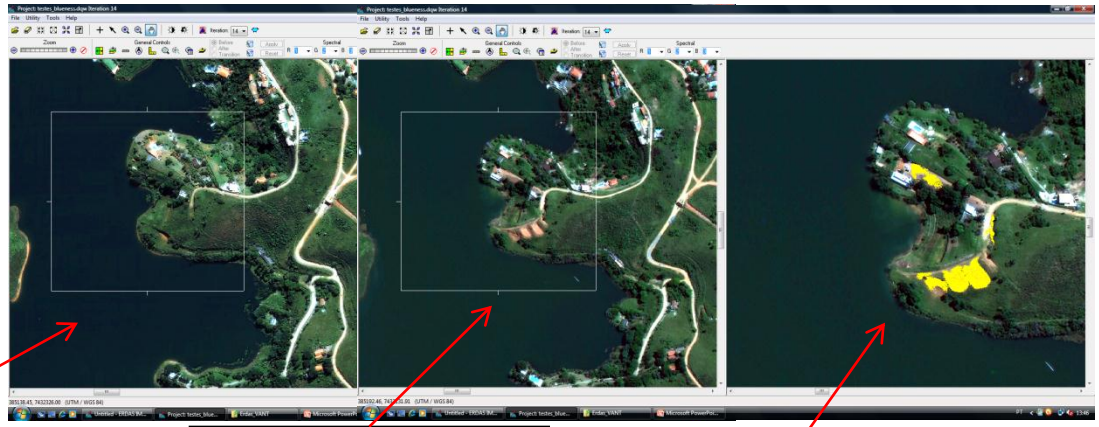
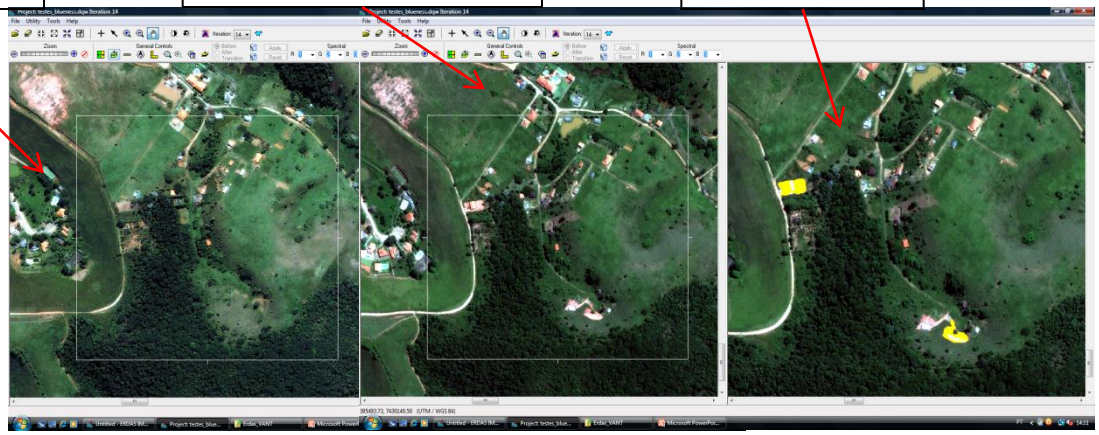


Imagem antiga

Imagem recente

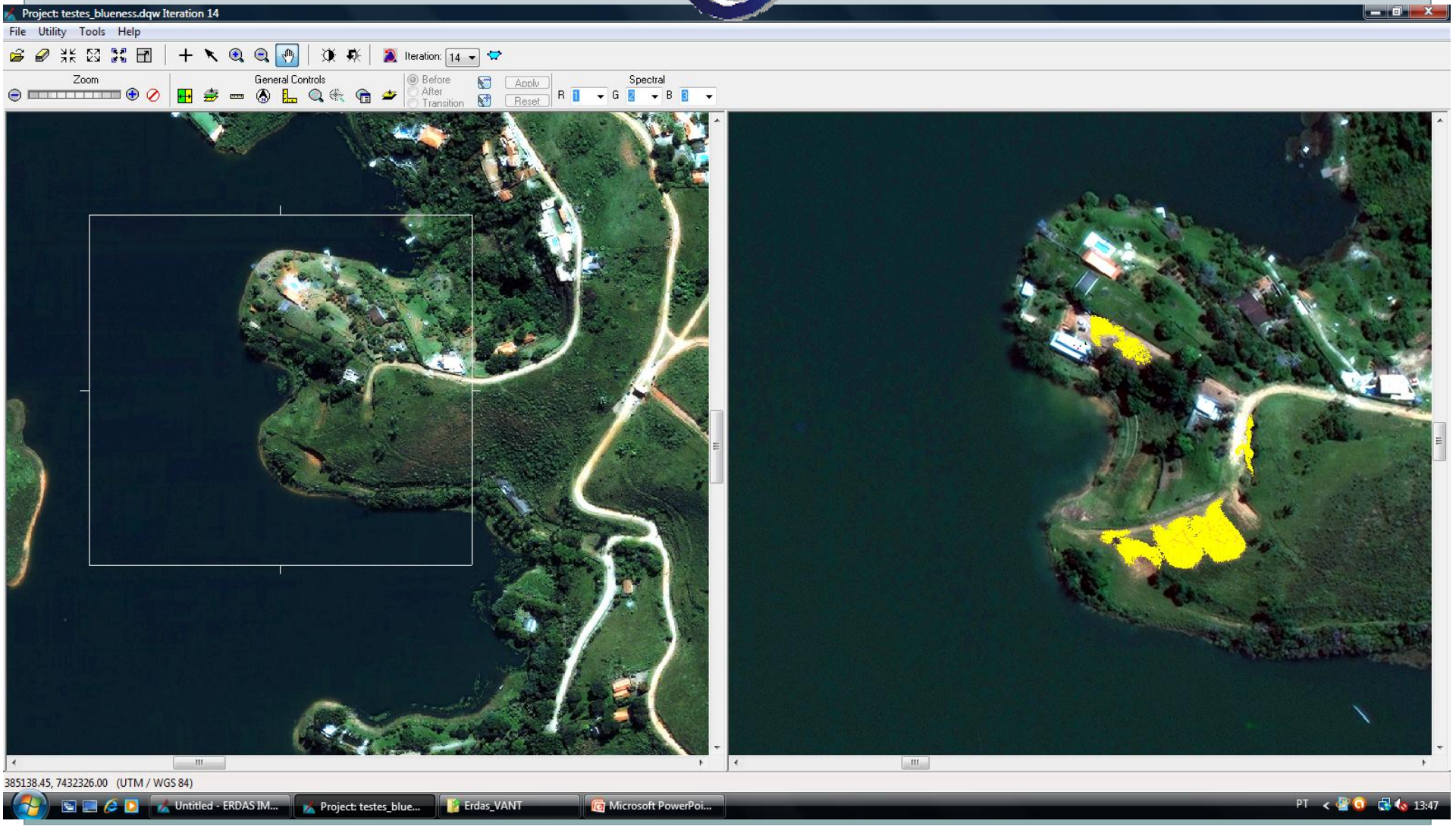
Mudanças

Ex. 2

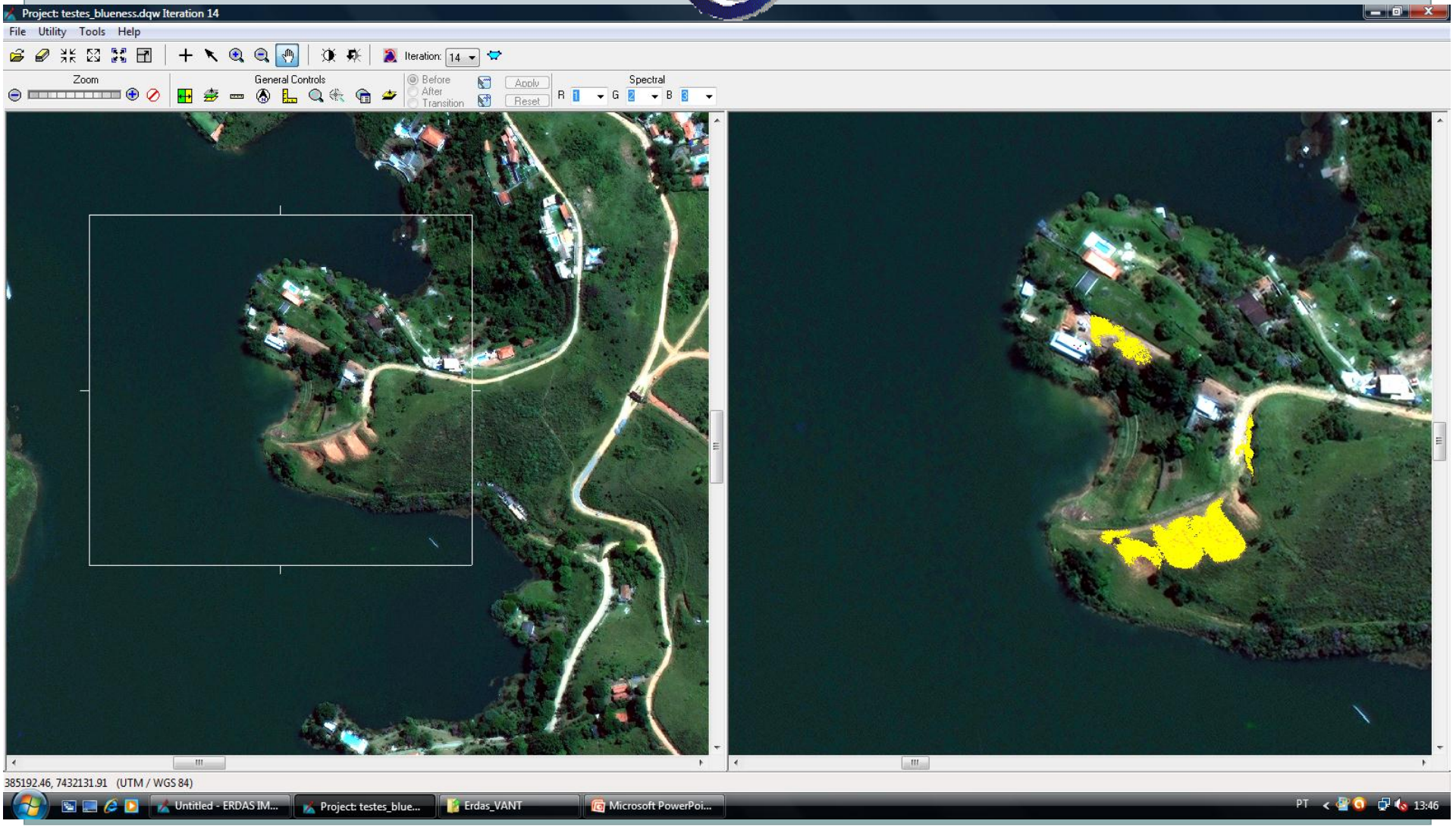


As regiões em amarelo indicam mudanças na cobertura do solo, representando invasões na represa

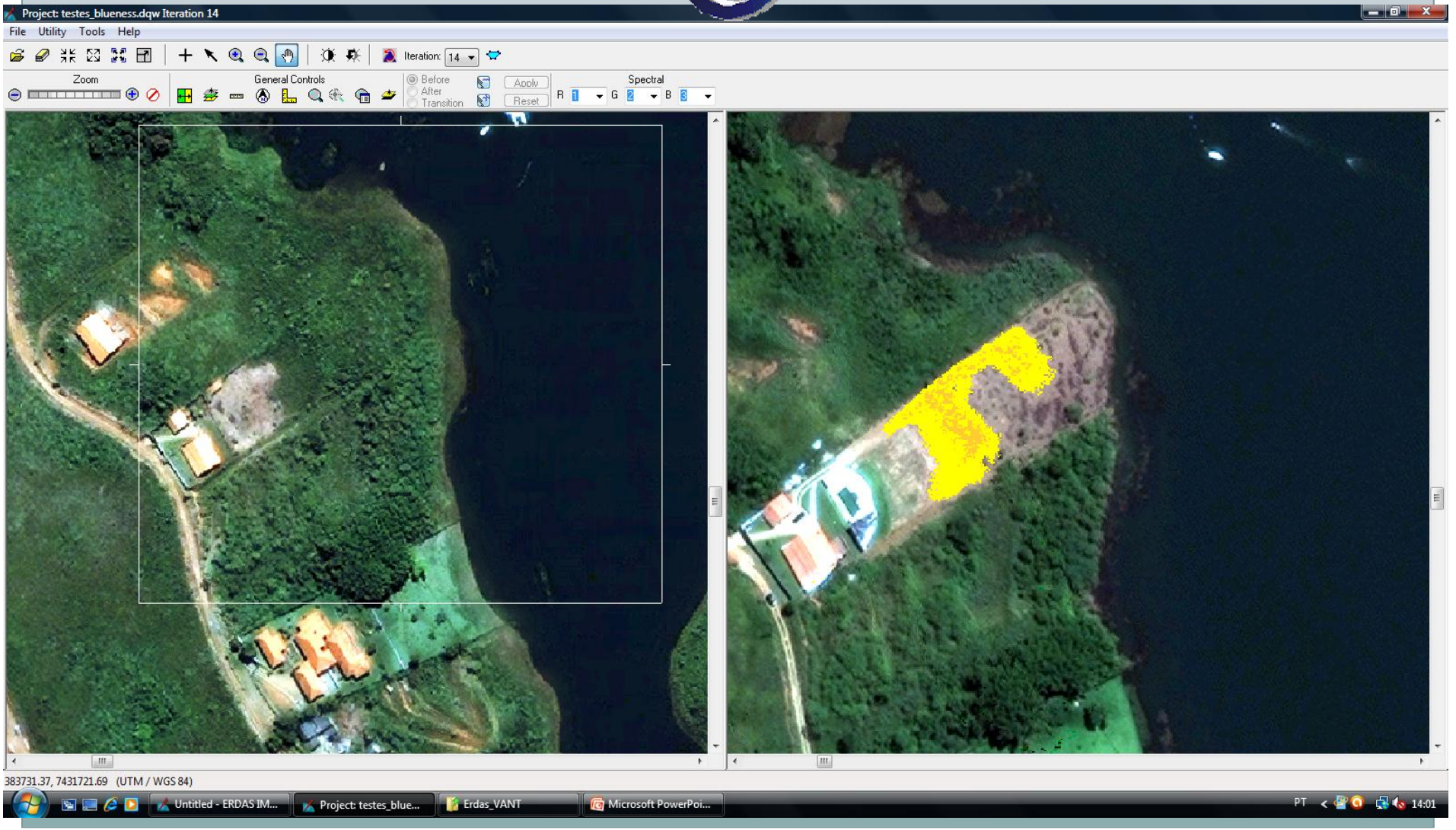
Exemplo (1) de mudanças detectadas



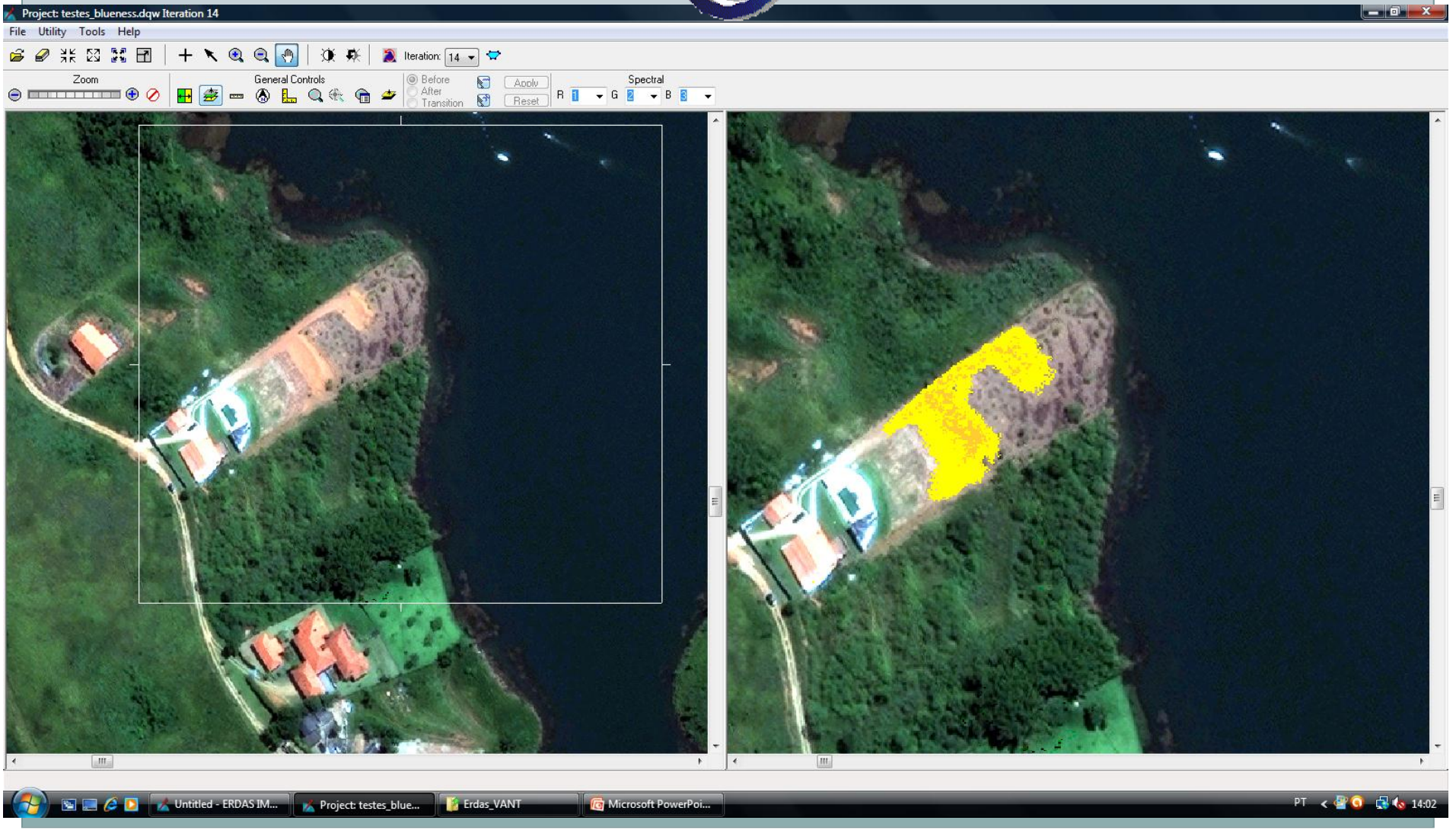
Exemplo (1) de mudanças detectadas



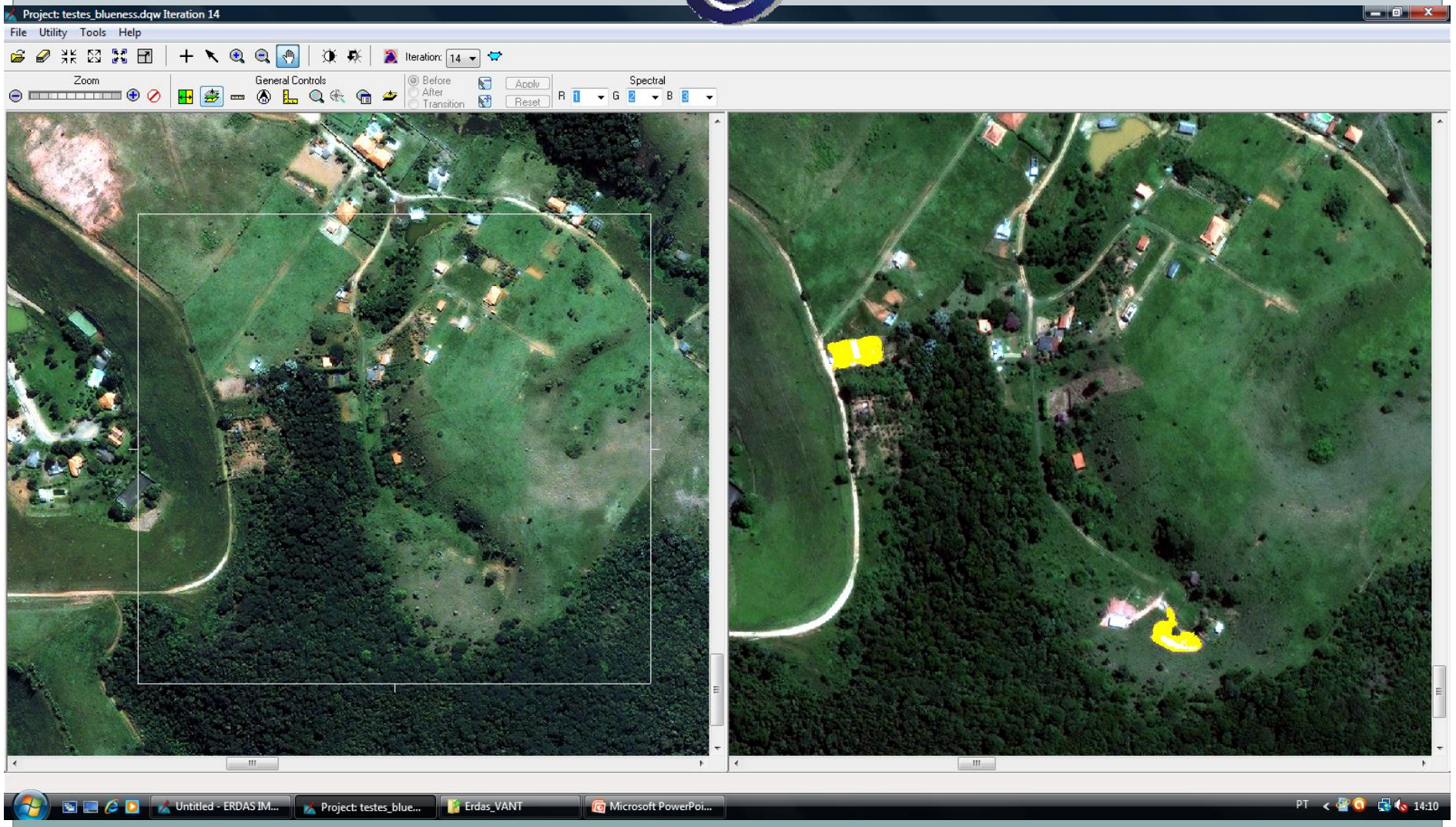
Exemplo (2) de mudanças detectadas



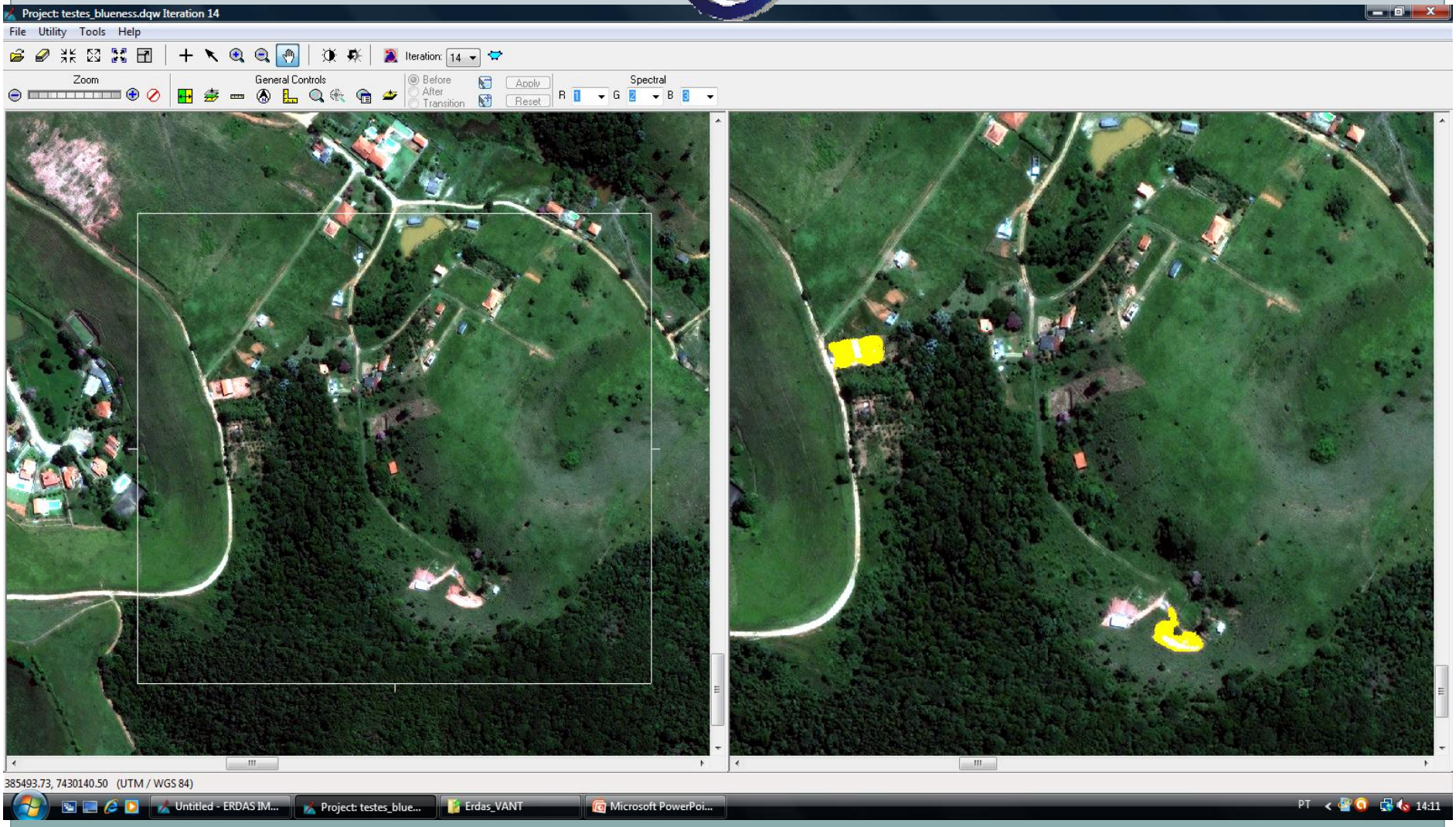
Exemplo (2) de mudanças detectadas



Exemplo (3) de mudanças detectadas

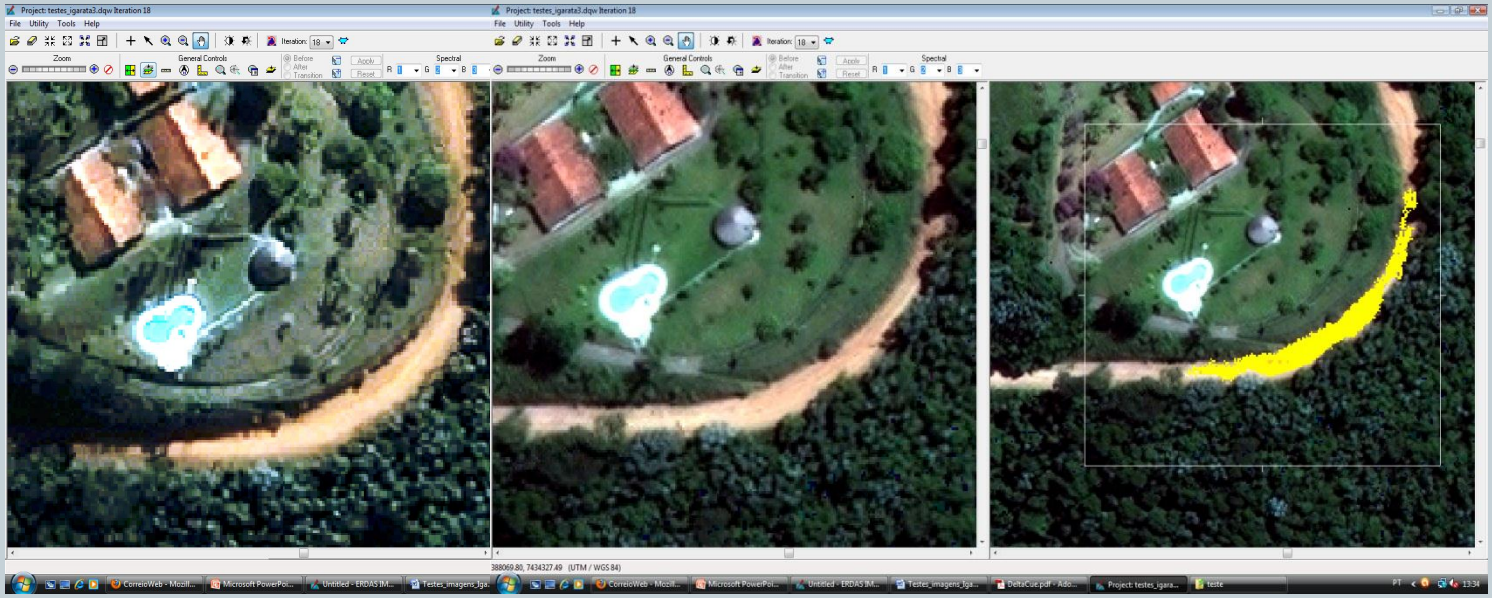


Exemplo (3) de mudanças detectadas

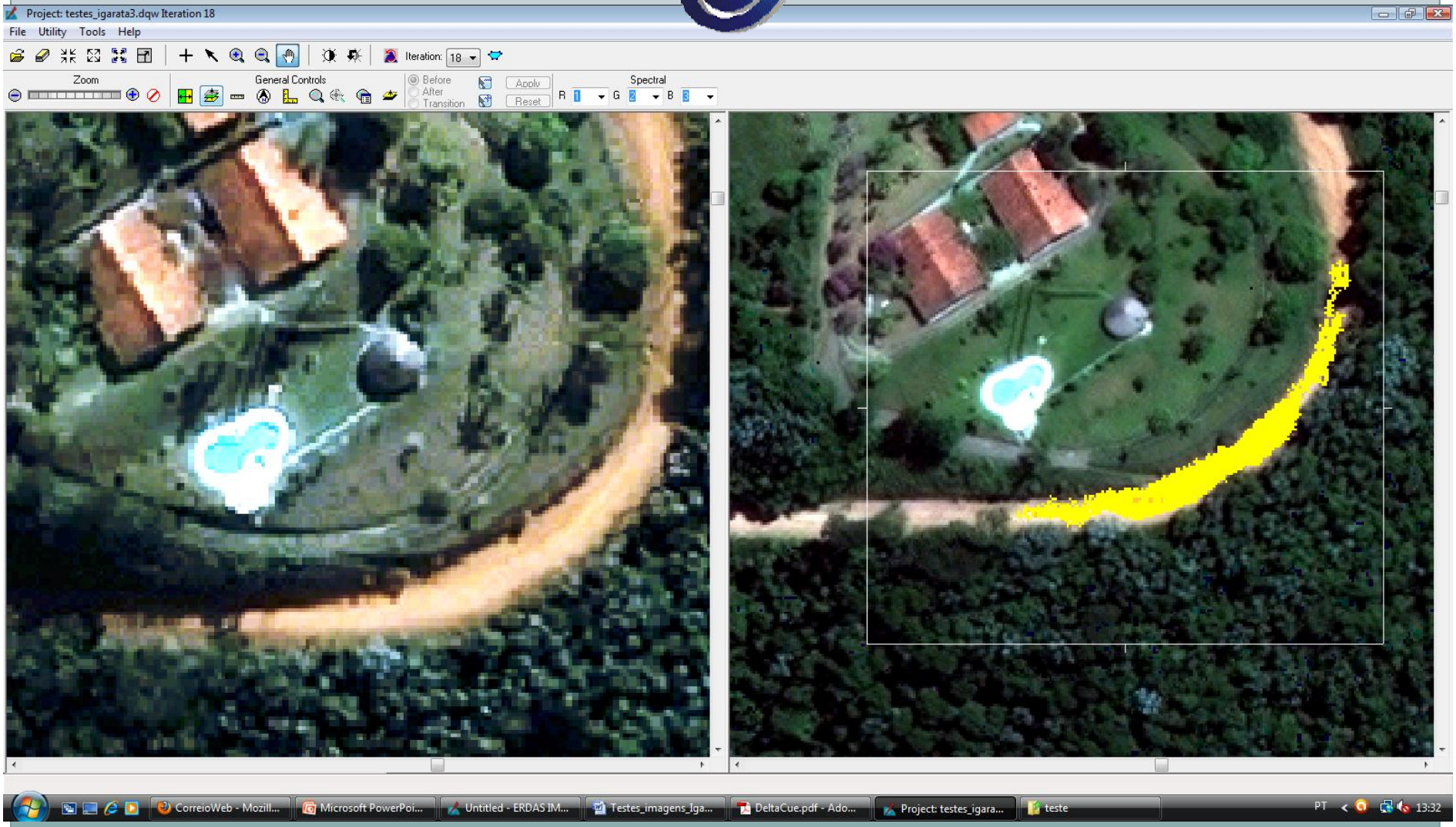


Obs: Atenção ao Registro de Imagens

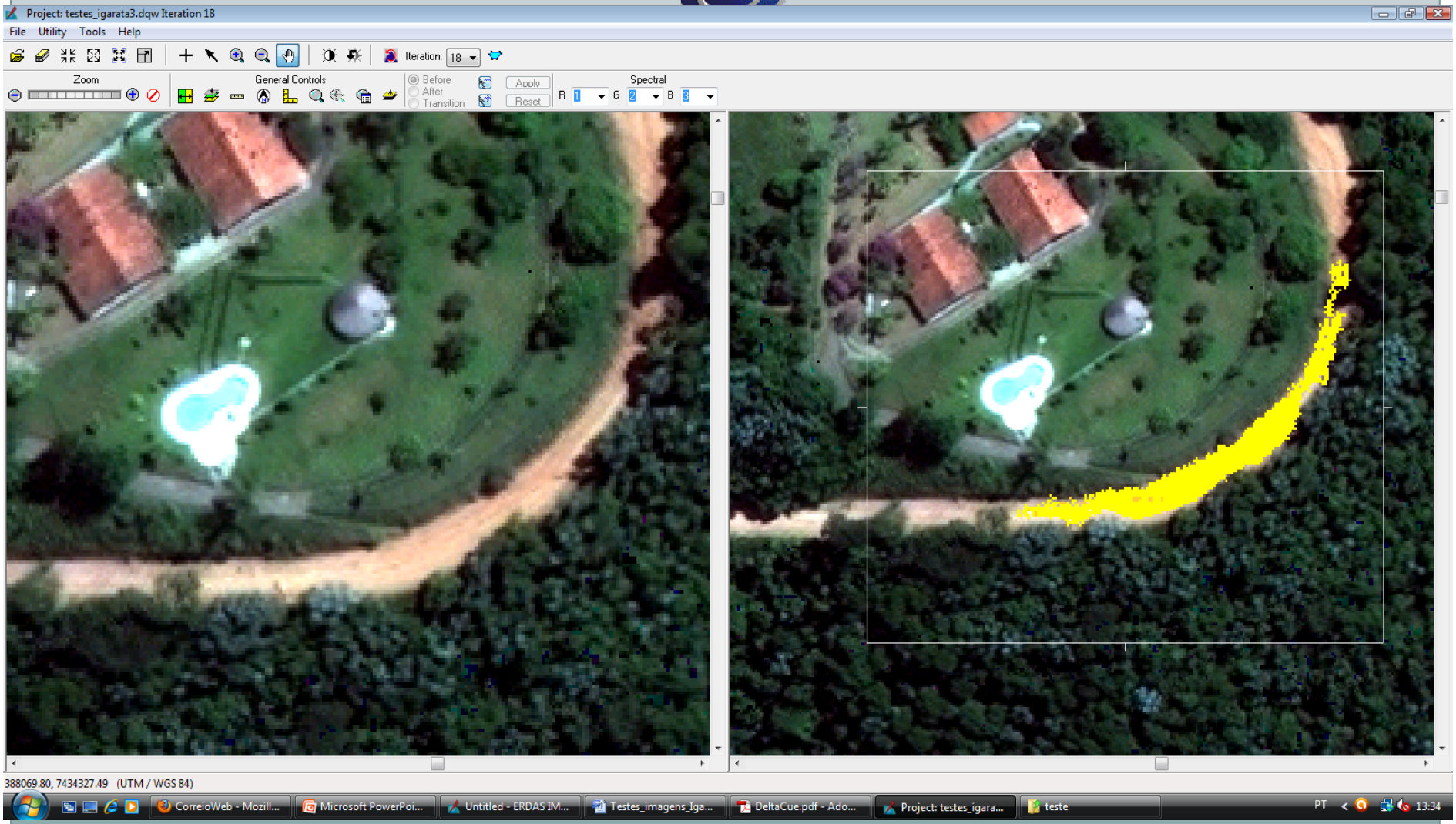
- Erros de comissão ocorrem devido ao Registro inadequado das imagens;



Registro inadequado das imagens aumenta os erros de comissão



Registro inadequado das imagens aumenta os erros de comissão



Classificação de toda a área e a extensão de suas coberturas

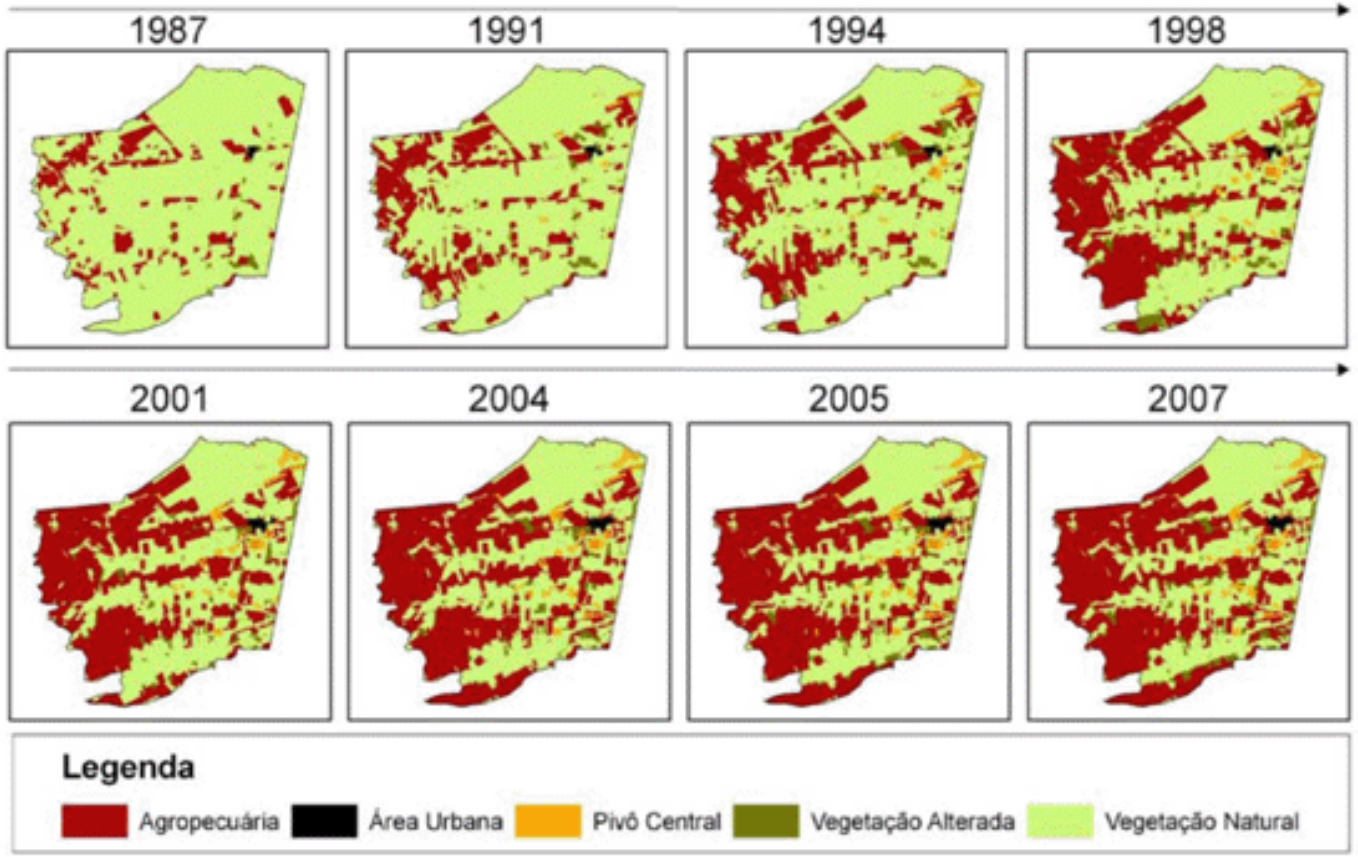
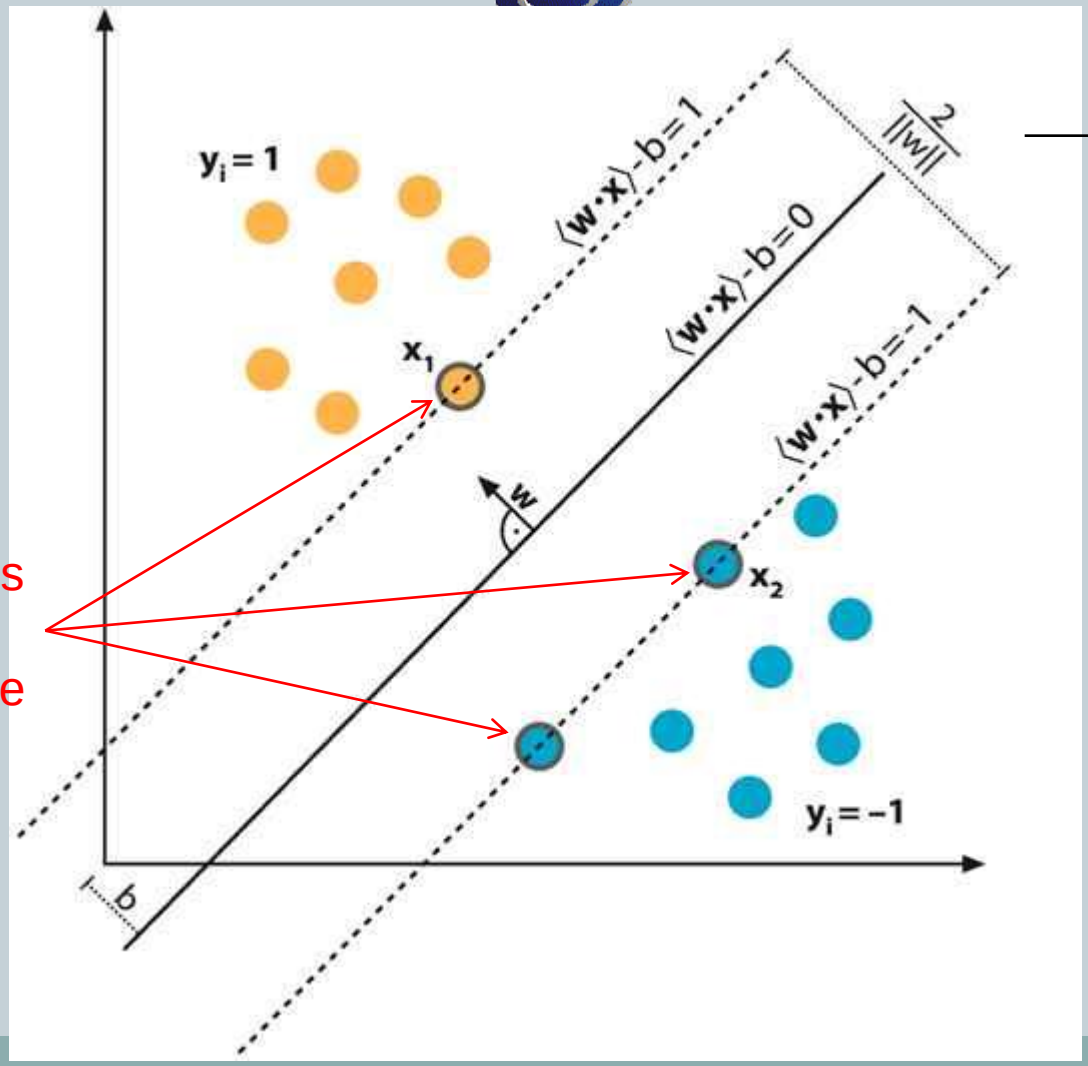


FIGURA 3: Evolução temporal do uso no município de Luis Eduardo Magalhães, localizada no oeste do Estado da Bahia. a) uso em 1987, b) uso em 1991, c) uso em 1994, d) uso em 1998, e) uso em 2001, f) uso em 2004, g) uso em 2005, e h) uso em 2007.

Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-45132009000300007&script=sci_arttext

Algoritmo: Support Vector Machine (SVM)

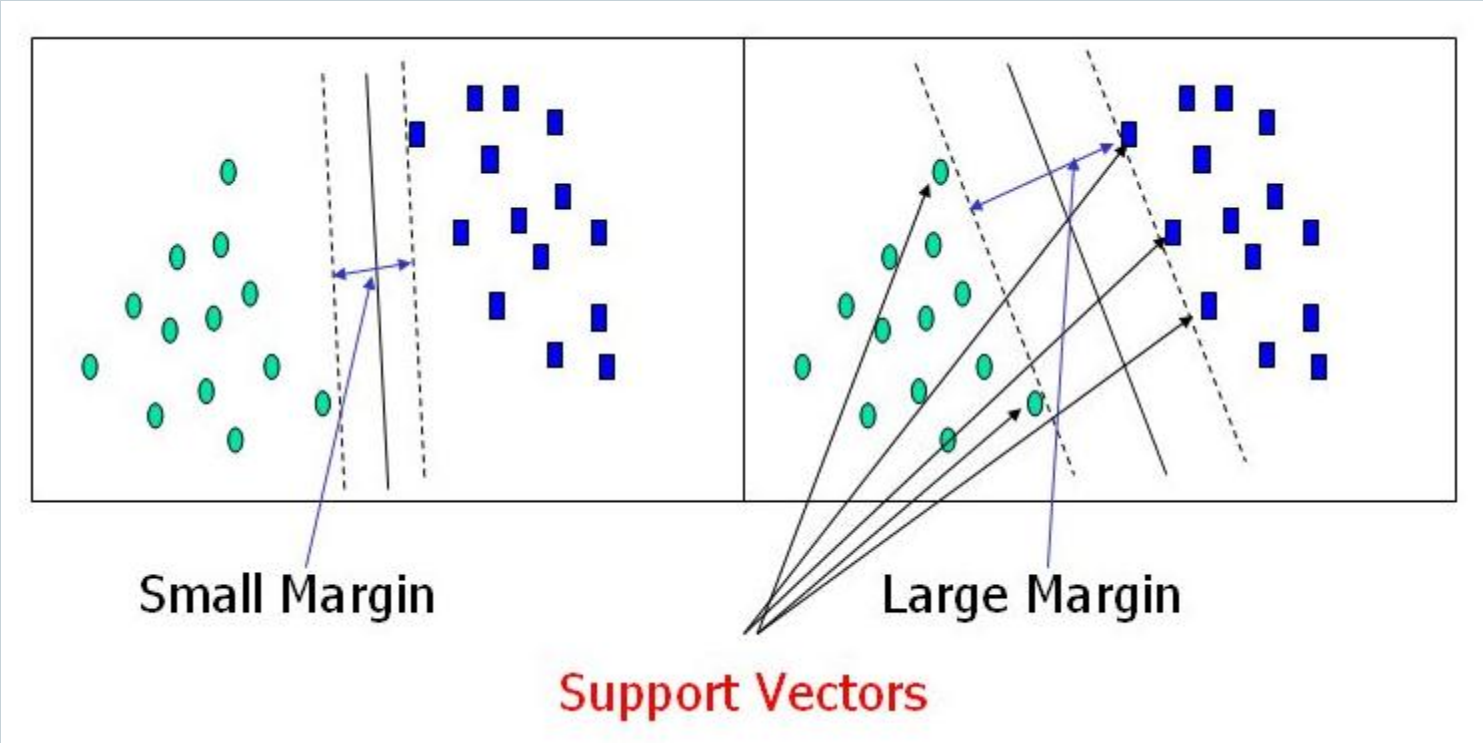


Support Vectors
ou
Vetores Suporte

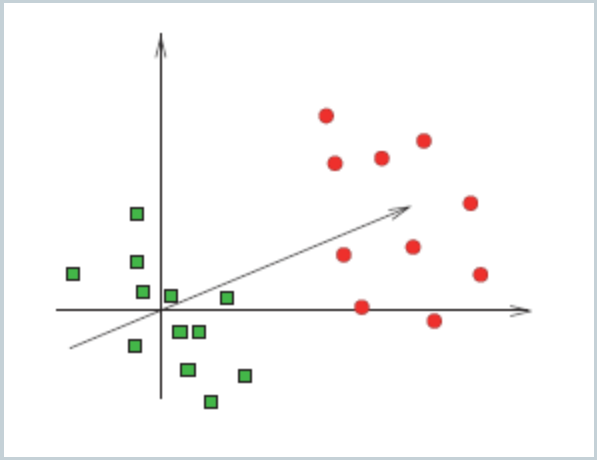
$$\underset{\mathbf{w},b}{\text{Minimizar}} \quad \frac{1}{2}\|\mathbf{w}\|^2$$

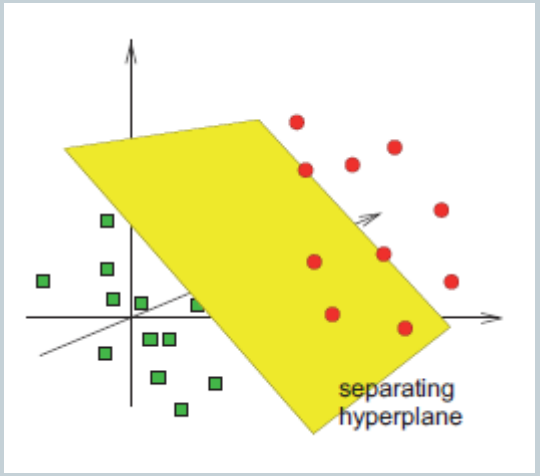
Fonte: http://www.precision-crop-protection.uni-bonn.de/gk_research/project.php?project=3_06

Support Vectors e Margem

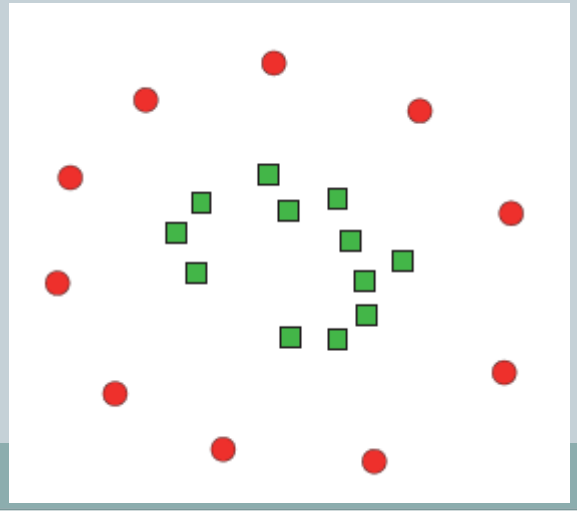


Classificações envolvendo 3 variáveis: Hiperplano



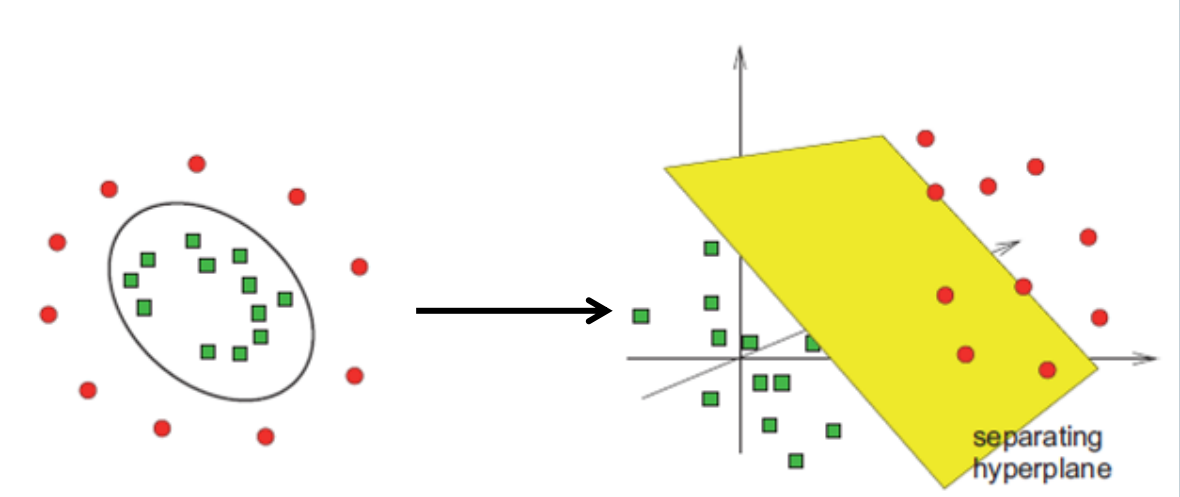


E se os dados forem não-lineares?



SVMs e Funções Kernel

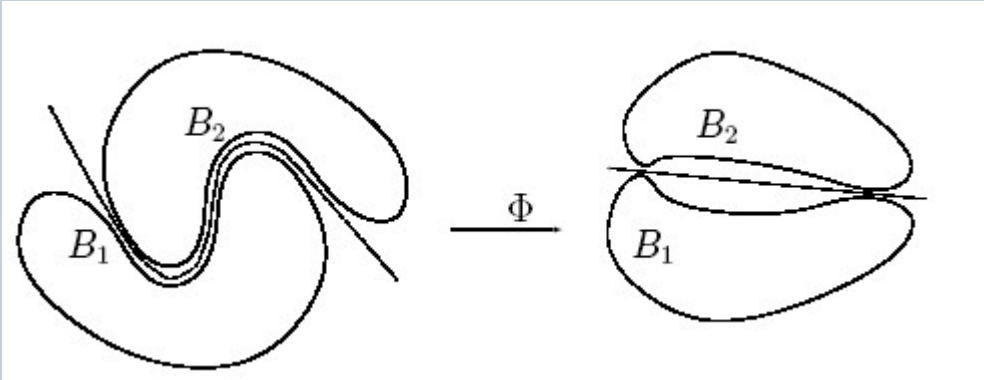
- Para classificar dados dispostos de maneira não-linear, foi proposta uma reprojeção dos dados amostrais em um espaço dimensional maior pelas funções Kernel (Φ), demonstrado por Hofmann, Scholkopf e Smola (2008);
- A partir deste novo espaço amostral o algoritmo de classificação SVM de Vapnik (1995) é utilizado;



Fonte: Huson (2007)

SVMs e Funções Kernel

- A literatura apresenta diversas funções Kernel, algumas delas destacadas por Hsu et al.(2010):
- *linear*: $K(x_i; x_j) = x^T_i\, x_j$.**(9)**
- *polynomial*: $K(x_i; x_j) = (\Upsilon x_i^T x_j + r)^d$, $\Upsilon > 0$. **(10)**
- *radial basis function* (*RBF*): $K(x_i; x_j) = \exp(-\Upsilon||x_i - x_j||^2)$, $\Upsilon > 0$. **(11)**
- *sigmoid*: $K(x_i; x_j) = \tanh(\Upsilon x_i^T x_j + r)$. **(12)**

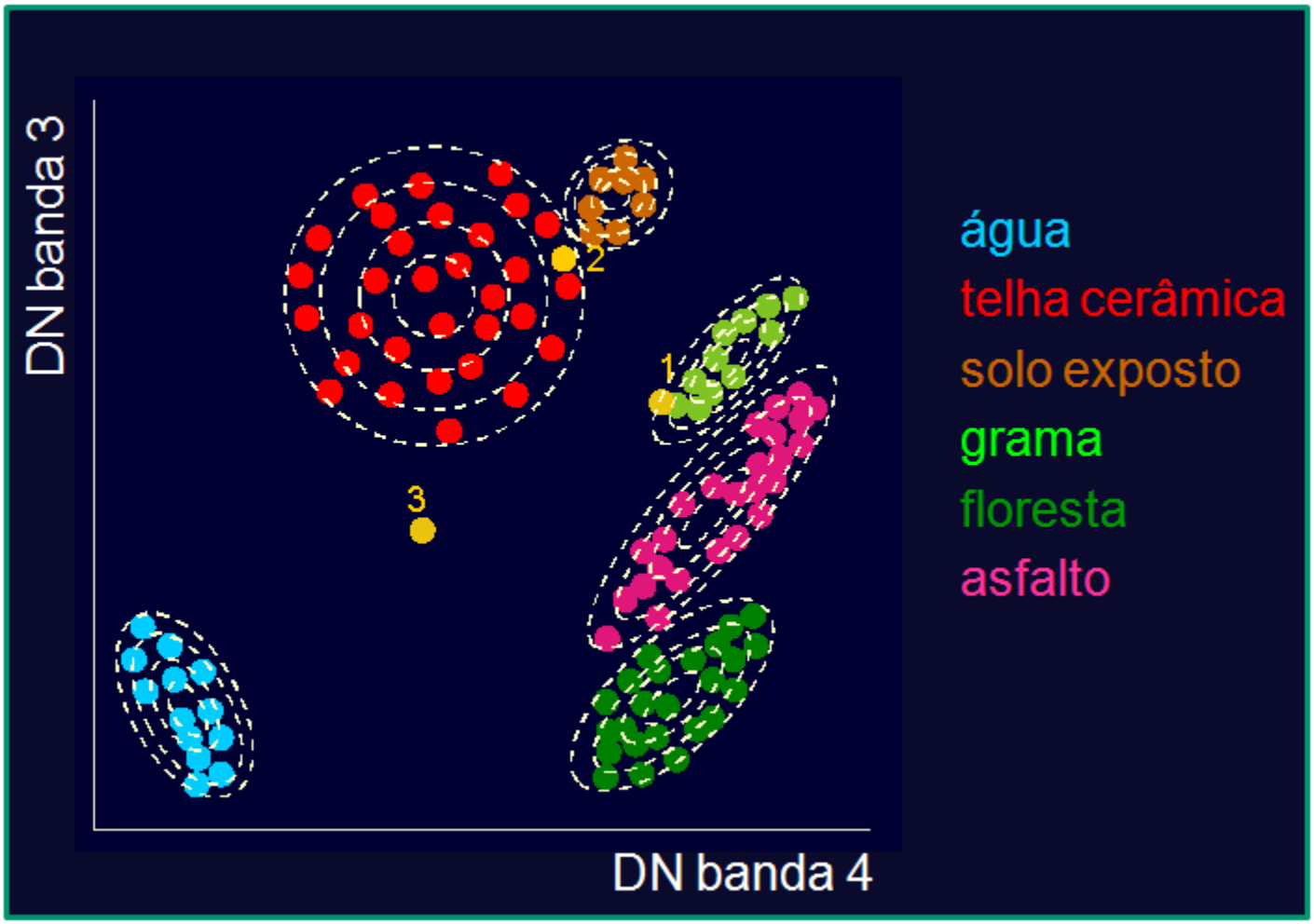


Vídeo com um exemplo de classificação SVM

- http://www.youtube.com/watch?v=3liCbRZPrZA&feature=player_embedded

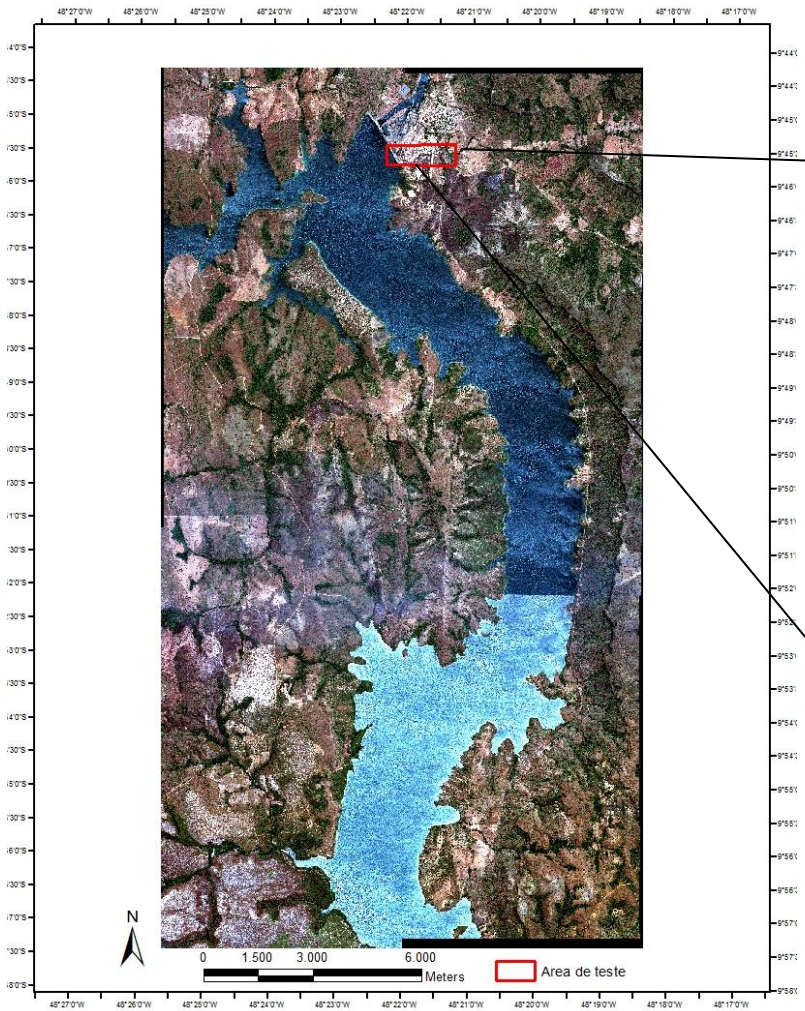
Classificação

Supervisionada – Máxima verossimilhança

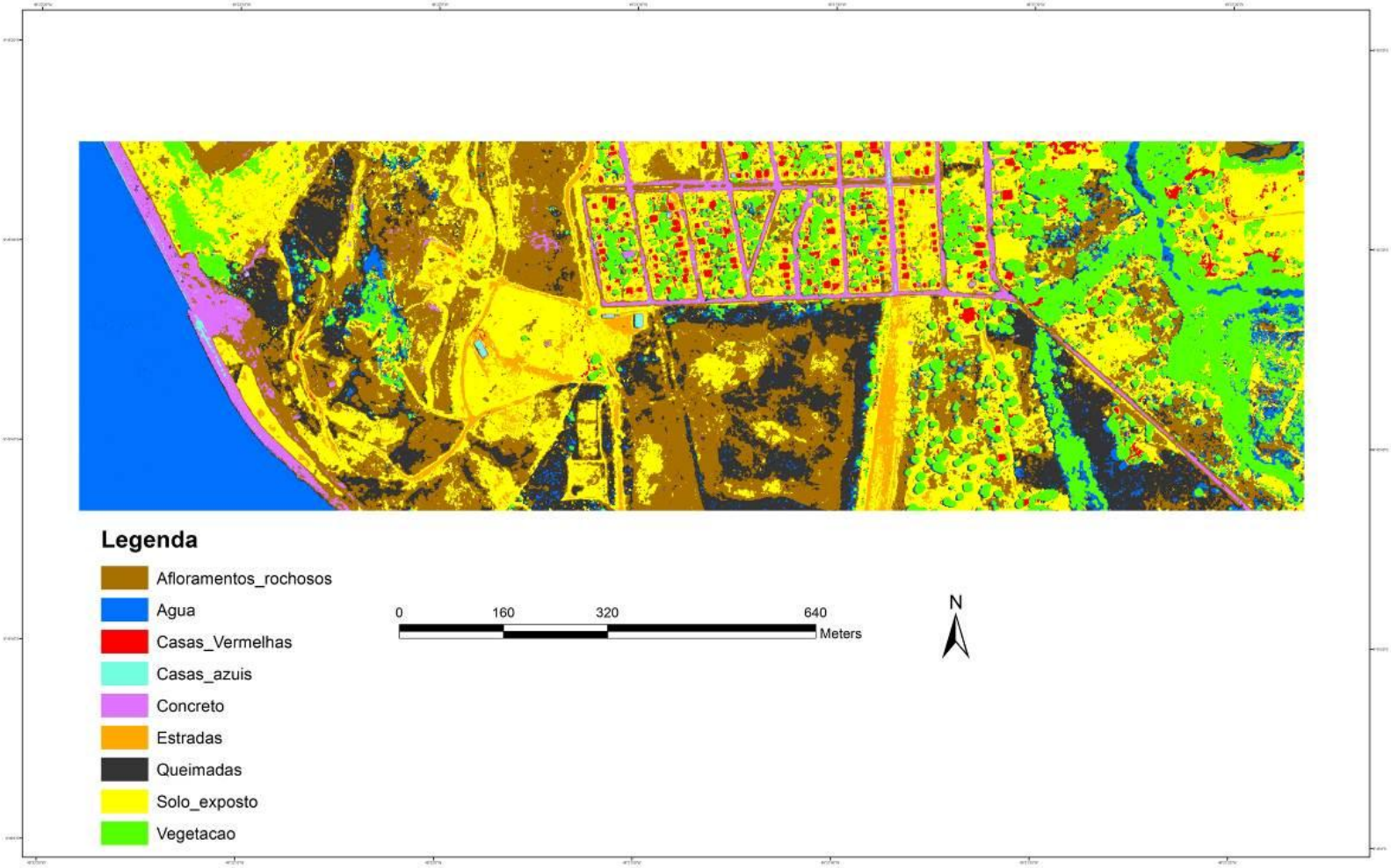


Adaptado de Clevers, 1999

Qualificação - Área de teste

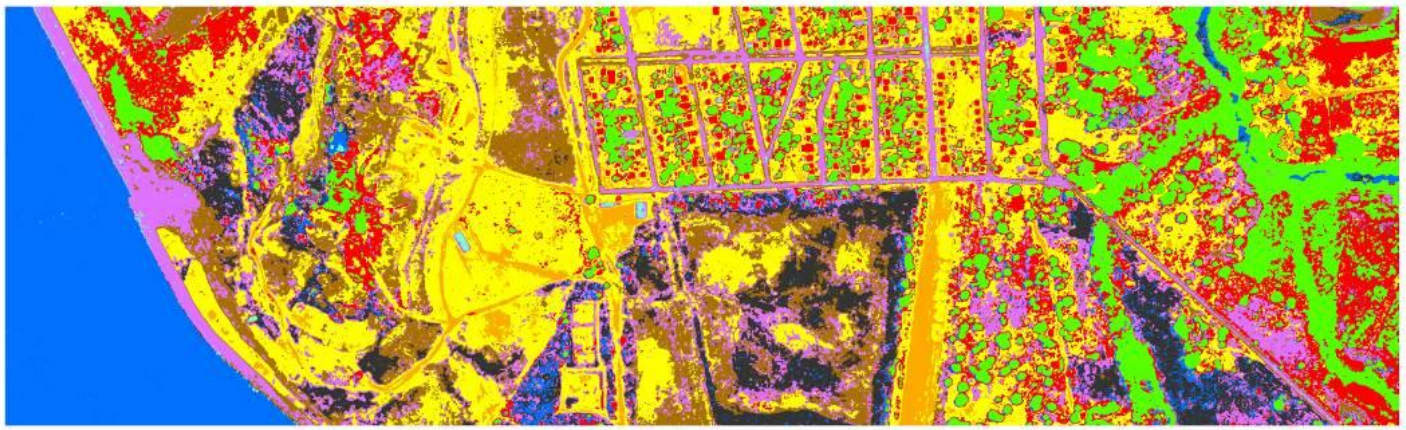


Resultados Parciais - SVM



Acurácia Geral: 92,2769%; Índice de Kappa: 0,9087

Comparação com o MAXVER



Acurácia Geral: 84,6788%; Índice de Kappa 0,8204

Referências Bibliográficas

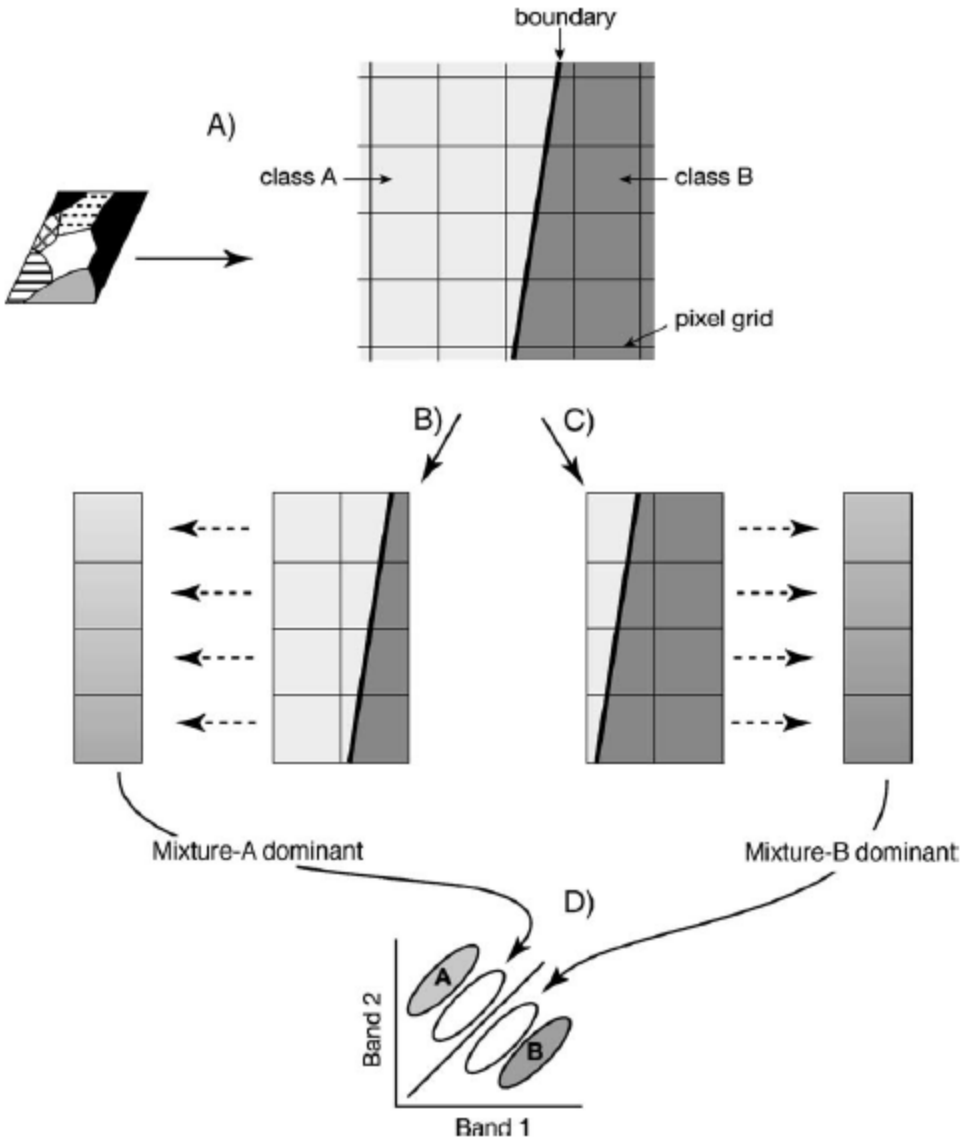
- DUTTA, S.; SHARMA, S.A.; KHERA, A.P.; AJAI, YADAV, M.; HOODA, R.S.; MOTHIKUMAR, K.E.; MANCHANDA, M.L. Accuracy assessment in cotton acreage estimation using Indian remote sensing satellite data. Jornal of Photogrammetry and Remote Sensing, v.49, n.6, p. 21-26, 1994.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos. 2002. p. 42-54.
- HOFMANN, T.; SCHOLKOPF, B.; SMOLA, A. J. Kernel methods in machine learning. The Annals of Statistics, v. 36, n. 3, p. 1171-1220, 2008.
- JARDINI, M. G. M.; JARDINI, J. A.; MAGRINI, L. C.; CRISPINO, F.; QUINTANILHA, J. A.; ALBUQUERQUE, R. W.; GIANNOTTI, M.; DA SILVA, L. R.; PINFARI, J. C. Monitoring System for Hydroeletric Reservoir Using High Resolution Satellite Images. In: IEEE PES POWERTECH, 2011, Tronheim - Noruega. Proceedings of The Power of Technology for a Sustainable Society, 19 a 23 de junho de 2011. p. 38-41.
- KNEIB, E. C.; SILVA, P. C. M. Caracterização de empreendimentos geradores de viagens: contribuição conceitual à análise de seus impactos no uso, ocupação e valorização do solo urbano. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 18, 2004, Florianópolis – Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPET, 8 a 12 de novembro de 2004. p. 77-80.
- RODRIGUES, A. C.M. **Mapeamento Multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TMLandsat e HRV-SPOT**. São José dos Campos: INPE, 2000. 94p.
- VAPNIK, V. N. **The Nature of Statistical Learning Theory**. New York: Springer-Verlag, 1995.

Metodologia para detecção de áreas debris-flow

Foody e Mathur (2006)

- Áreas agrícolas no Reino Unido
  - Cultivos de cevada, trigo e beterraba
- Imagens SPOT HRV
- Não houve pré-processamento das imagens
- Treinamento:
  - 90 pixels aleatórios para cada classe
    - Grandes áreas homogeneas
  - Fronteiras de cultivo seleciondas (5 áreas para cada classe
    - Escolhidas por representaram as possíveis combinações de cada classe
    - Transecto de pixels ao longo das fronteiras
    - Pixels mistos
    - Associação com a classe dominante

Foody e Mathur (2006)



Foody e Mathur (2006)

- Classificação convencional: 92,59%
- Classificação de pixels mistos: 91,11%
- Padrões de distribuição das classes muito similar
- Pixels mistos exigiu menos dados
- Diferenças insignificantes considerando-se a diferença de amostragem
- É possível realizar

Zhao e Liu (2010)

- Treinamento e seleção de atributos
  - Monitoramento da mudança do uso do solo em Hanoi, Vietnam
  - Landsat e CBERS
  - Seleção das bandas mais favoráveis para a execução do treinamento:
    - Landsat 743
    - CBERS 123

Lizarazo (2008)

- Treinamento e segmentação
  - Classificação do uso do solo (área urbana)
    - Diferentes materiais para a composição dos telhados
  - Landsat
  - Teste de amostragem grande e pequena
  - Teste de uso de segmentação por regiões fuzzy e sem segmentação
  - Todas as performances são aceitas:
    - Segmentação + amostragem grande = 93,7%
    - Classificação direta (amostragem grande) = 93,1%
    - Segmentação + amostragem pequena = 89,6%
    - Classificação direta (amostragem pequena) = 89,1%

Avaliação de Queimadas na Grécia

- Imagens ASTER (Resolução 15 metros)
- Kernel
  - Radius Basis Function (RBF)
  - Utilização dos pontos de treinamento na equação
- Amostragem de pontos de treinamento nas áreas de pós-queimada

Petropoulos *et al.* (2010)

Deslizamentos na Turquia

- Imagens Landsat
- Comparação de várias metodologias:
  - SVM
  - Redes neurais
  - Regressão logística
  - Probabilidade condicional
- SVM um contra um
- Kernel RBF
- Treinamento
- Melhores resultados para SVM e ANN

Método mais preciso
Yao *et al.* (2008)

Yilmaz (2010)

Queimadas na Grécia

- Imagens Landsat
- Uso 180 pixels de treinamento por classe
  - 60 pixels escolhidos aleatoriamente para a validação
  - Seleção dos pixels mais puros
- Teste de separabilidade estatística (0-2.0)
  - Jeffries-Matusita e Divergência transformada

Petropoulos, Kontoes e Keramitsoglou (2011)

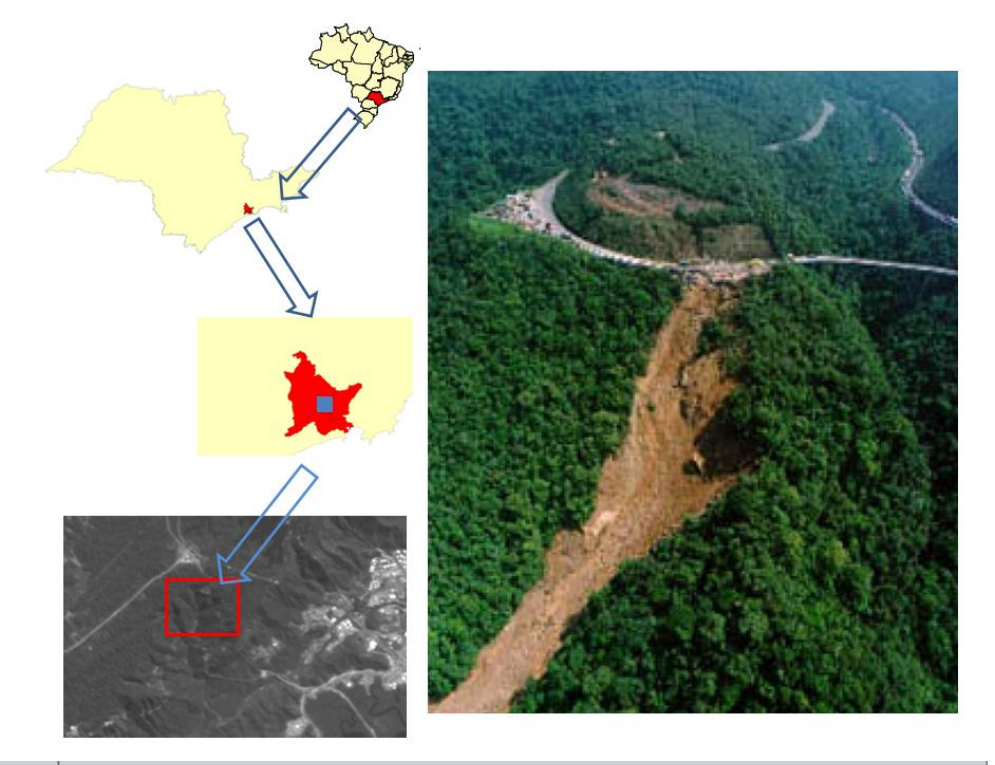
Queimadas na Grécia

- Parâmetro de penalidade ajustado para o valor máximo:
  - Todos os pixels do conjunto de treinamento são forçados a convergir para uma classe
- Resultados:
  - Dificuldades de amostragem de áreas de matas e agrícolas
  - Não houve influência dos pontos de treinamento sobre o resultado da classificação

Petropoulos, Kontoes e Keramitsoglou (2011)

Área de Estudo

- Km 41 da Anchieta – São Bernardo do Campo
- Grande deslizamento em dezembro de 1999



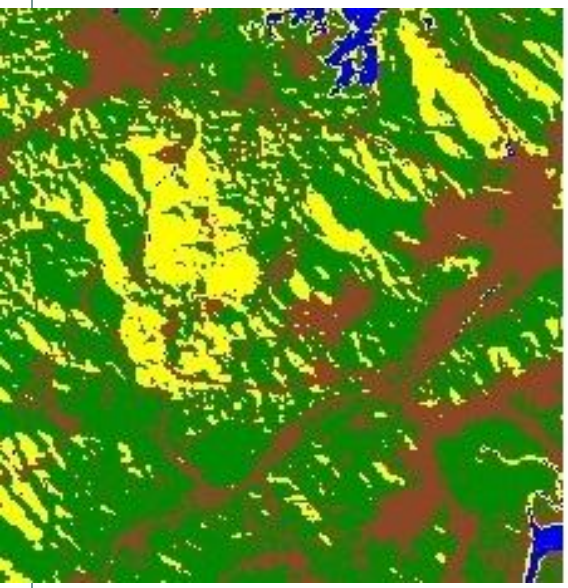
Metodologia

- Imagens LANDSAT
  - Resolução: 30 metros
  - Data: junho de 2000
- Algoritmo SVM para identificação
- Realce NDVI
- Esforço amostral pequeno para as classes:
  - Água
  - Estradas e área urbana
  - Vegetação
  - Debris-flow

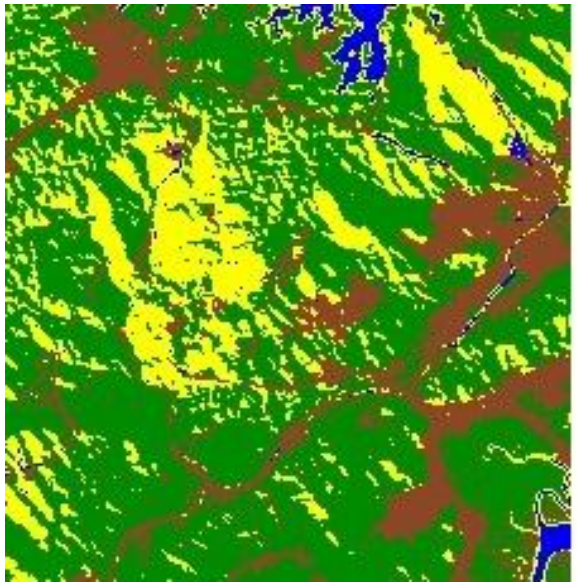
Metodologia

- Outros métodos testados:
  - MLC aplicados nas bandas 3 e 4
  - SVM aplicado nas bandas 3 e 4
- Avaliação da classificação:
  - Índice Kappa
    - Interpretação da imagem
  - Sobreposição em MDT
    - Análise 3D

Resultados

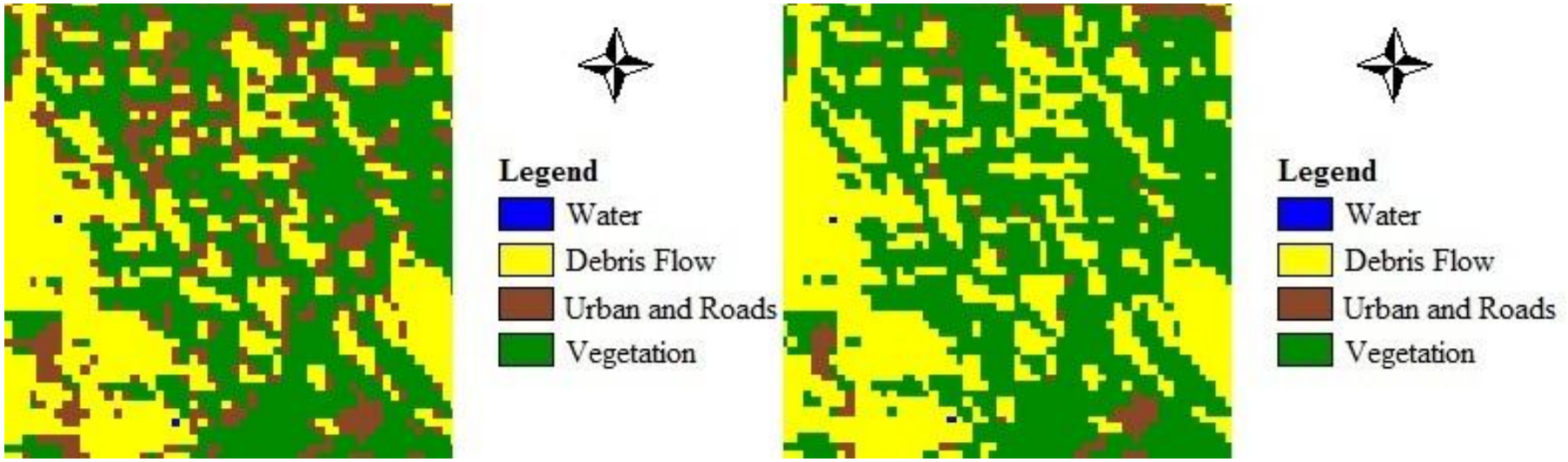


MLC nas bandas 3 e 4



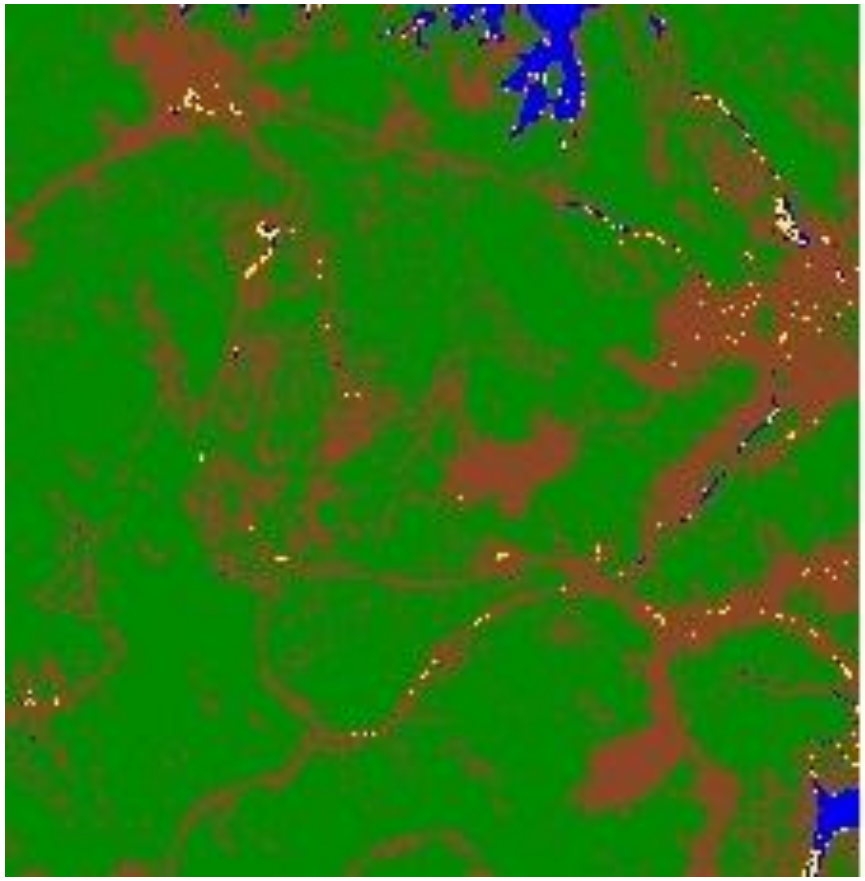
SVM nas bandas 3 e 4

Resultados



Comparação de MLC e SVM

Resultados

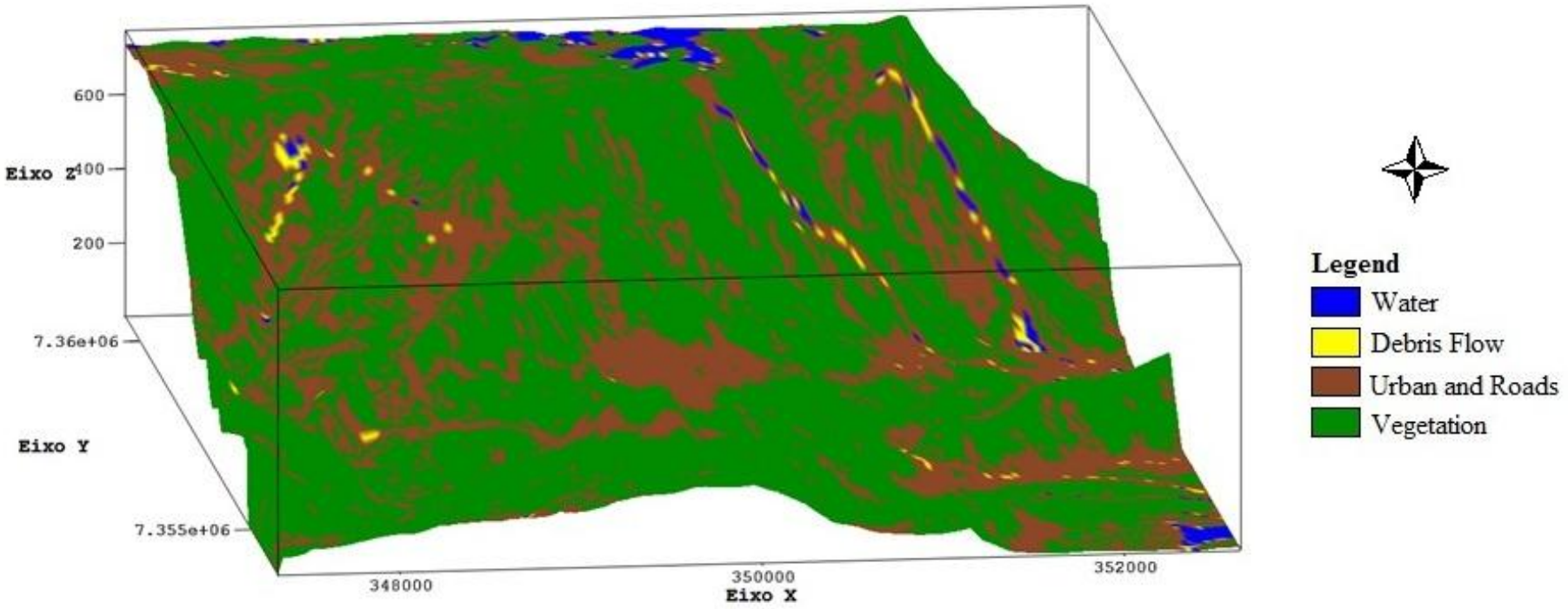


SVM aplicado no NDVI

Resultados

Classificação sobreposta em imagem de alta resolução

Resultados



Classificação sobreposta em MDT

Resultados

Method	Overall accuracy	Kappa coefficient
MLC(band 3, 4)	84.25	0.78
SVM(band 3, 4)	82.88	0.76
SVM (NDVI)	92.47	0.90

FRAGILIDADE AMBIENTAL E QUALIDADE DOS SOLOS EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE USO RURAL, EM IBIÚNA, SP

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Objetivos

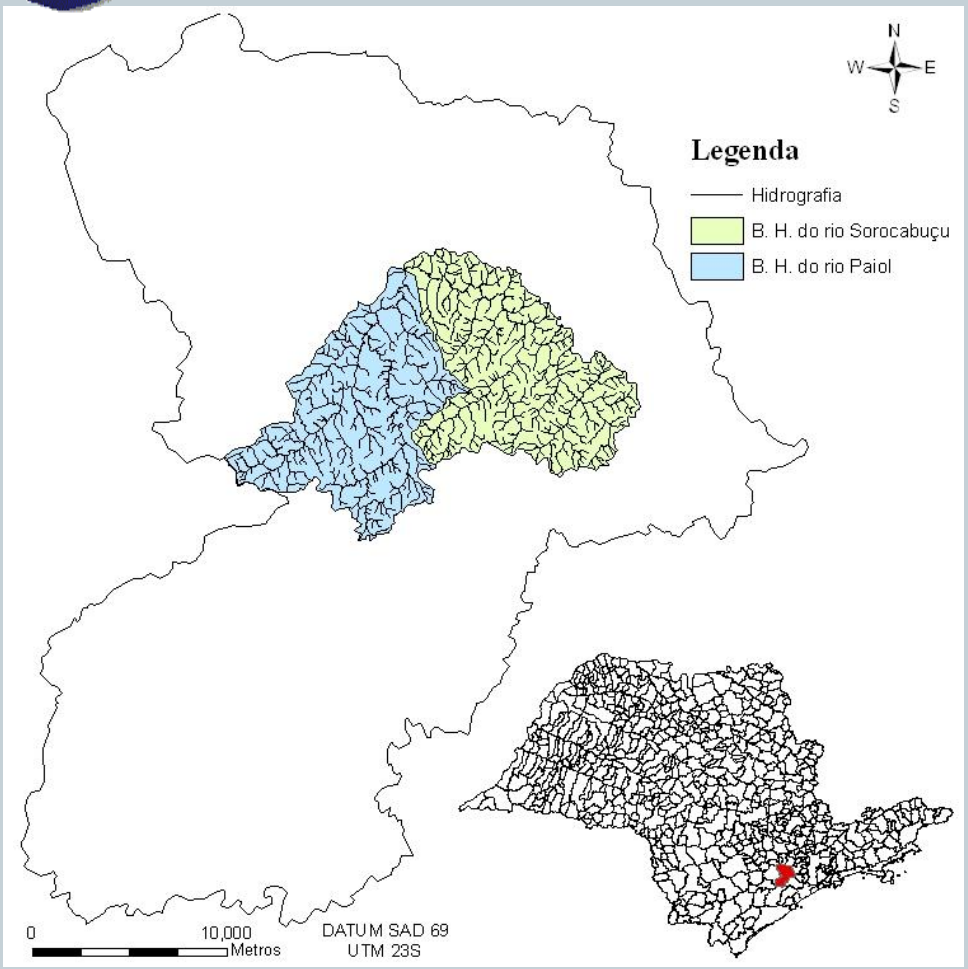
- Analisar comparativamente a **qualidade do solo** e a **fragilidade ambiental** de duas bacias hidrográficas *rurais*, com **diferentes formas de manejo do solo**, no município de Ibiúna, São Paulo

Área de Estudo

- 66,4% da população é rural
- SEADE (2008)

- Remanescentes de vegetação
- VITAL *et al*. (2007)

- Represa de Itupararanga



Tratamento das variáveis espaciais e composição dos mapas temáticos

- Cartas Topográficas 1:50.000 (IBGE, 1984)
  - Mapa hipsométrico e clinográfico

- <u>Dissecação do relevo:</u>
  - Similaridade à metodologia proposta por Sampaio (2009):
    - Índice de Concentração da Rugosidade
  - Densidade de Kernel aplicada ao mapa clinográfico

Tratamento das variáveis espaciais e composição dos mapas temáticos

- Mapa Pedológico disponível:
  - 1:500.000 (OLIVEIRA *et al.*, 1999)
- Metodologia proposta por Hermuche *et al.* (2002):
  - Combinação de mapas que descrevem a morfometria da bacia
- Dados de Pluviosidade:
  - SIGRH (2009)

Tratamento das variáveis espaciais e composição dos mapas temáticos

- Mapa de cobertura do solo:
  - Imagens TM Landsat de abril de 2009
  - Classificação Supervisionada
  - Máxima Verossemelhança
  - Exatidão submetida à avaliação do índice Kappa

- Informações geológicas IPT (1981) 1:500.000

Composição dos mapas síntese

- Modelos propostos por Ross (1994) e Crepani *et al.* (1996)
- Fragilidade Potencial e Emergente
- Metodologia proposta por Calijuri *et al.* (2007)
  - Ponderação dos **pesos** dos mapas

Verificação dos modelos de Fragilidade Ambiental

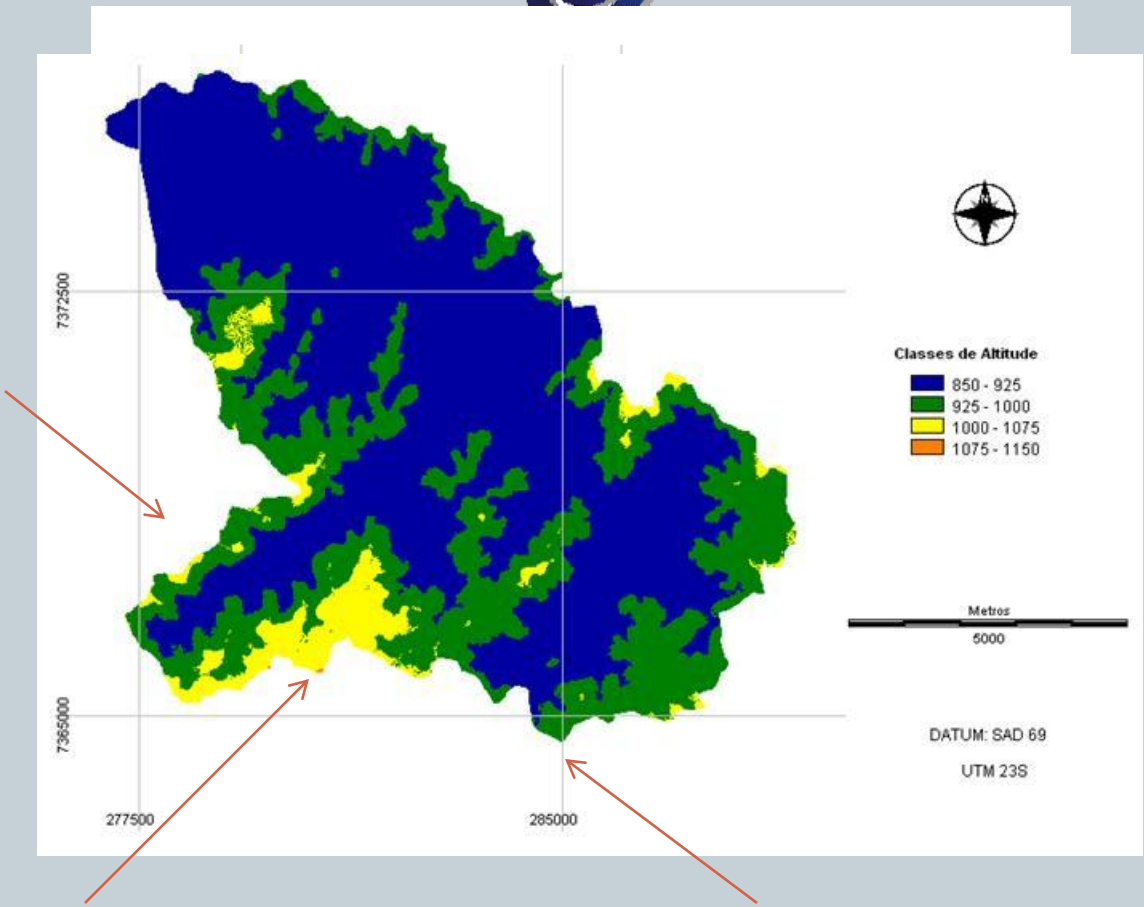
- Correlação Linear Multipla
- Média dos valores das análises de solo → uso do solo
  - Percentual de Carbono do Solo
  - Resistência ao Penetrômetro
  - Porosidade

Subsídios ao planejamento ambiental

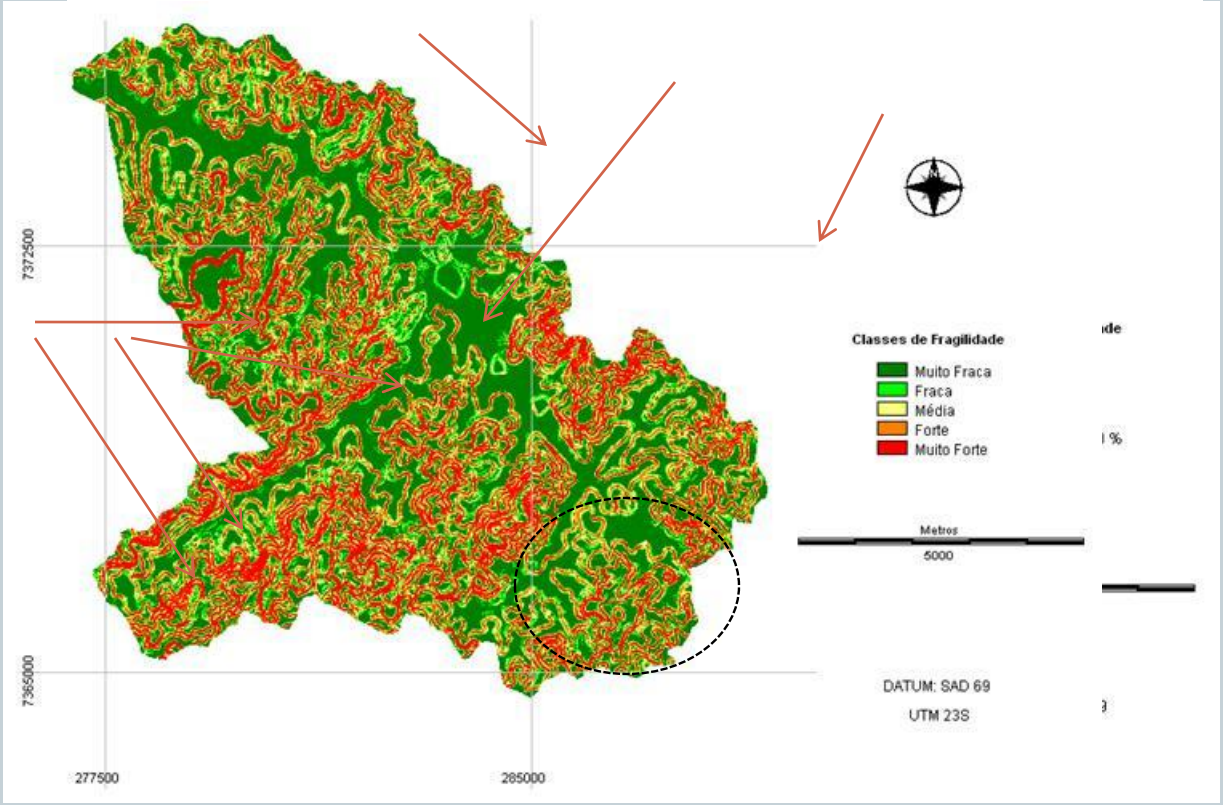
- Sobreposição dos mapas de fragilidade potencial e cobertura do solo:
  - Áreas aptas ao manejo agrícola
  - Áreas prioritárias para recuperação

Resultados e Discussão

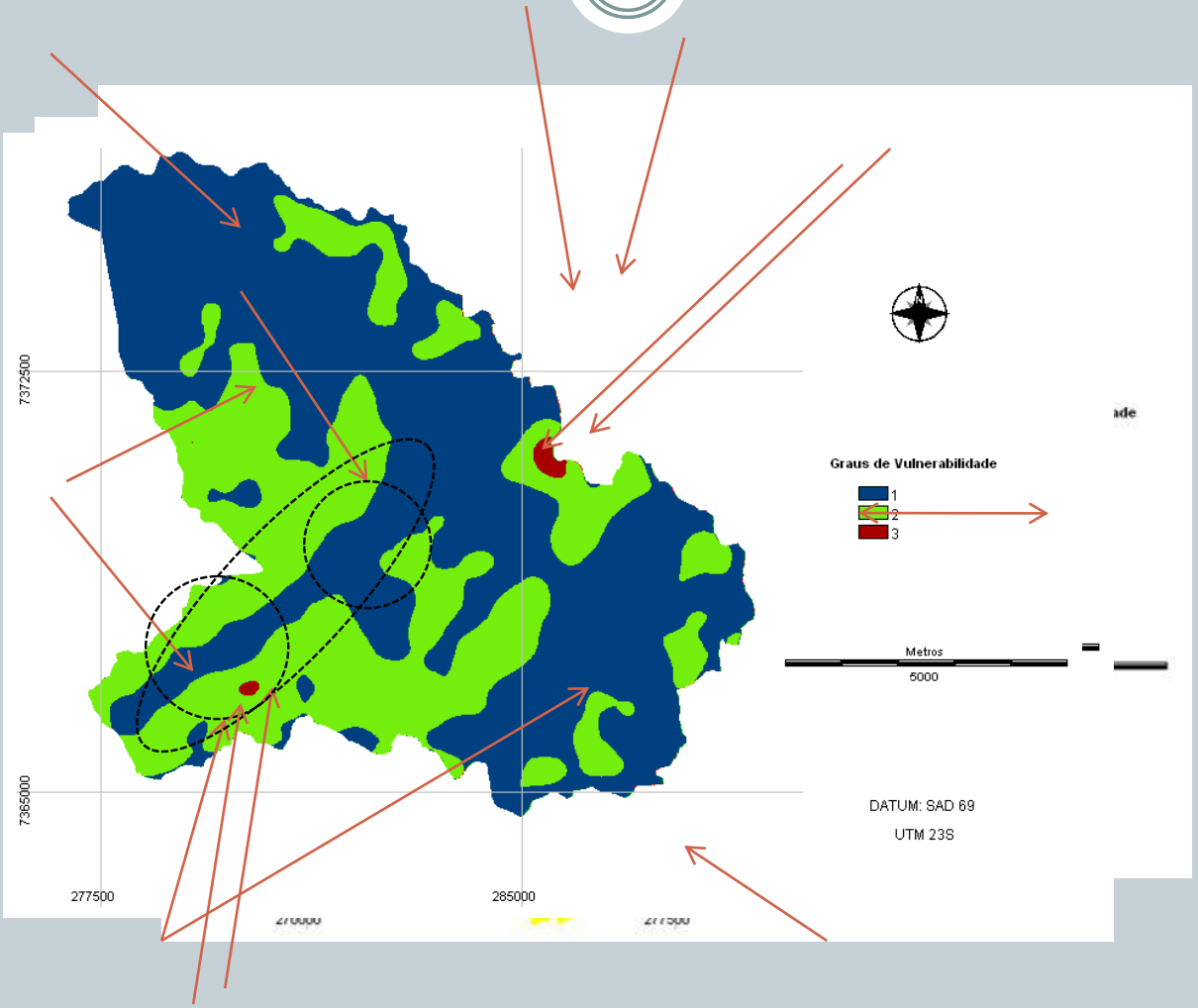
Mapas Hipsométricos



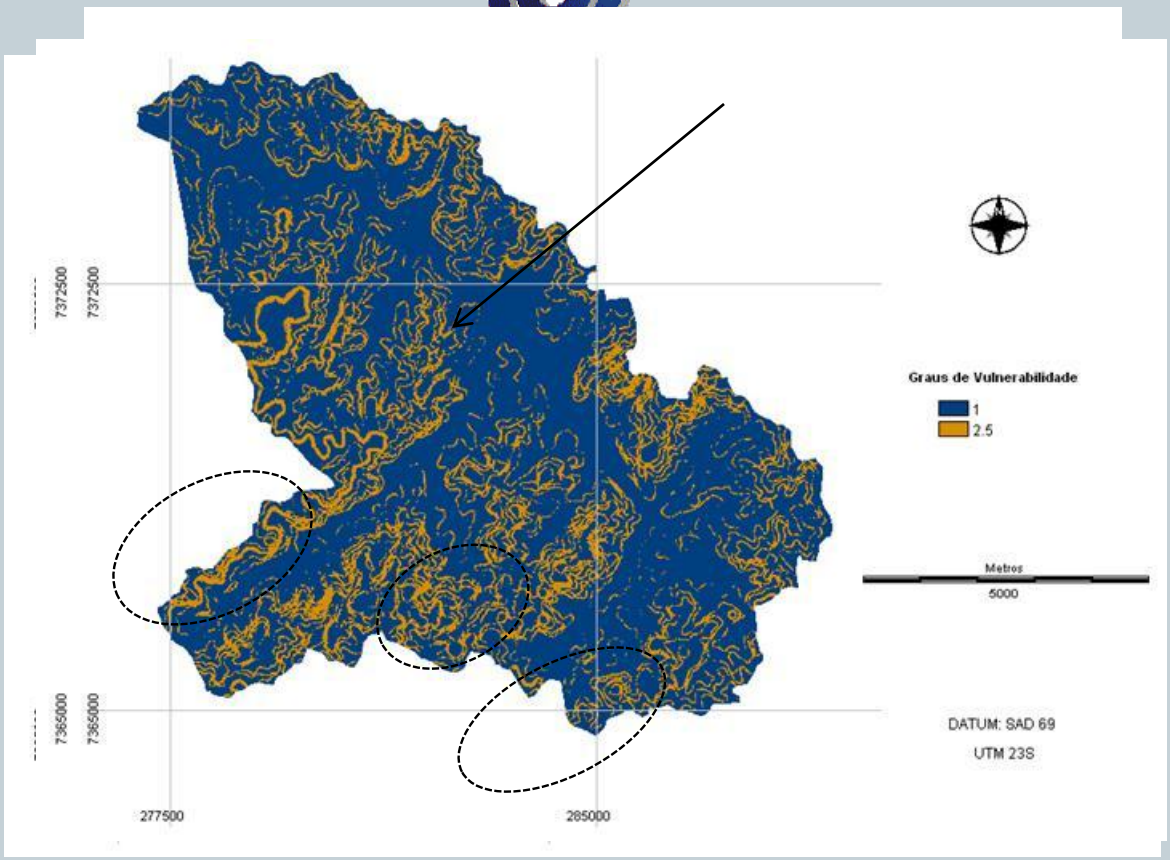
Mapas Clinográficos



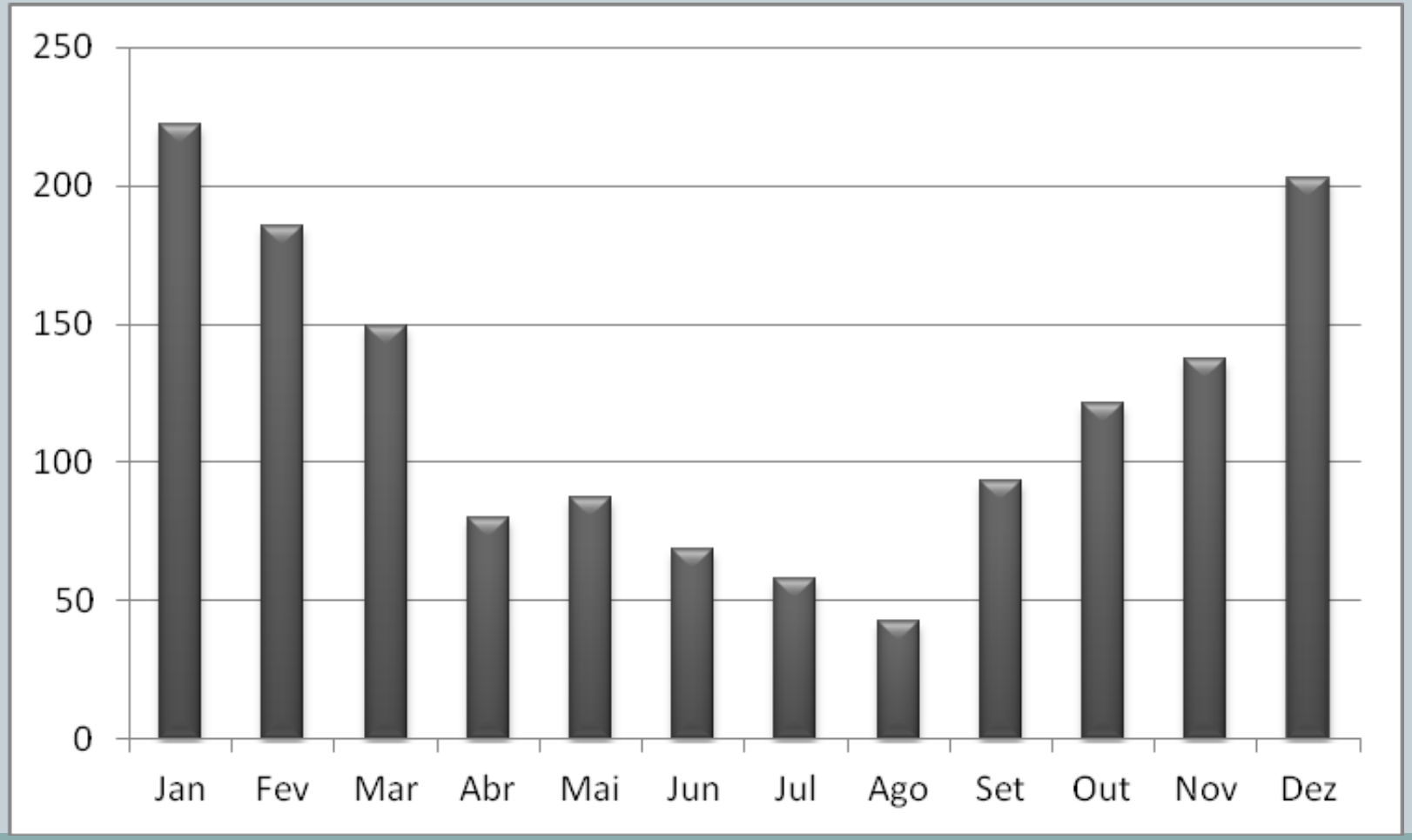
Mapas de Concentração da Rugosidade



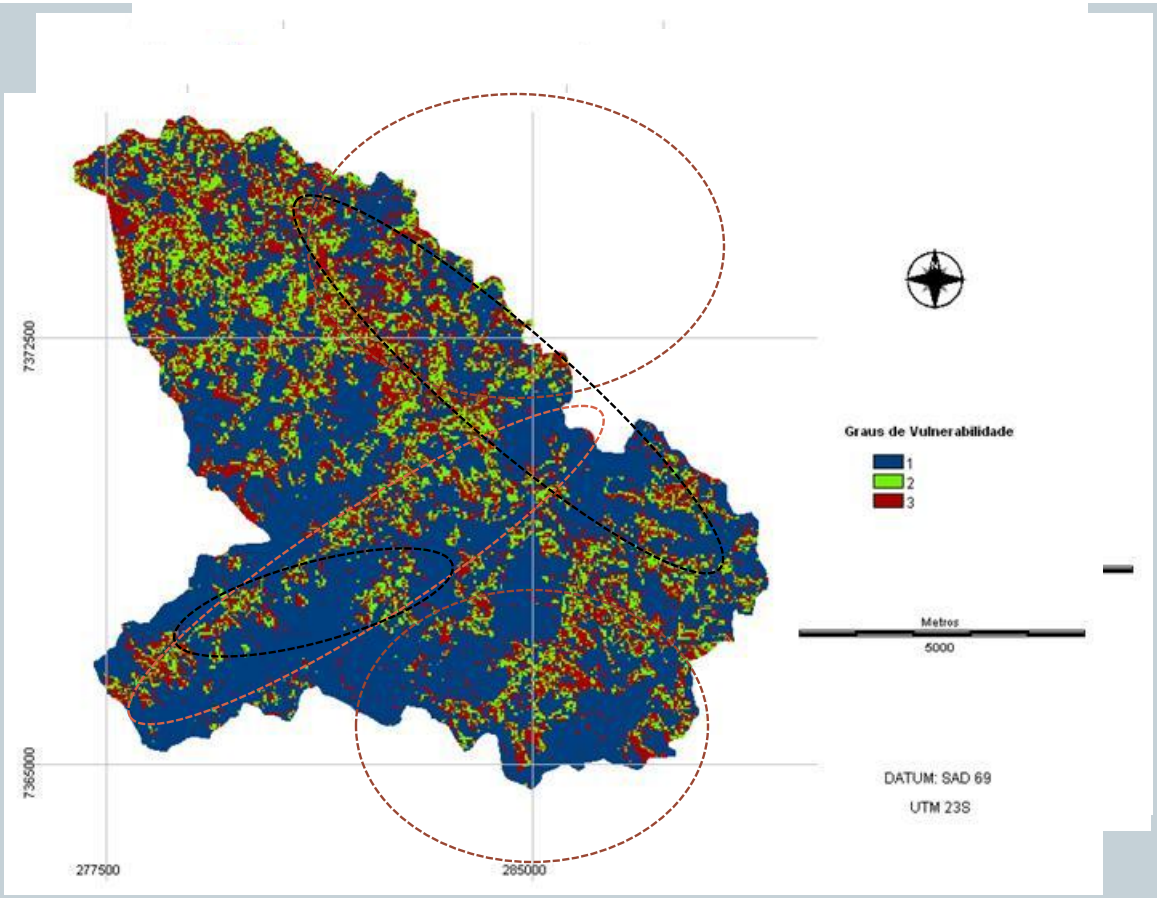
Classes de Solos



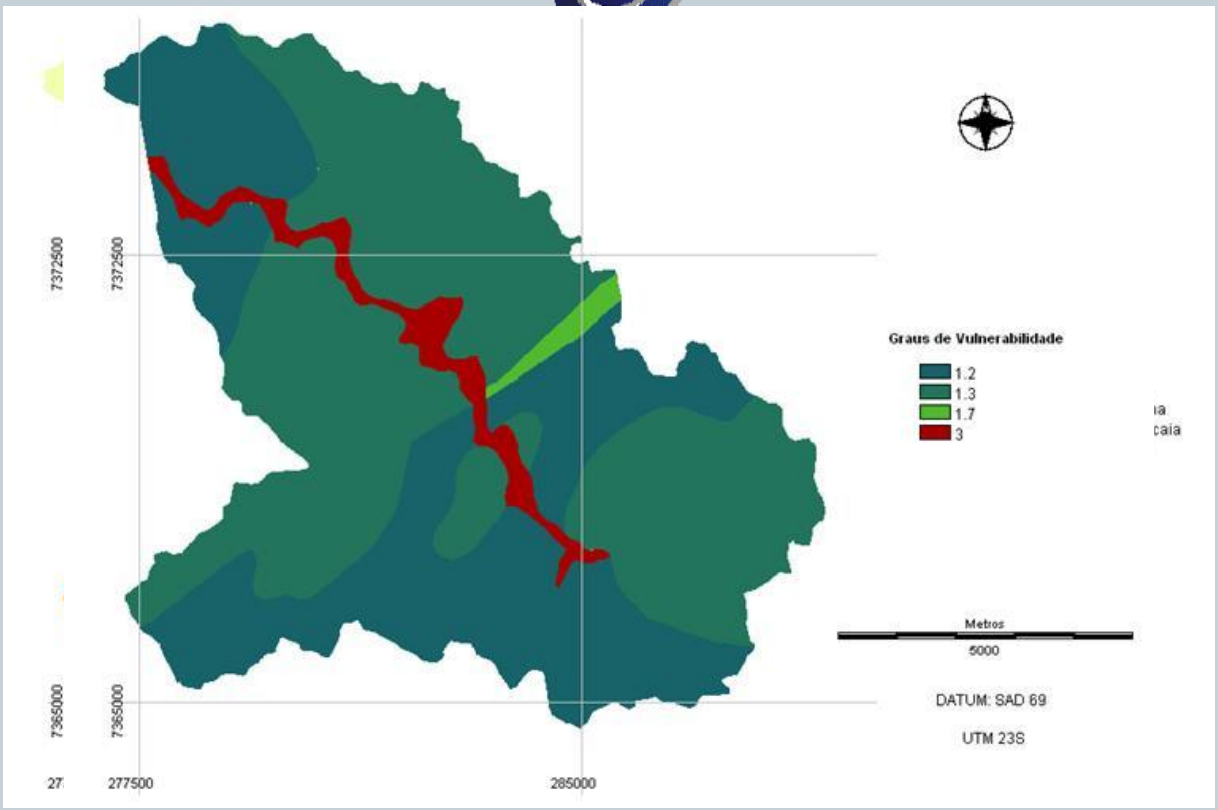
Pluviosidade



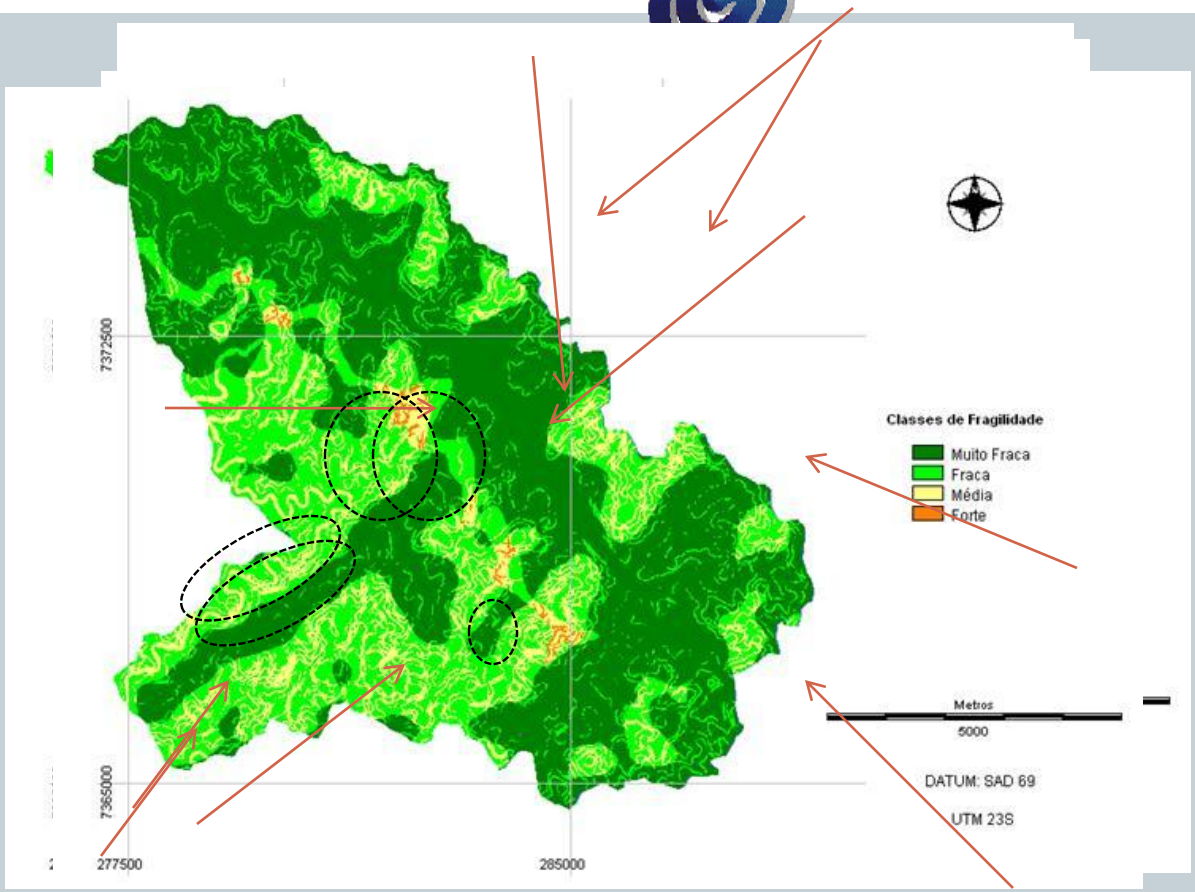
Cobertura do Solo



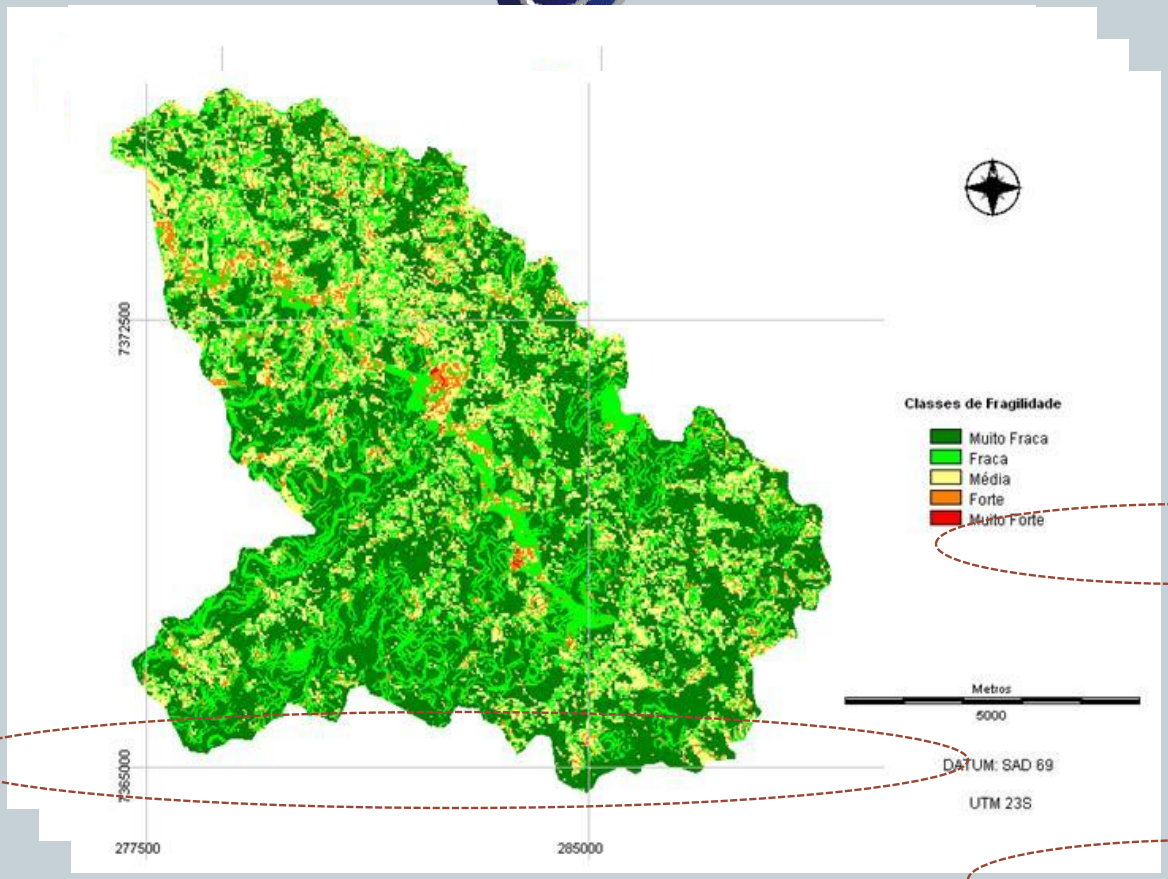
Geologia


7372500
7372500
7365000
7365000
277500
285000
Graus de Vulnerabilidade
1.2
1.3
1.7
3
Metros
5000
DATUM: SAD 69
UTM 23S

Fragilidade Potencial



Fragilidade Emergente



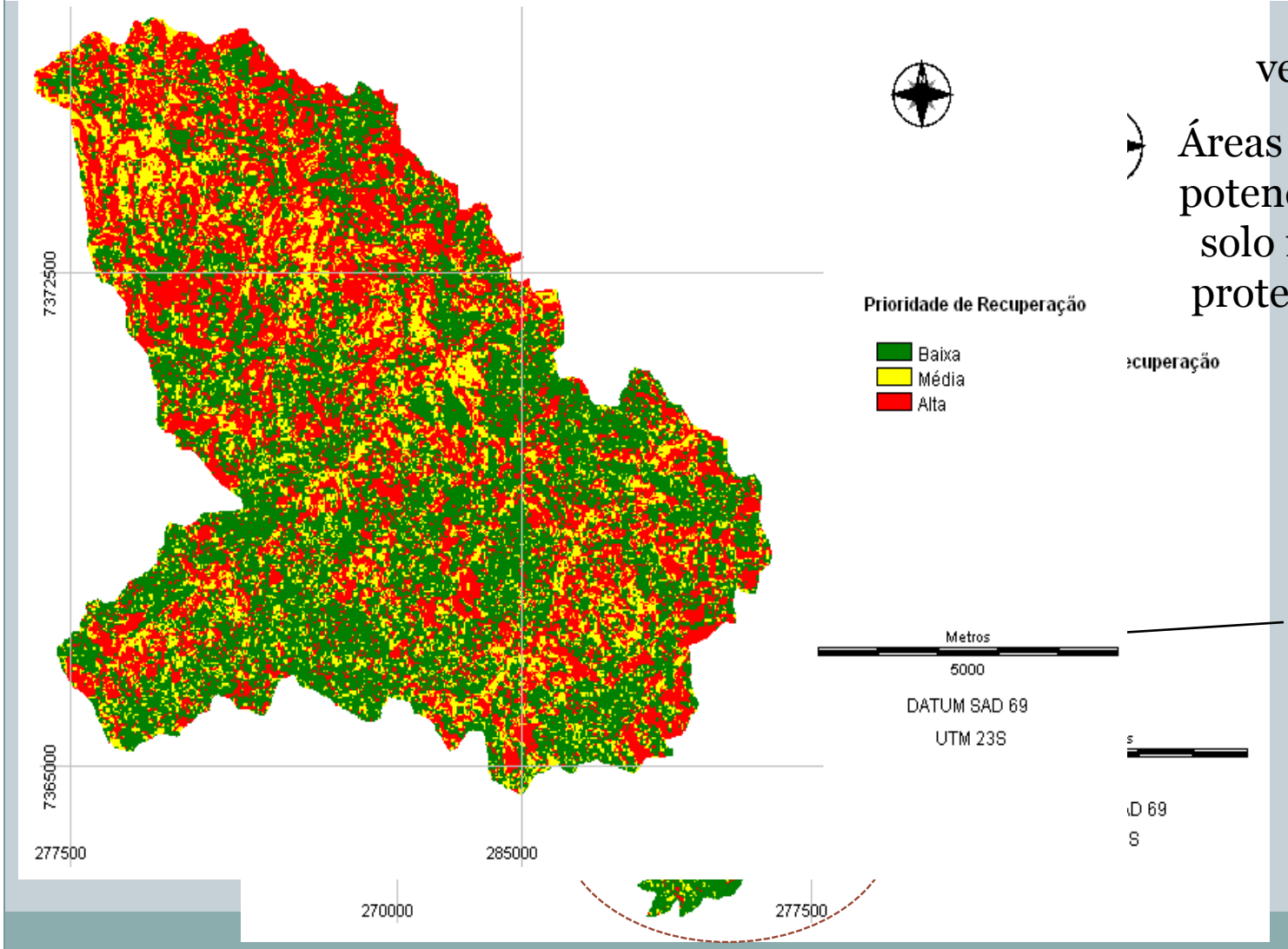
Regressão

Parâmetros	Classes de Declividade		Índices de Dissecação do Relevo		UTBs	
	Paiol	Sorocabuçu	Paiol	Sorocabuçu	Paiol	Sorocabuçu
R	0,726177	0,762271	0,006133	0,086591	0,007734	0,012154

Orientações para o Planejamento Ambiental

- Bacias com intensa atividade agrícola
- Diversos problemas ambientais:
  - Desmatamento
  - Exposição a erosão
  - Assoreamento dos cursos d'água
- Prioridade de recuperação
- Aptas ao manejo agrícola

Orientações para o Planejamento Ambiental



Áreas com vegetação nativa

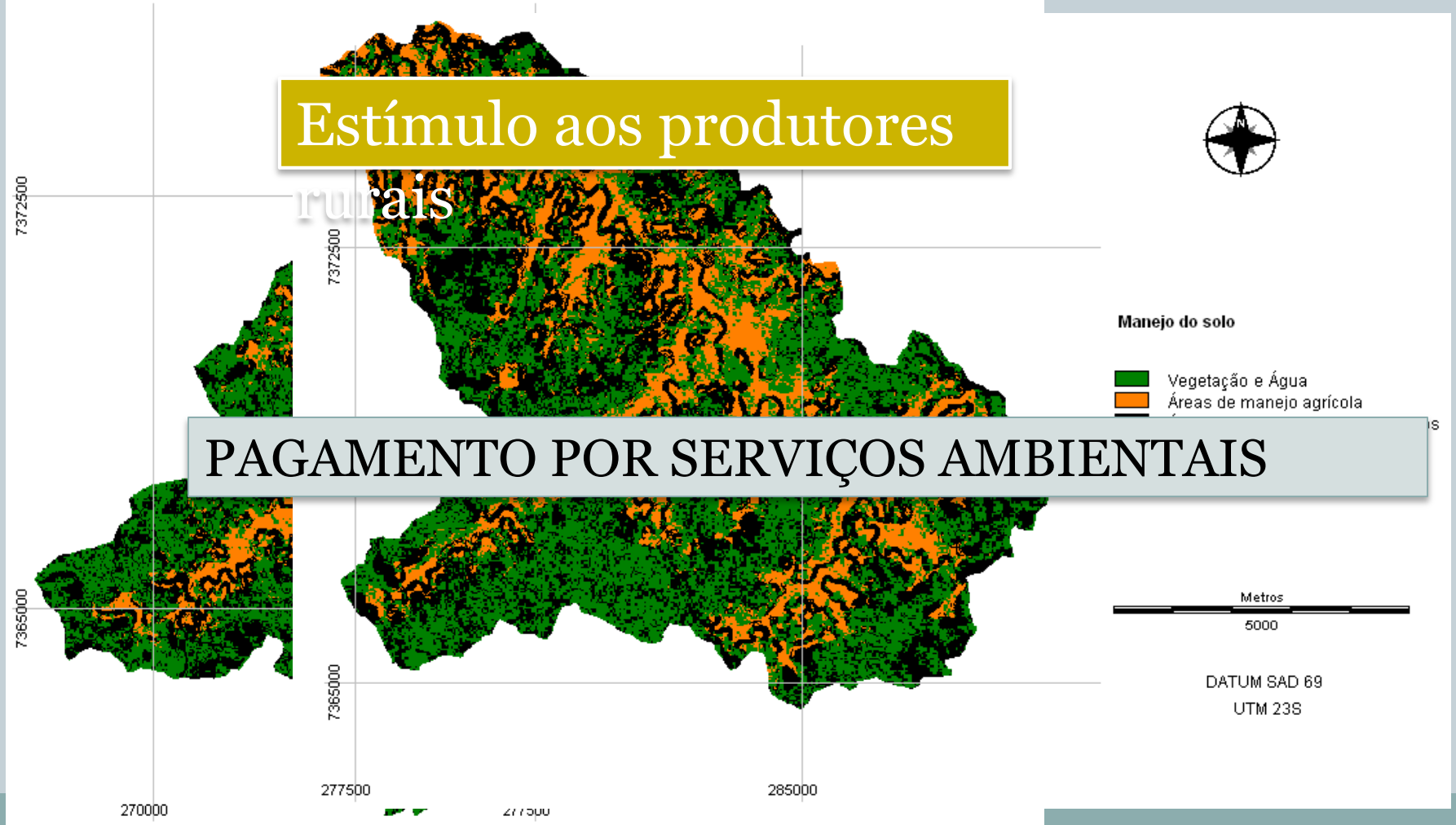
Áreas de alta fragilidade potencial e cobertura do solo ineficiente para a proteção contra erosão

Orientações para o Planejamento Ambiental

Poucas áreas aptas ao manejo agrícola

Estímulo aos produtores rurais

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS



Conclusões e considerações finais

- Divergências nos resultados de fragilidade ambiental:
  - Necessita de modelo conciso com base em dados e observações de campo
  - Modelo mais adequado para as bacias hidrográficas estudadas foi o com apoio nas classes de declividade
  - Importante subsídio para a área de estudo

- Ampla aplicabilidade da metodologia de fragilidade ambiental desenvolvida:
  - Variações dos pesos das variáveis
  - Mapas de solos de acordo com Hermuche *et al.* (2002)
  - Uso do SIG

Conclusões e considerações finais

- Sobreposição dos mapas de fragilidade potencial e cobertura dos solos
  - Importantes subsídios ao planejamento
  - Ferramentas de fácil utilização pelo poder público
- Necessidade de estudos para modelar a dinâmica erosiva considerando a ação antrópica
  - Além dos mapas de cobertura do solo

Adistribuição espacial da ocorrência de tuberculose no município de Sorocaba, São Paulo, Brasil, de 2000 a 2007.

ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA

Introdução

Sociedade e Saúde

- Dinâmica das populações e desenvolvimento econômico em países emergentes:
  - Crescimento Desordenado.
  - Ocupação de zonas periféricas dos centros urbanos.

Muitos indivíduos aglomerados em um espaço restrito.

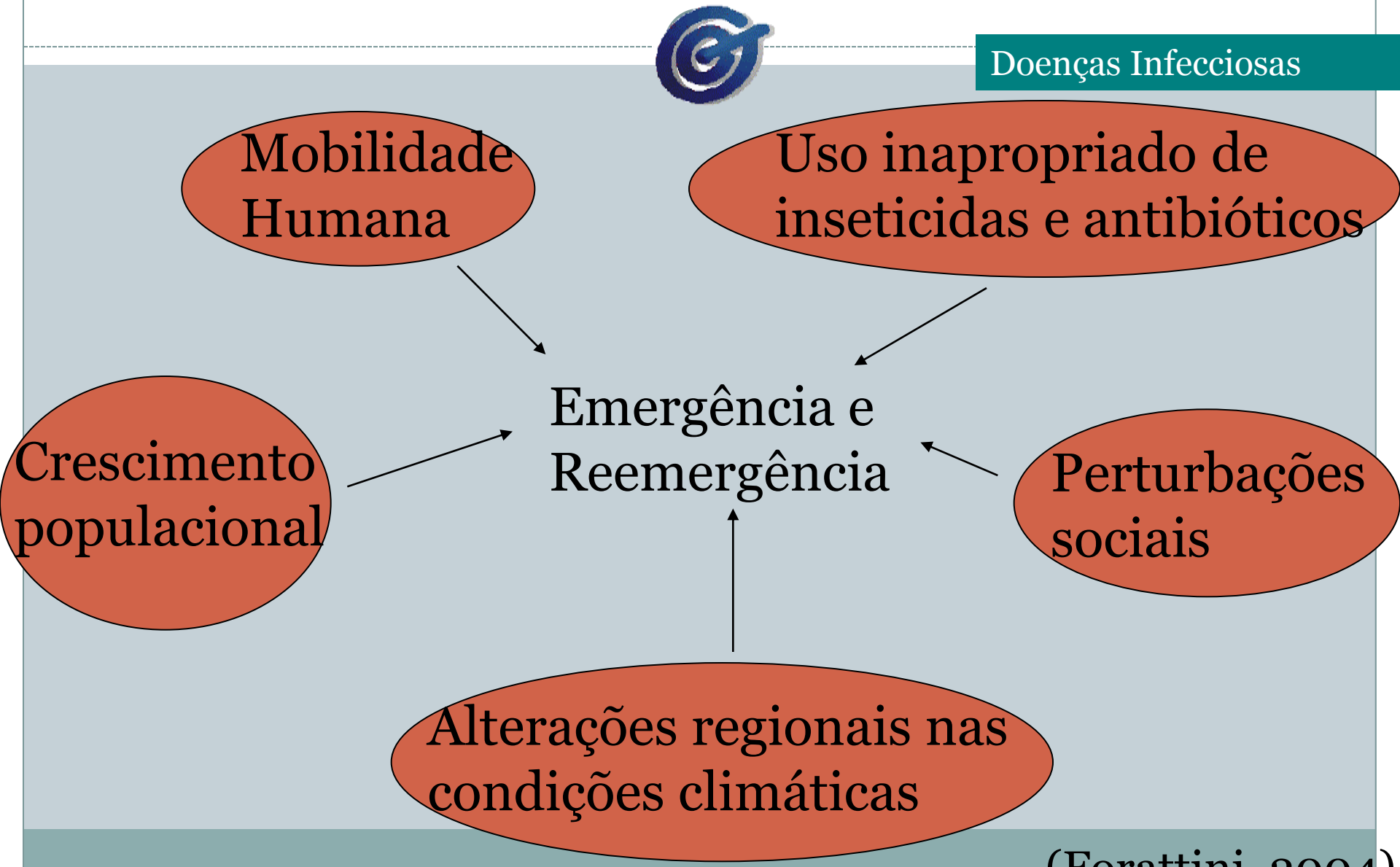
Características físicas e sociais da urbanização

Saúde do Indivíduo

(Caiaffa *et al., 2008)*

Introdução

Doenças Infecciosas



(Forattini, 2004)

Introdução

A Tuberculose

- Emergência mundial desde 1993 (Façanha, 2005).
- 1,9 milhões de mortes por ano, 98% em países em desenvolvimento (Hijjar *et al.*, 2001).
- Primeiras epidemias na América Latina (Pierce, 2004).
- Brasil: 16º lugar no ranking de ocorrências (OMS, 2008).

Introdução

A Tuberculose

- Principais fatores:
  - Deficiências no sistema imunológico.
  - Aglomerados populacionais.
  - Condições sanitárias precárias.
  - AIDS.

- Pelotas, Rio Grande do Sul (Menezes *et al.*, 1998):
  - Íntima relação entre a ocorrência de tuberculose e fatores sócio-econômicos e aglomerados

Introdução

Estudos Espaciais da Saúde e o Geoprocessamento

- Estudo da distribuição espacial dos casos de doença.
- Espaço intra-urbano (Akerman *et al.*, 1996):
  - Explicitar as diferenças.
  - Estabelecer relações.
- Geoprocessamento:
  - Ferramenta para estudos espaciais.
  - Análises espaciais dos dados disponíveis

Materiais e Métodos

Área de Estudo

Localização do município de Sorocaba.

- Longitude Oeste -47,5º e latitude sul -23,5º (SMITH, 2003).
- 456 km² de área.
- 597.683 habitantes, sendo 96,78% na zona urbana.
- População aumentou mais em mais de 50 mil habitantes entre os anos de 2000 e 2007.

(SEADE, 2006).

Materiais e Métodos

Aquisição e Tratamento dos Dados

- Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).
- Código Internacionais de Doenças (CID – 10).
- Índice de Qualidade Socioambiental (IQSA) por setores censitários, elaborado por Costa (2007):
  - Condição de ocupação de domicílios.
  - Anos de estudo.
  - Rendimentos mensais.
  - População residente.

Materiais e Métodos

Aquisição e Tratamento dos Dados

- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE):
  - População (total, até 15 anos e com 60 anos ou mais).
  - Taxas de mortalidade (geral, da população entre 15 e 34 anos e da população com 60 anos ou mais).

- Cartas com o perímetro dos bairros de Sorocaba, fornecidas pela (NUPLAN).

Materiais e Métodos

Processamento dos mapas e estudo estatístico

- Transformação dos dados:

  Tabulares ⟶ Espaciais

- Unificação das informações.

- Geocodificação das informações sócio-econômicas.

Materiais e Métodos

Processamento dos mapas e estudo estatístico

- Mapas temáticos:
  - Distribuição da população.
  - Distribuição dos rendimentos mensais.
  - Anos de estudo da população.
  - Condições de ocupação dos domicílios.
  - Ocorrências de tuberculose.

- Escala dos Mapas:
  - Reclassificação dos índices sócio-econômicos.
  - Visualização das ocorrências de tuberculose.

Materiais e Métodos

- Regressão linear simples espacial:
  - Variável independente: indicadores sócio-econômicos.
  - Equação: OC = A.x + B.
  - Variável dependente: casos de tuberculose.
  - Variação residual: R^2.
  - Validação: teste *T* com 99,5% de confiança e ∞ eventos.

(Neto, 1977).

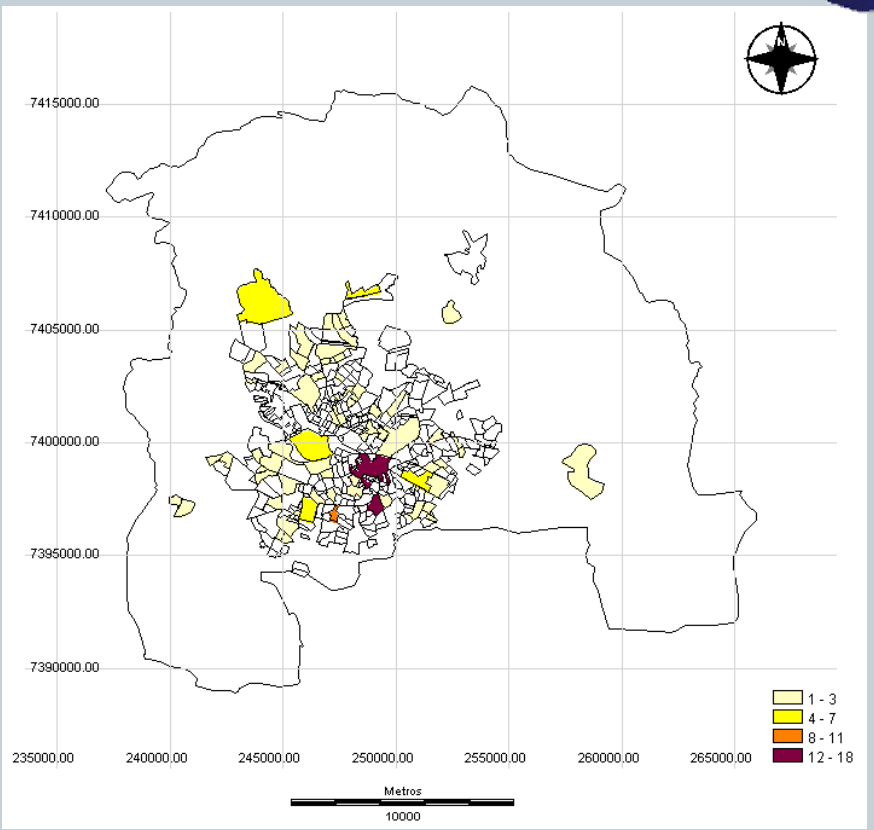
Materiais e Métodos

- Regressão linear múltipla espacial:
  - Mapa de predição dos riscos:
    - Equação: OC = A.cod + B.pr + C.ren + D.esc + E.
  - Mapa de resíduos.
  - Variáveis independentes: indicadores sócio-econômicos.
  - Variável dependente: casos de tuberculose.
  - Variação residual: R^2.
  - Validação: teste *F* com 99% de confiança e ∞ eventos.
  - Coeficientes de regressão individuais:
    - Validação: teste *T* com 99,5% de confiança e ∞ eventos.

(Neto, 1977).

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística

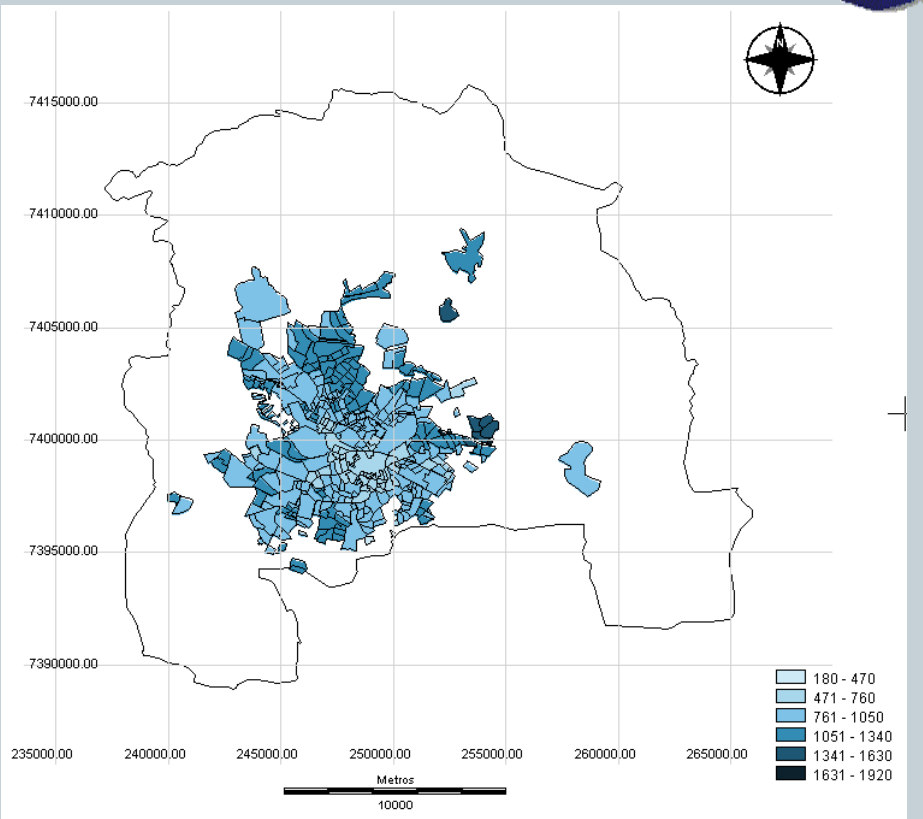


Mapa da distribuição espacial da tuberculose.

- Centro, Jardim dos Estados, Jardim Emília e Jardim Vergueiro (Região Central).
- Vila Barão, Ipanema do Meio (Setor Oeste).
- Parque São Bento e Parque Vitória Régia (Setor Norte).

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística



Distribuição espacial da população residente.

- Região central: menor população.

- Setores Norte, Nordeste e Leste: maior população.

Resultados e Discussões

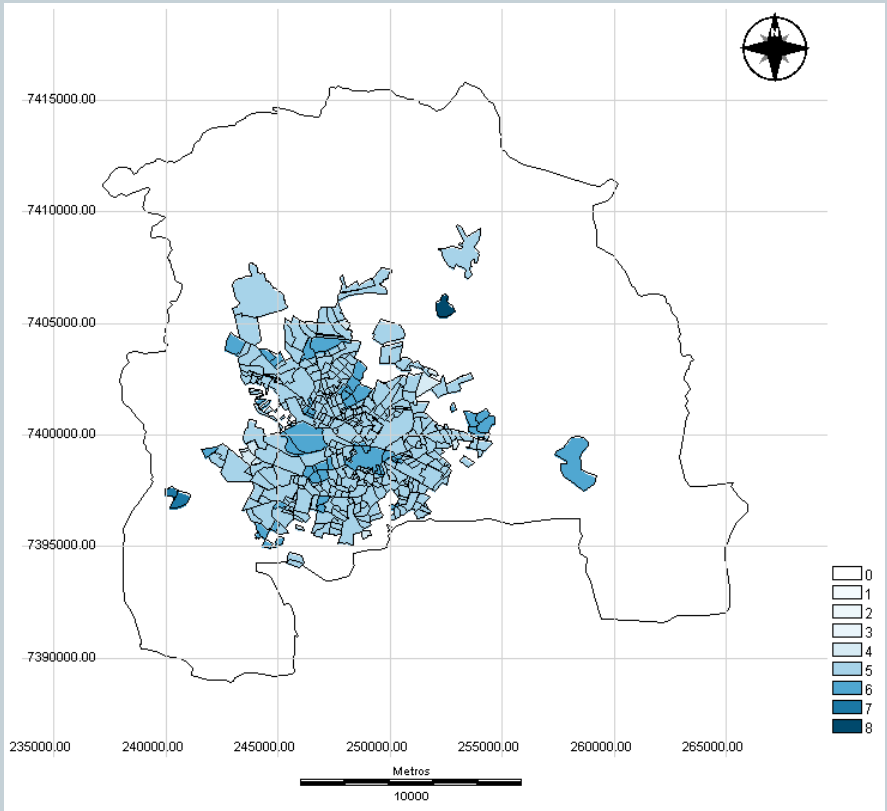
Análise Espacial e Estatística

$$OC = 0{,}012486 + 0{,}140524PR$$

R = 0,4351
Validado pelo teste *T*.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística



Distribuição espacial das condições de ocupação dos domicílios.

- Bairros mais afastados mostram piores condições:
  - Brigadeiro Tobias, Éden e Ipanema do Meio.
- Região Central:
  - Centro e Vila Santo Antônio.
- Setor Norte:
  - Parque das Laranjeiras e Recreio dos Sorocabanos.
- Setor Oeste:
  - Jardim Rádio Club e Vila Lucy.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística

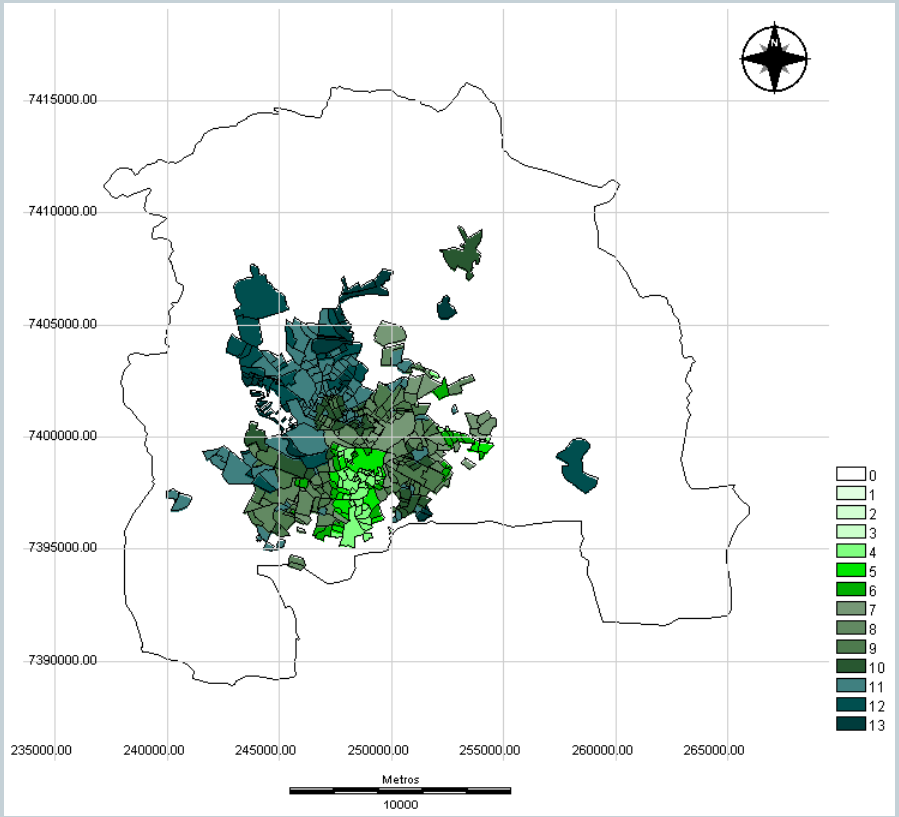
$$OC = 0{,}103123COD - 0{,}003283$$

R = 0,5003

Validado pelo teste *T*.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística



Distribuição espacial dos rendimentos mensais.

- Regiões Sul e Leste:
  - Parque Campolim, Jardim Faculdade e Jardim Paulistano.
  - Jardim Bela Vista, Village D'Avignon e Jardim Astro.
- Regiões Norte e Oeste:
  - Parque das Laranjeiras, Parque Vitória Régia, Vila Nova Esperança e Vila Aeroporto.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística

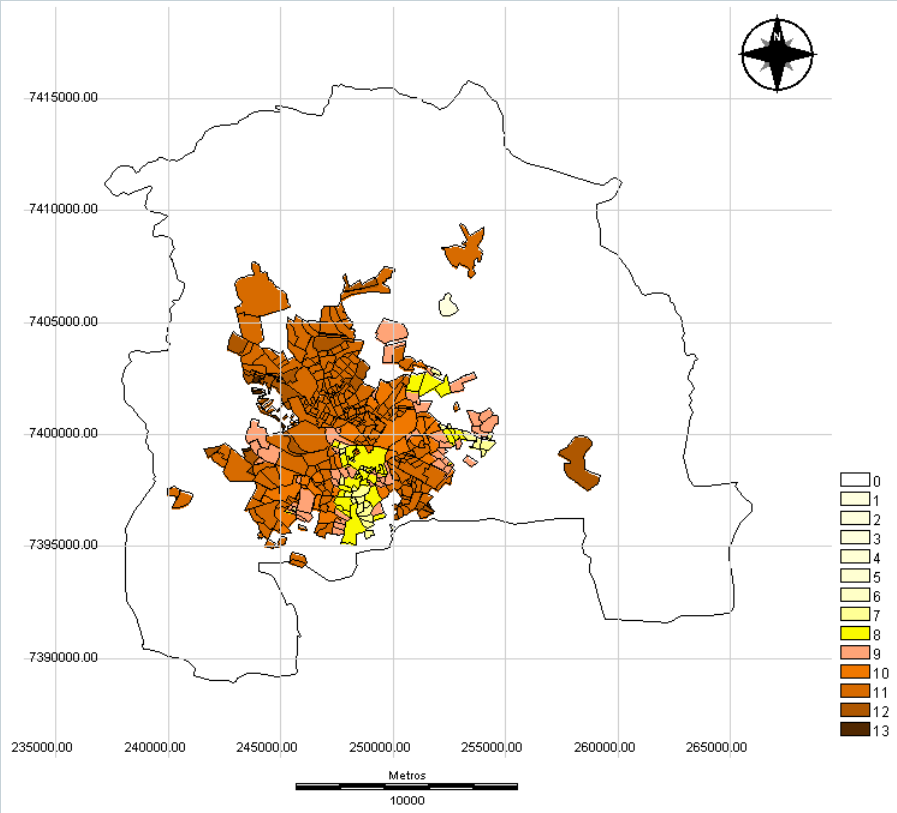
$$OC = 0{,}006685 + 0{,}051439 REN$$

R = 0,4703

Validado pelo teste *T*.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística



Distribuição espacial dos anos de estudo da população.

- Regiões Sul e Leste:
  - Parque Campolim, Jardim Faculdade, Village D'Avignon e Jardim Astro .
- Regiões Norte e Oeste:
  - Parque Vitória Régia e Vila Nova Esperança.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística

$$OC = 0{,}003958 + 0{,}048423ESC$$

R = 0,4696

Validado pelo teste *T*.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística

$$OC = -0{,}0003 + 0{,}3465COD - 0{,}0703ESC - 0{,}3202PR + 0{,}0515REN$$

R = 0,5575

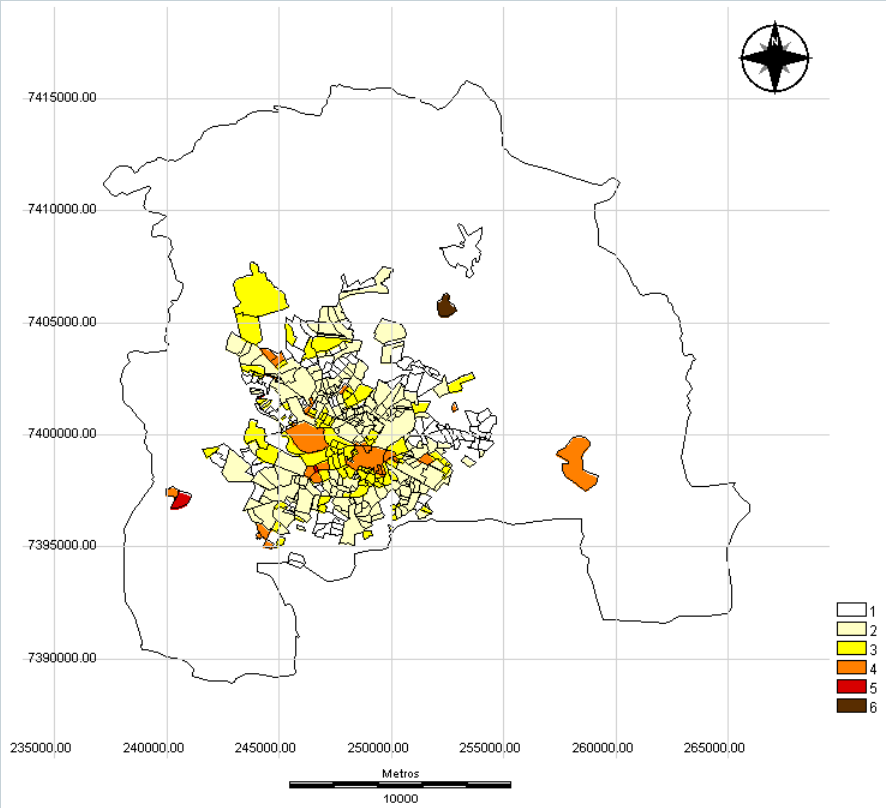
Validado pelo teste *F*.

Coeficientes de regressão individuais.

Variáveis	Contribuições	Teste T
COD	0.346506	698.94891
ESC	0.070349	254.41185
PR	0.320174	536.91626
REN	0.051518	242.76665

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística

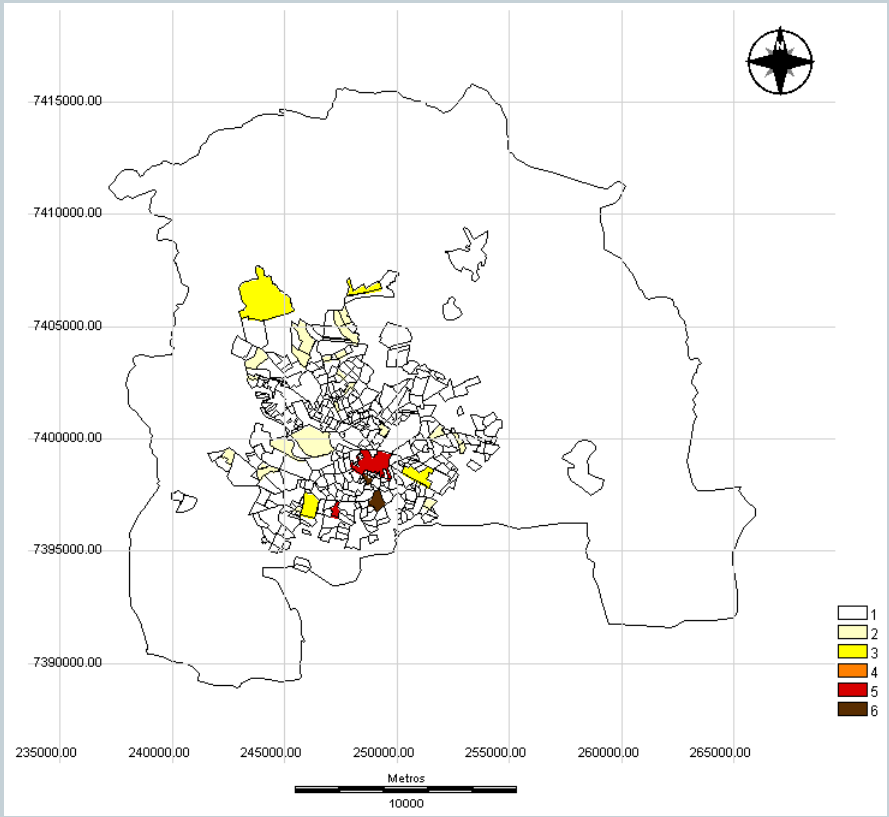


Mapa de predição dos riscos da tuberculose.

- Região Central:
  - Centro, Vila Amélia, Vila Santo Antônio, Vila Campos, Vila Senger e Vila Pedro Ribeiro.
- Região oeste
  - Vila Barão, Jardim Rádio Club, Vila Lucy, Jardim Colonial, Ipanema do Meio e Jardim Capitão.
- Região leste
  - Vila Haro e Brigadeiro Tobias.
- Região norte e nordeste:
  - Recreio dos Sorocabanos, Jardim Nova Ipanema, Vila Ramon Lara Rodrigues e Éden.

Resultados e Discussões

Análise Espacial e Estatística



Mapa de resíduos dos riscos de ocorrência tuberculose.

- Jardim Vergueiro.
- Centro.
- Jardim Emília.
- Jardim dos Estados.

Conclusões

- Indicadores abaixo dos níveis nacionais.
- Poucos bairros com características sócio-econômicas favoráveis.
- Condição de ocupação dos domicílios.
- Rendimentos mensais e anos de estudo da população.
- Inserção de outras variáveis:
  - AIDS e outras doenças que interferem no sistema imunológico.
- Toda população está exposta a manifestar a doença.

Conclusões

- Fragilidade das ações do setor público.
- Norte para programas preventivos:
  - Conscientização dos sintomas e profilaxias da doença.
  - Campanhas de vacinação.
- Alterações na estrutura urbana:
  - Alto crescimento da população e instalação em condições precárias.
  - Crescimento organizado.

Metodologia para realocação de contingente populacional exposto a desastres naturais

PROJETO DE DOUTORADO

ALUNO: LUIZ A. MANFRÉ

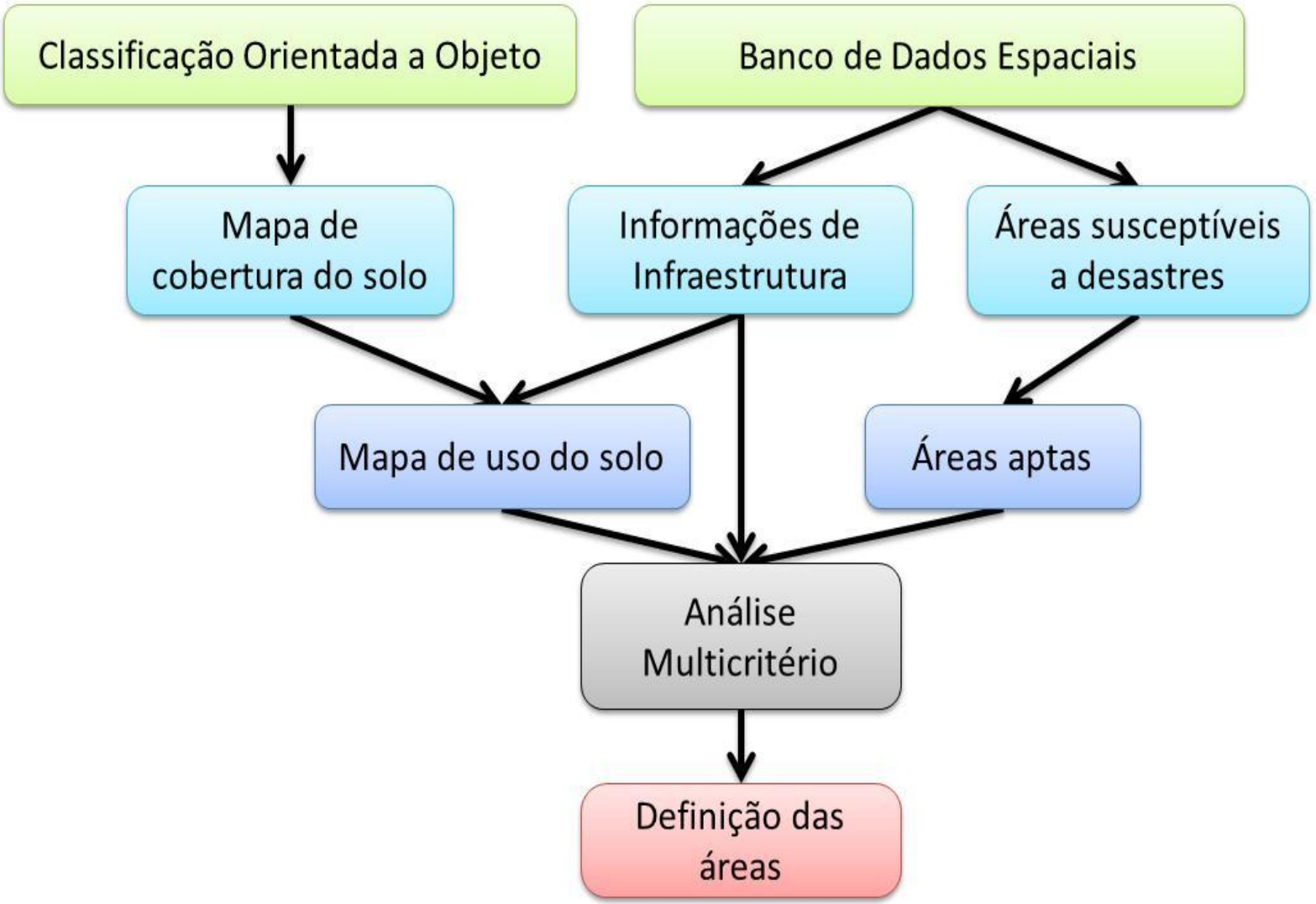
ORIENTADOR: JOSÉ ALBERTO QUINTANILHA

Objetivos Gerais

- Metodologia para a identificação de áreas aptas para a realocação de contingente populacional exposto a desastres naturais na RMSP.

Objetivos Específicos

- Identificar as técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicáveis.
- Desenvolver mapas de Uso do Solo para a área de estudo.
- Identificar as técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicáveis;
- Estabelecer critérios para a definição das áreas maias adequadas para receber o contingente populacional.
- Definir um modelo analítico para a definição das áreas mais adequadas.


Classificação Orientada a Objeto
Banco de Dados Espaciais
Mapa de cobertura do solo
Informações de Infraestrutura
Áreas susceptíveis a desastres
Mapa de uso do solo
Áreas aptas
Análise Multicritério
Definição das áreas

Contribuições esperadas

Modelo Analítico

Regras de Classificação Orientada a Objeto

Área de Estudo

- RMSP
- Grande Ocupação
- Ocupação Inadequada Ostrowsky e Zmitrowicz (1991)
- Áreas Disponíveis:
  - Públicas ou de Preservação Alves (2007)

Metodologia

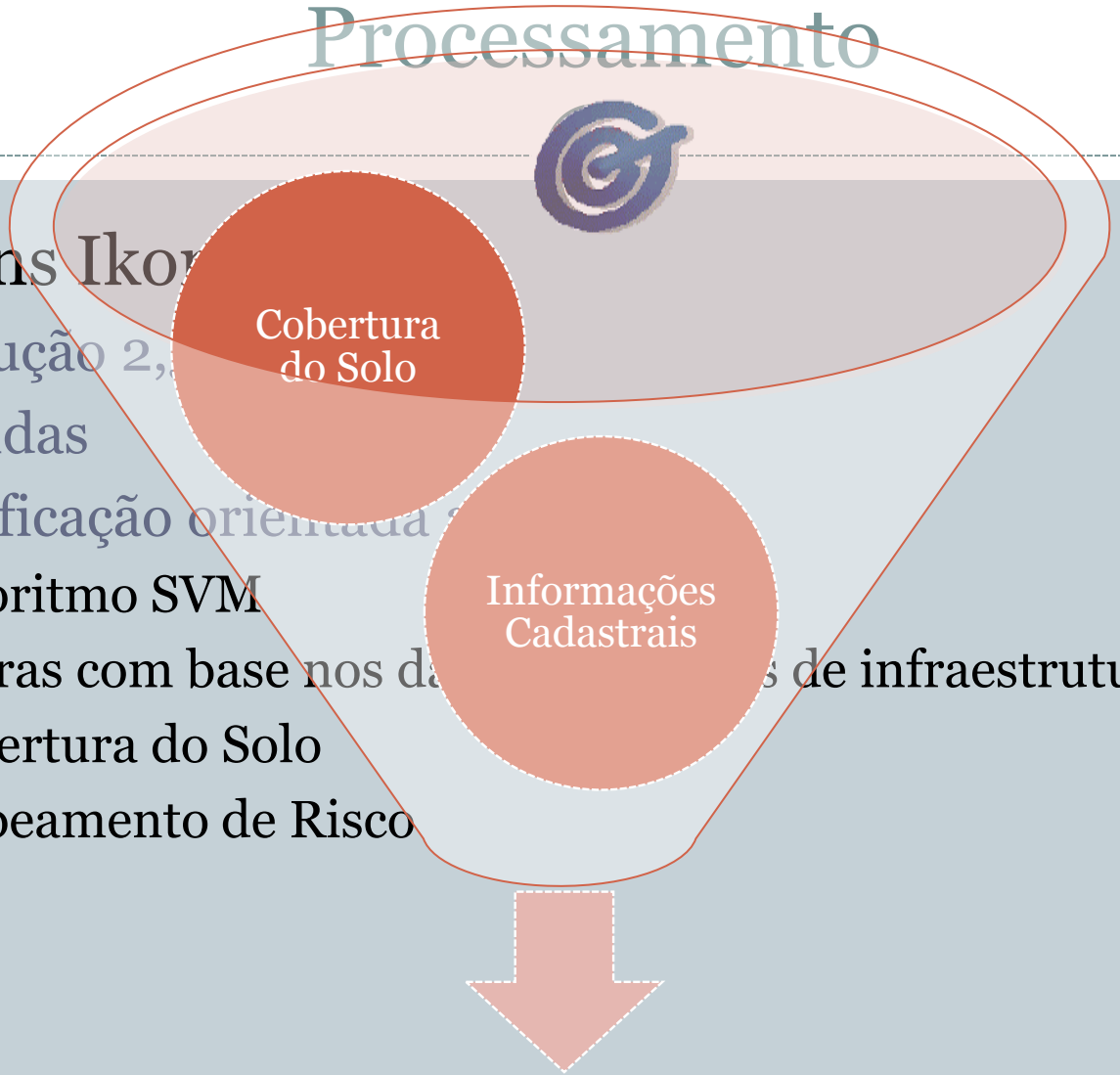
- Demandas por áreas para realocação de pessoas – CDHU.
- Mapeamento específico em escalas grandes.
- Classificação da cobertura do solo em escalas grandes – Orientada a objeto.
- Elaboração de mapas de uso do solo em escalas grandes:
  - Uso de informações cadastrais.
  - Informações técnicas da CDHU.

Metodologia

- Desenvolvimento de modelo para definição das áreas mais adequadas.
  - Informações de Infraestrutura
  - Custos da área:
    - Desapropriação.
    - Obras de drenagem
  - Topografia.

Processamento

- Imagens Iko
  - Resolução 2,
  - 4 bandas
  - Classificação orientada
    - Algoritmo SVM
    - Regras com base nos da s de infraestrutura
    - Cobertura do Solo
    - Mapeamento de Risco

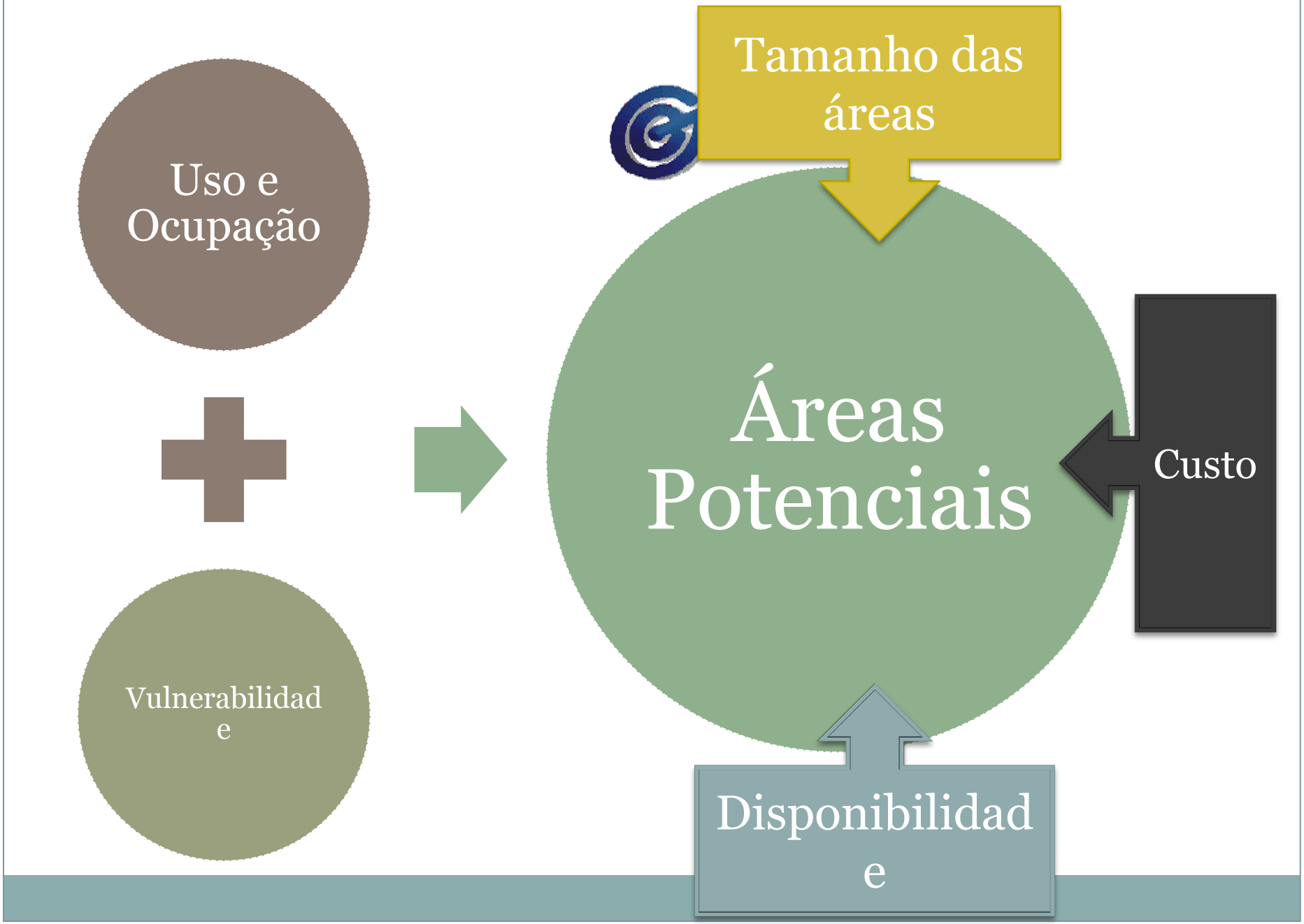


Uso e Ocupação do Solo

Processamento

- MDT:
  - Detalhados para [illegible] escalas possíveis)
  - IGC – 1:1[illegible]
  - Interp[illegible]
  - Decli[illegible]
- Mapa [illegible]
  - Oliveira
- Dados Climat[illegible]
  - Estações do DAEE.
  - Interpolação das informações – IQD – resolução 5 metros.

Mapa de Vulnerabilidade


Uso e Ocupação
Vulnerabilidade
Tamanho das áreas
Áreas Potenciais
Custo
Disponibilidade

Análise Multicritério

- Informações de infraestruturas.
- Características físicas das áreas.
- Dados do CDHU:
  - Custo máximo das obras.
  - Custo máximo para as áreas.
  - Obras geotécnicas para contorno de possíveis riscos:
    - Custos.
    - Viabilidade.

Análise Multicritério

- Ponderação das variáveis
- Desenvolvimento de modelo para tomada de decisão
- Teste do modelo para os demais casos estabelecidos.

Outras possibilidades

Outras Possibilidades

- Identificação de áreas de jazidas
- Estudos limnológicos
- Monitoramento ambiental
- Estudos de transportes
- Recuperação de áreas degradadas
- Planejamento urbano
- Planejamento em geral
- **Suporte a tomada de decisão**