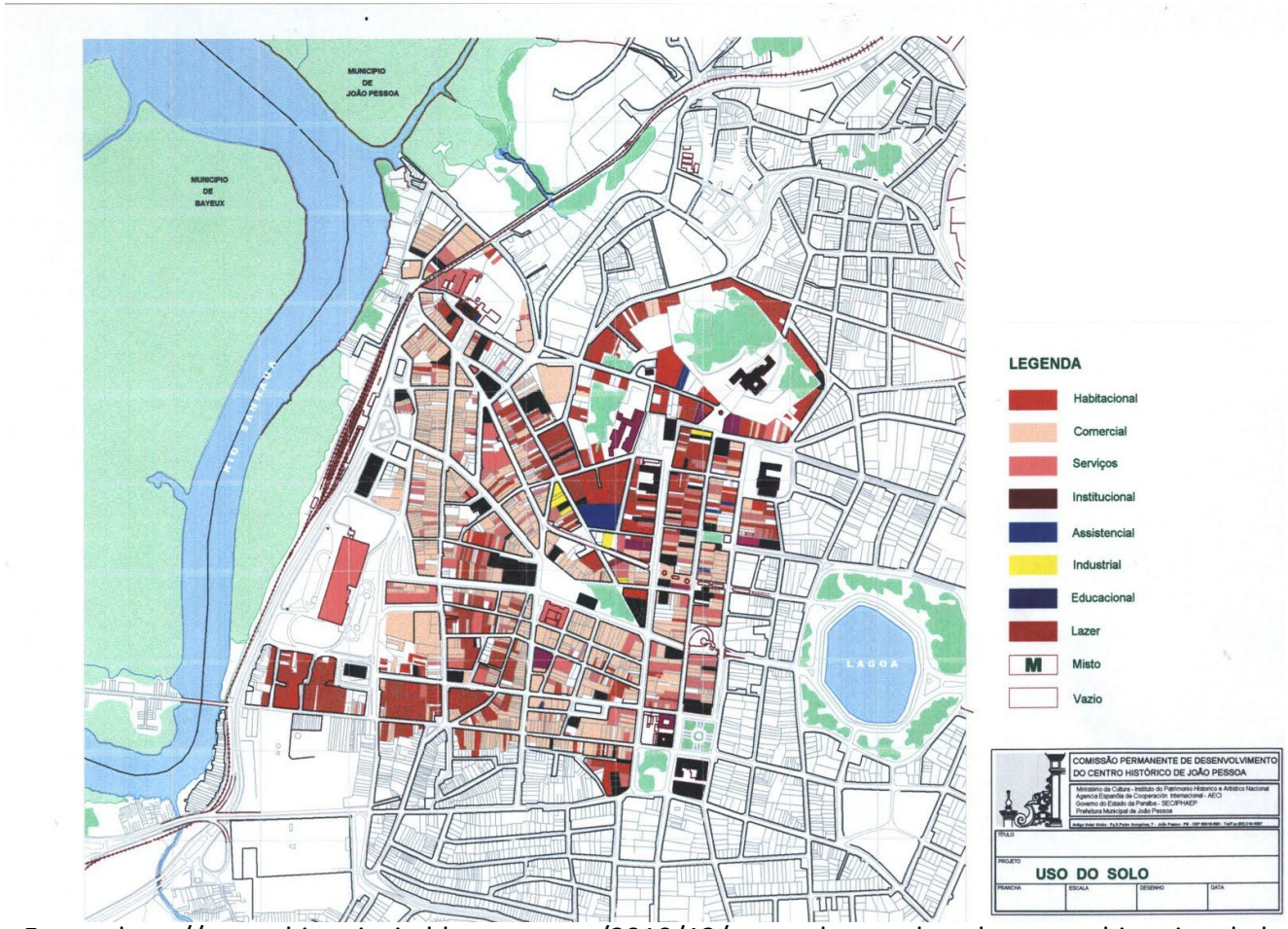
Classificação em Imagens de Satélite e o Monitoramento de Hidrelétricas

Mestrando: Rafael Walter de Albuquerque

Orientador: José Alberto Quintanilha

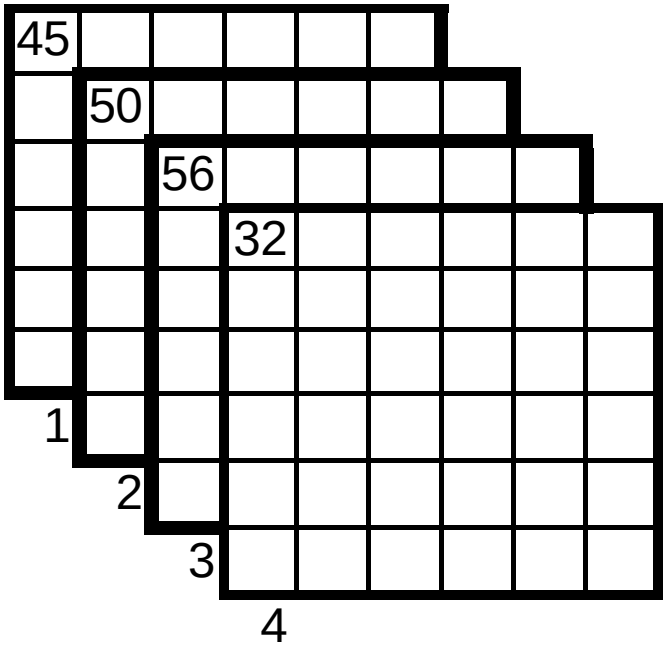
Introdução

- 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);



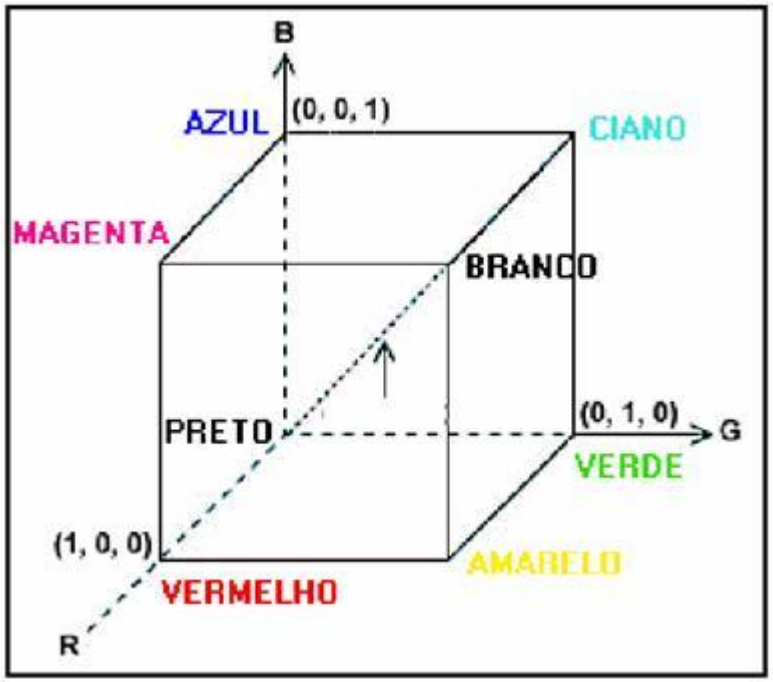
Fonte: http://centrohistoricojp.blogspot.com/2010/12/mapa-do-uso-do-solo-centro-historico-de.html

Imagem de Satélite



Vetor padrão do pixel (1,1)

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



Tratamento e Processamento de Imagens

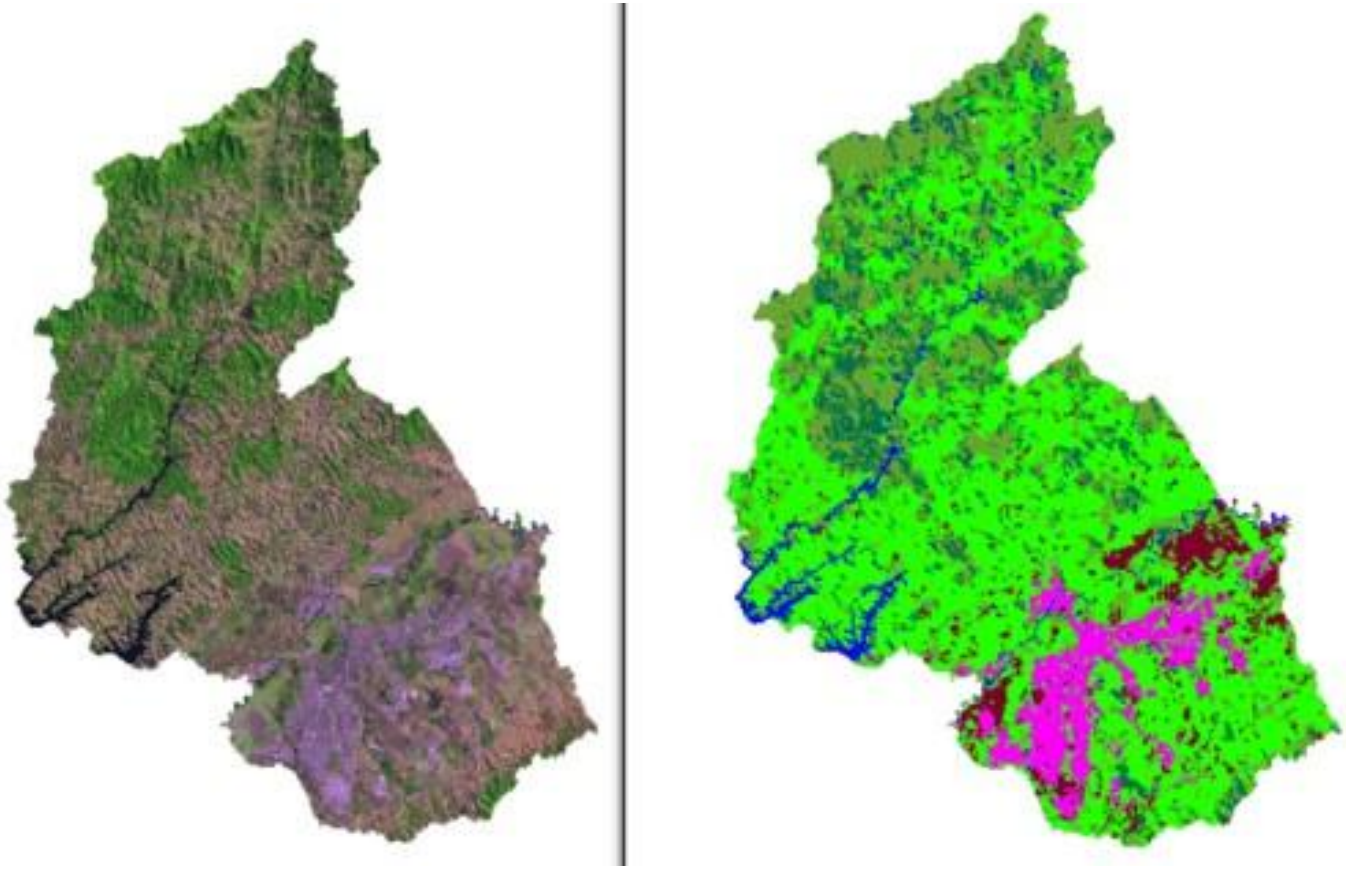
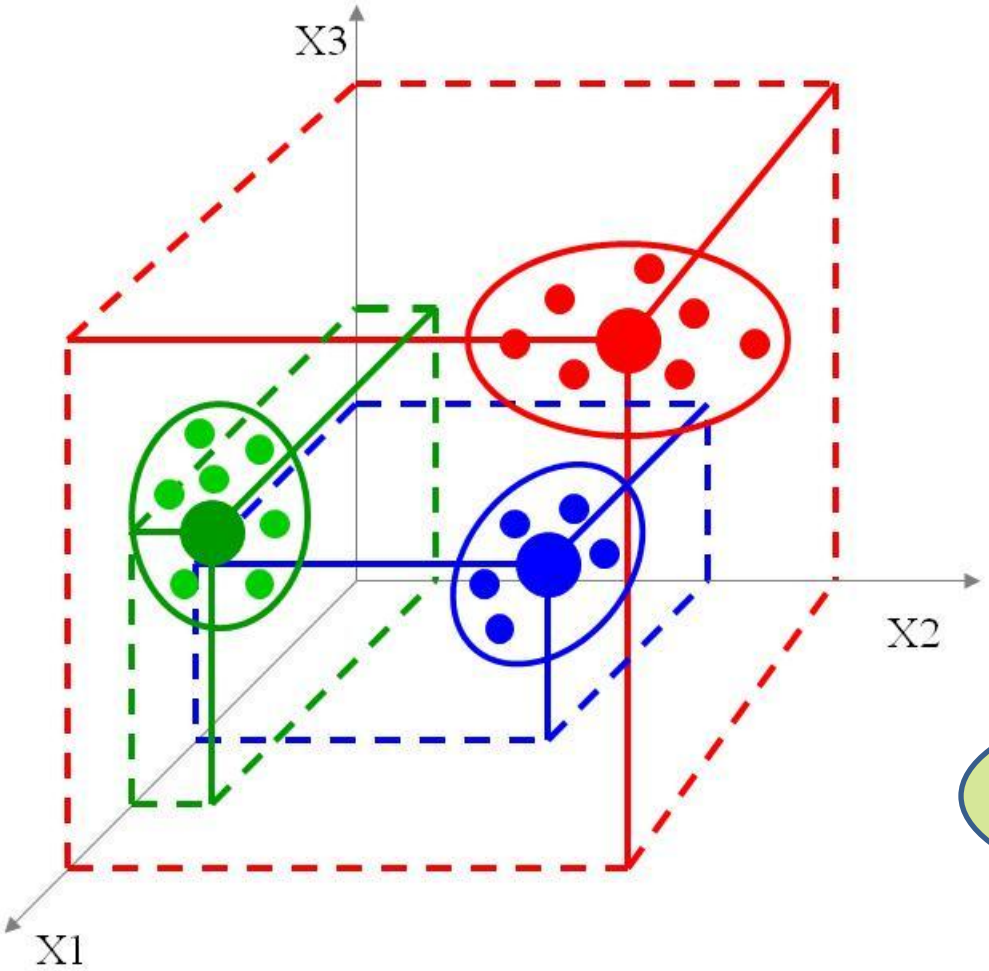


Imagem (LANDSAT) do Município de São José dos Campos à esquerda e mapa do uso do solo à direita. Fonte: http://mundogeo.com/blog/2000/01/01/futuro-geo-4/

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);

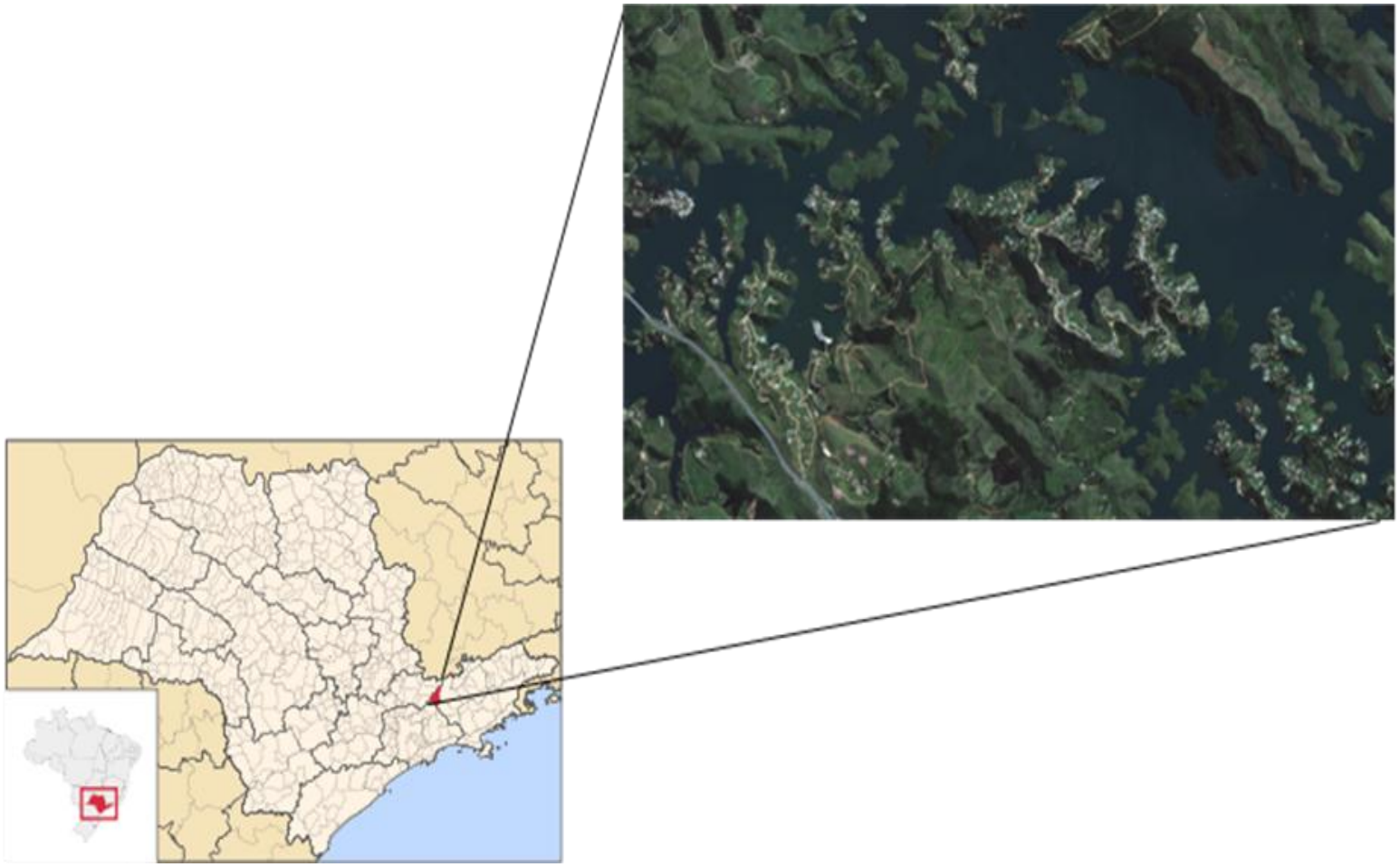
Valores inerentes aos dados das Imagens



Vegetação
Água
Área impermeável

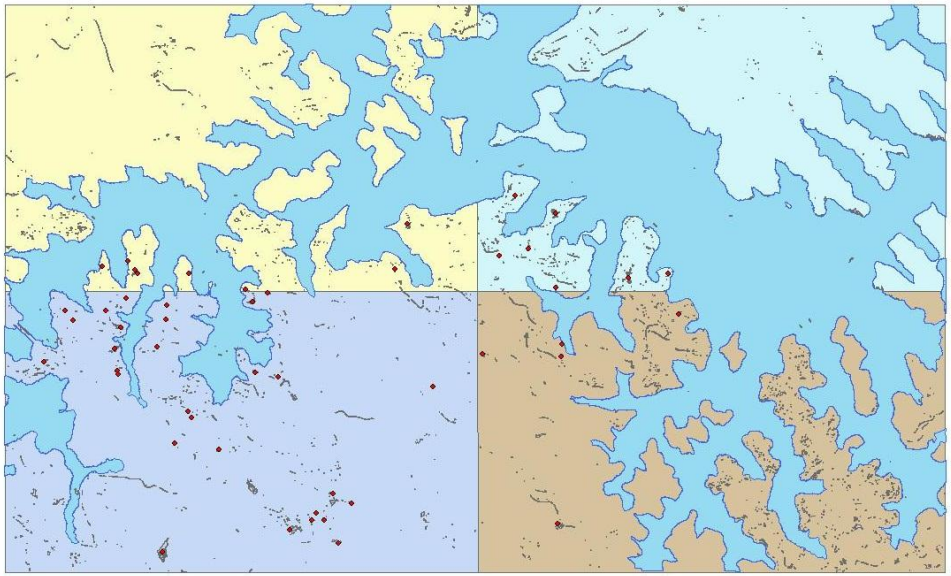
Espaço de Atributos

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



Classificação em Imagens e Gestão de Hidrelétricas

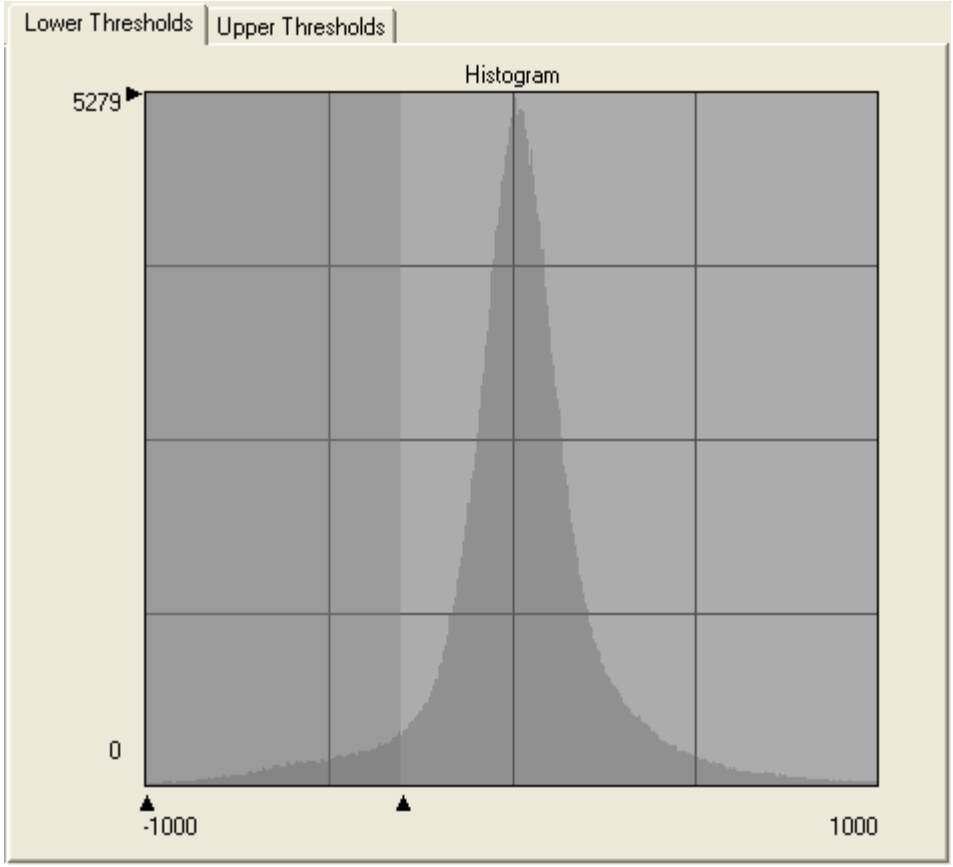
- O mapeamento do uso do solo por classificação de imagens pode auxiliar o processo de monitoramento de represas;
  - Os mapas gerados podem indicar áreas de preservação que sofrem algum tipo de invasão;
- A detecção de invasões via Sensoriamento Remoto reduz custos do monitoramento de represas (JARDINI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



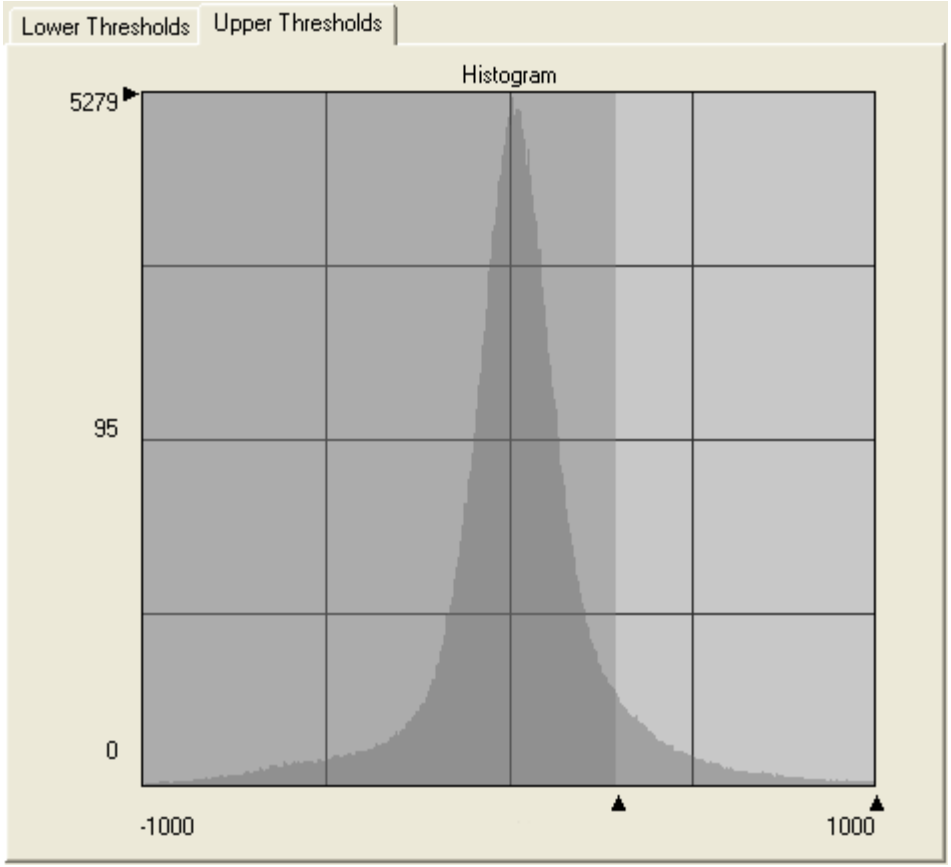
Imagens Multitemporais

- 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.

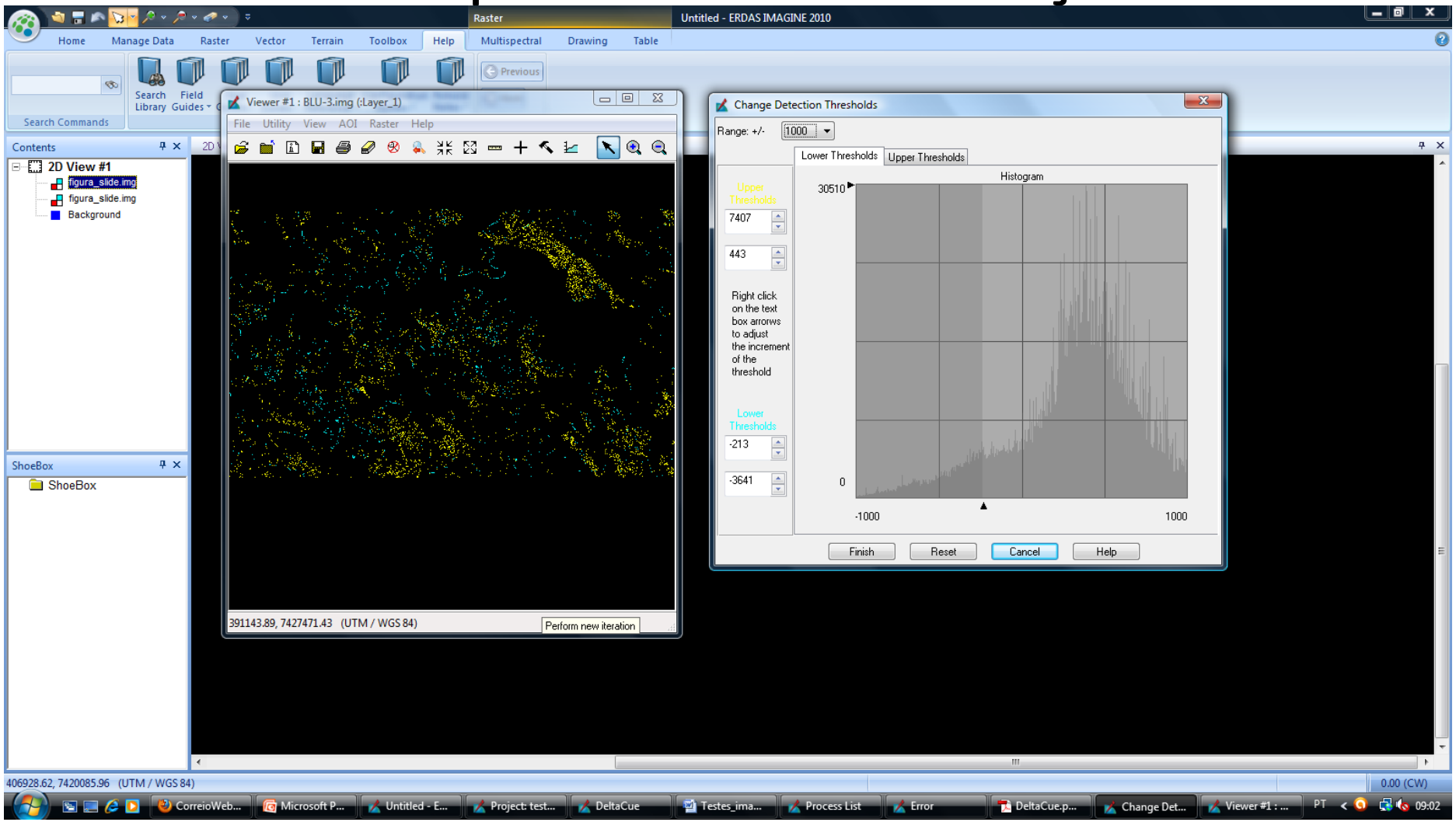


Ajuste dos valores negativos: são incluídos os valores à esquerda do parâmetro estabelecido



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

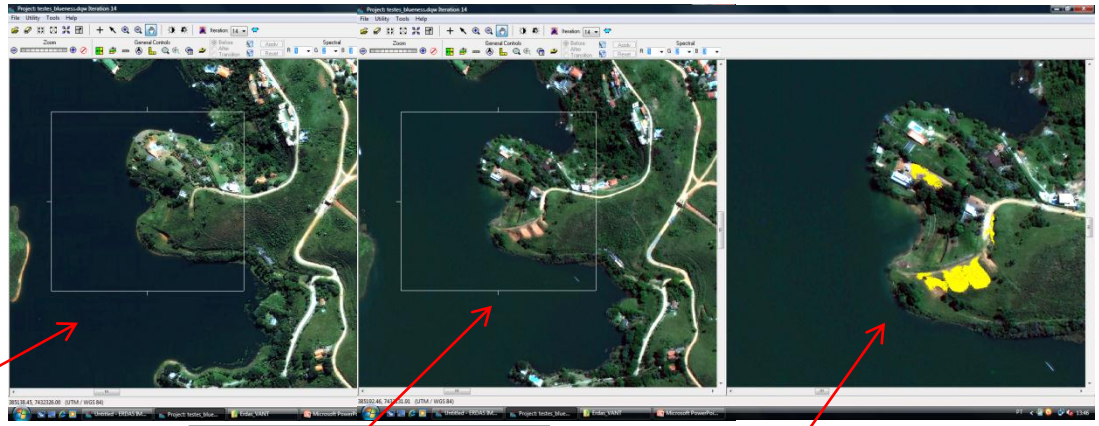
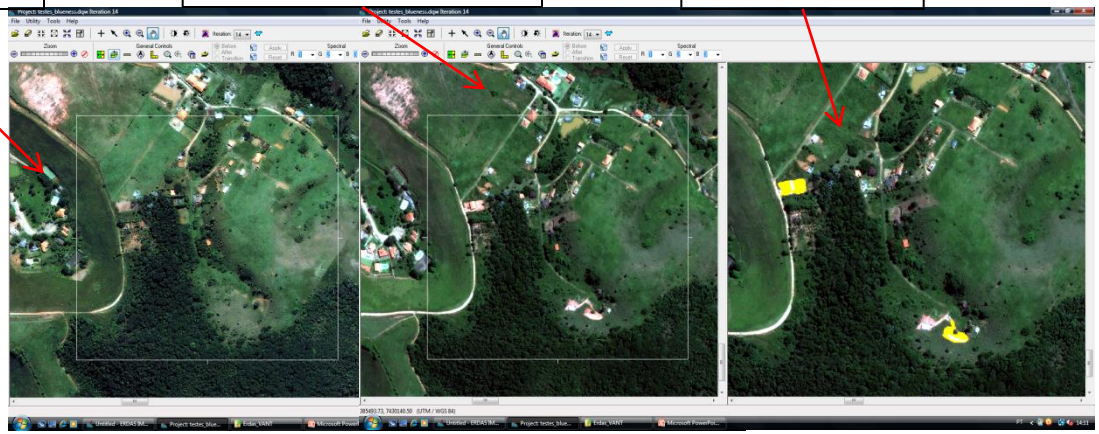


Imagem antiga

Imagem recente

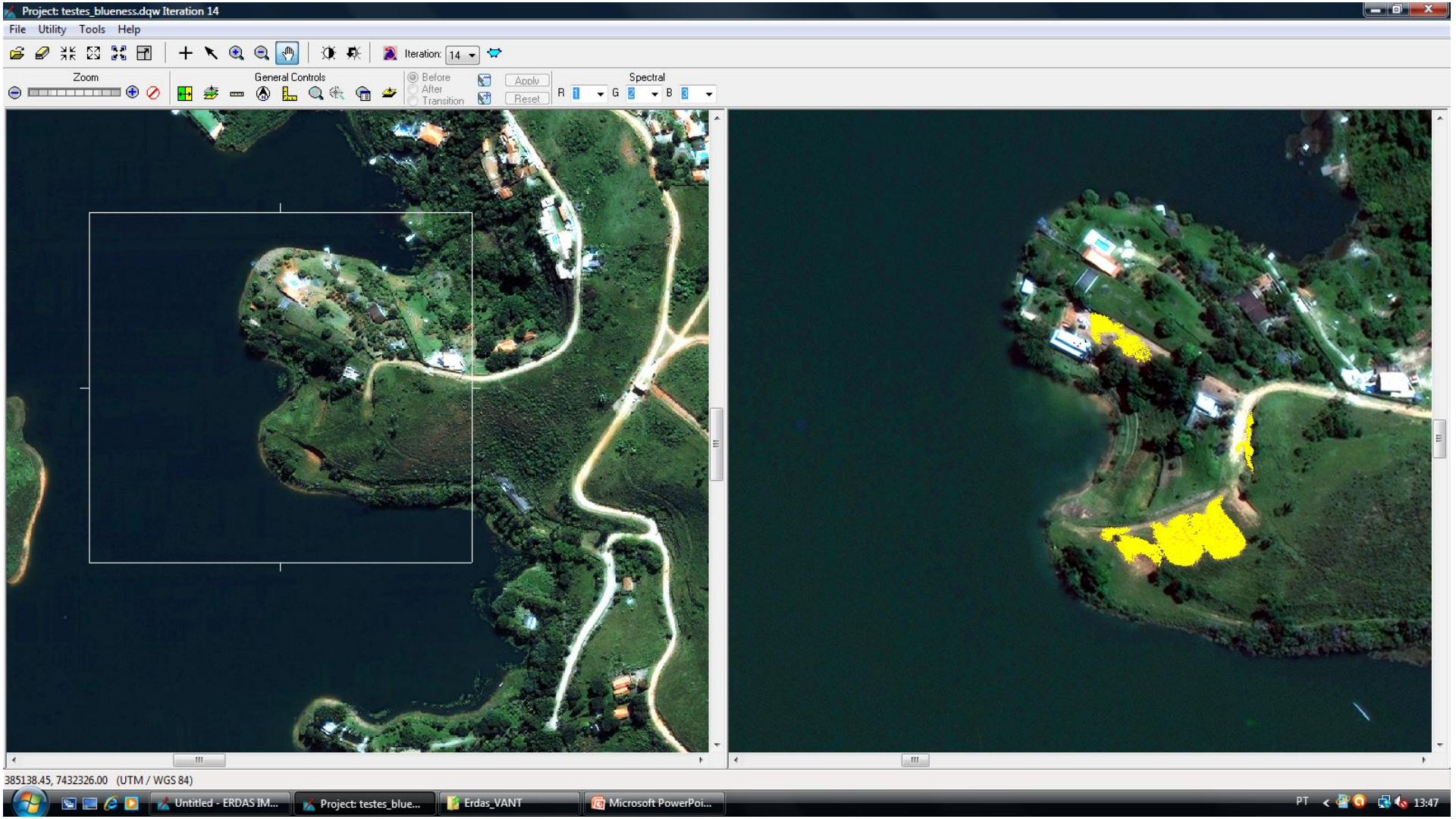
Mudanças

Ex. 2

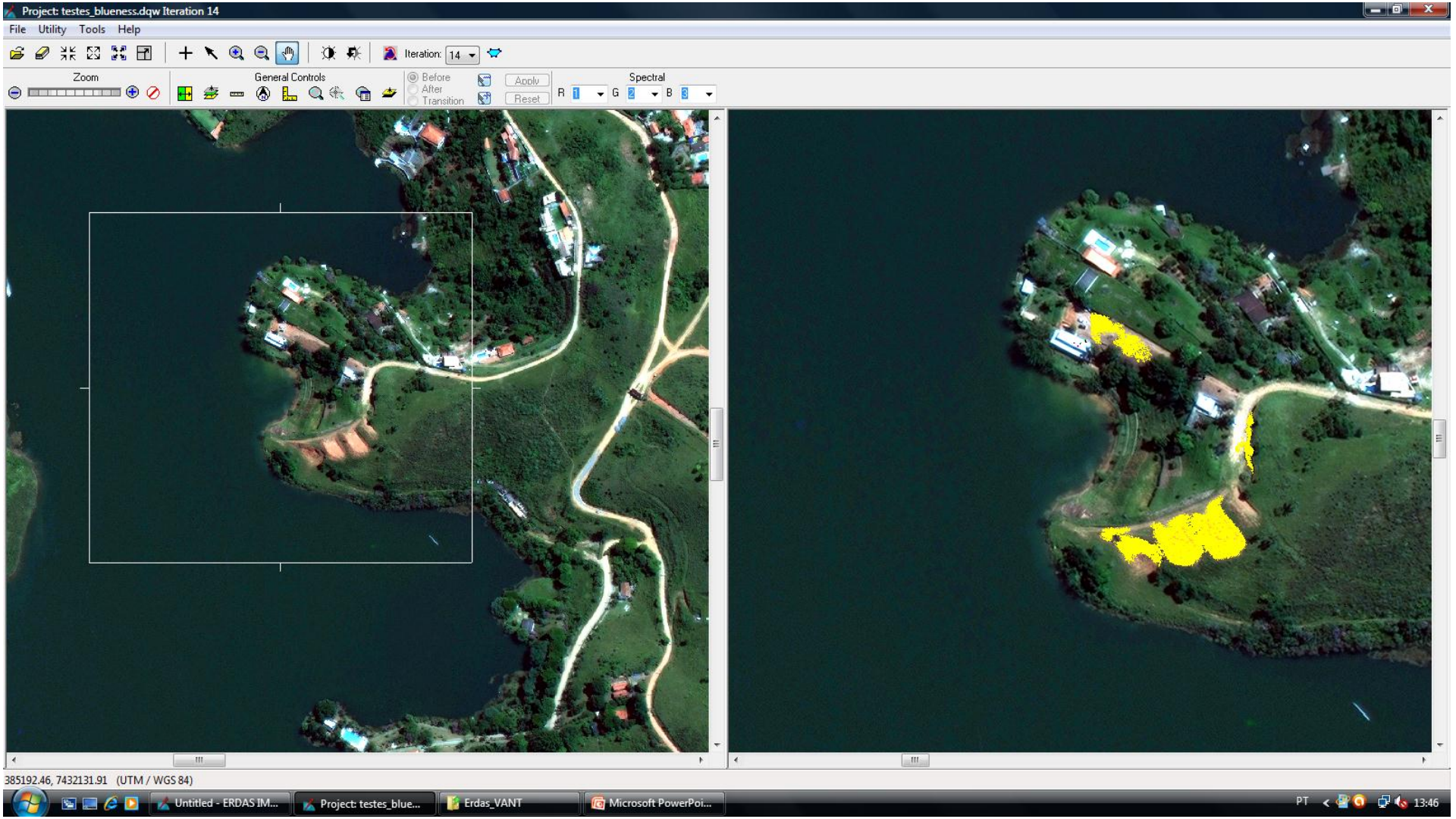


As regiões em amarelo indicam mudanças na cobertura do solo, representando invasões na represa

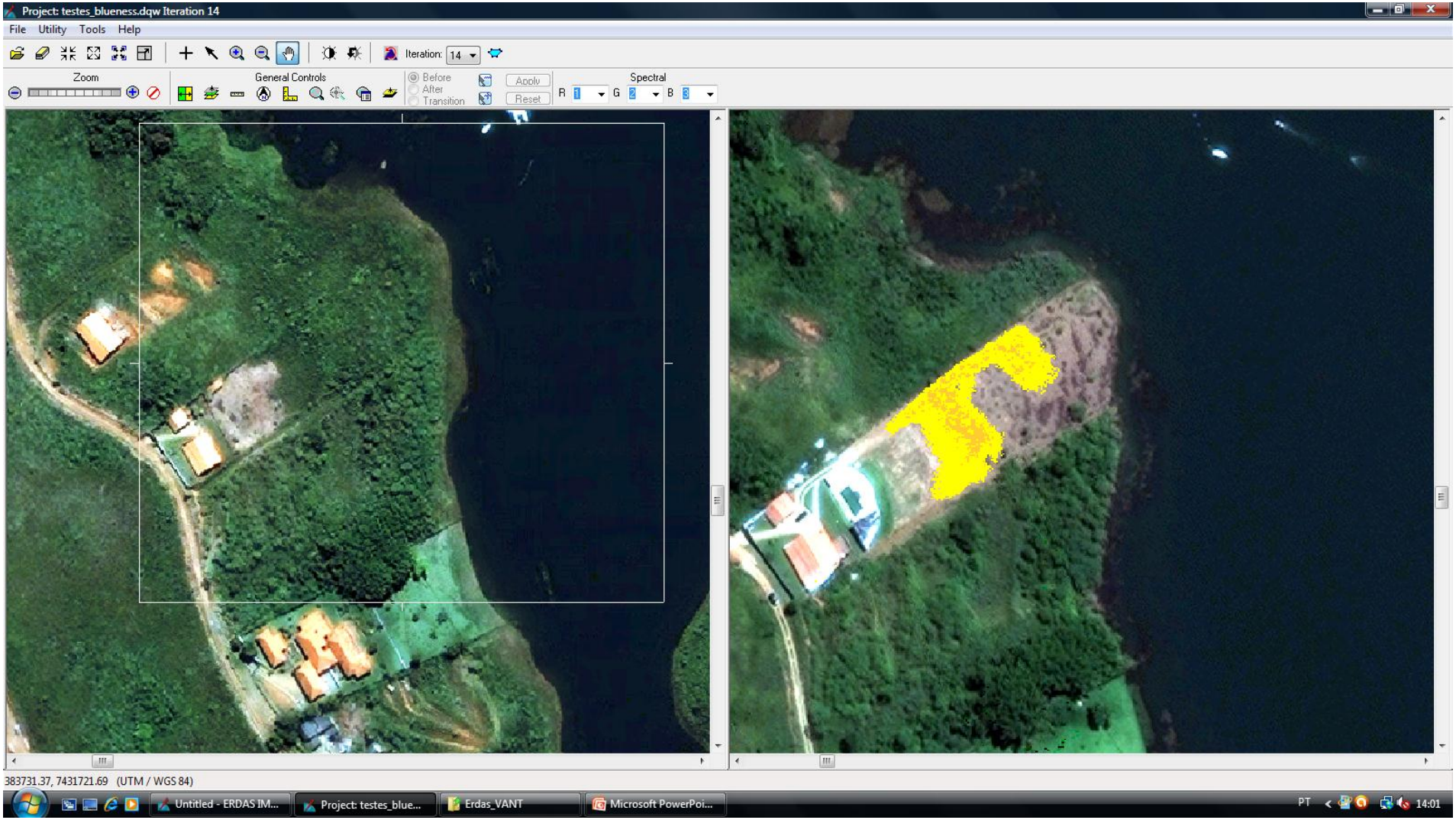
Exemplo (1) de mudanças detectadas



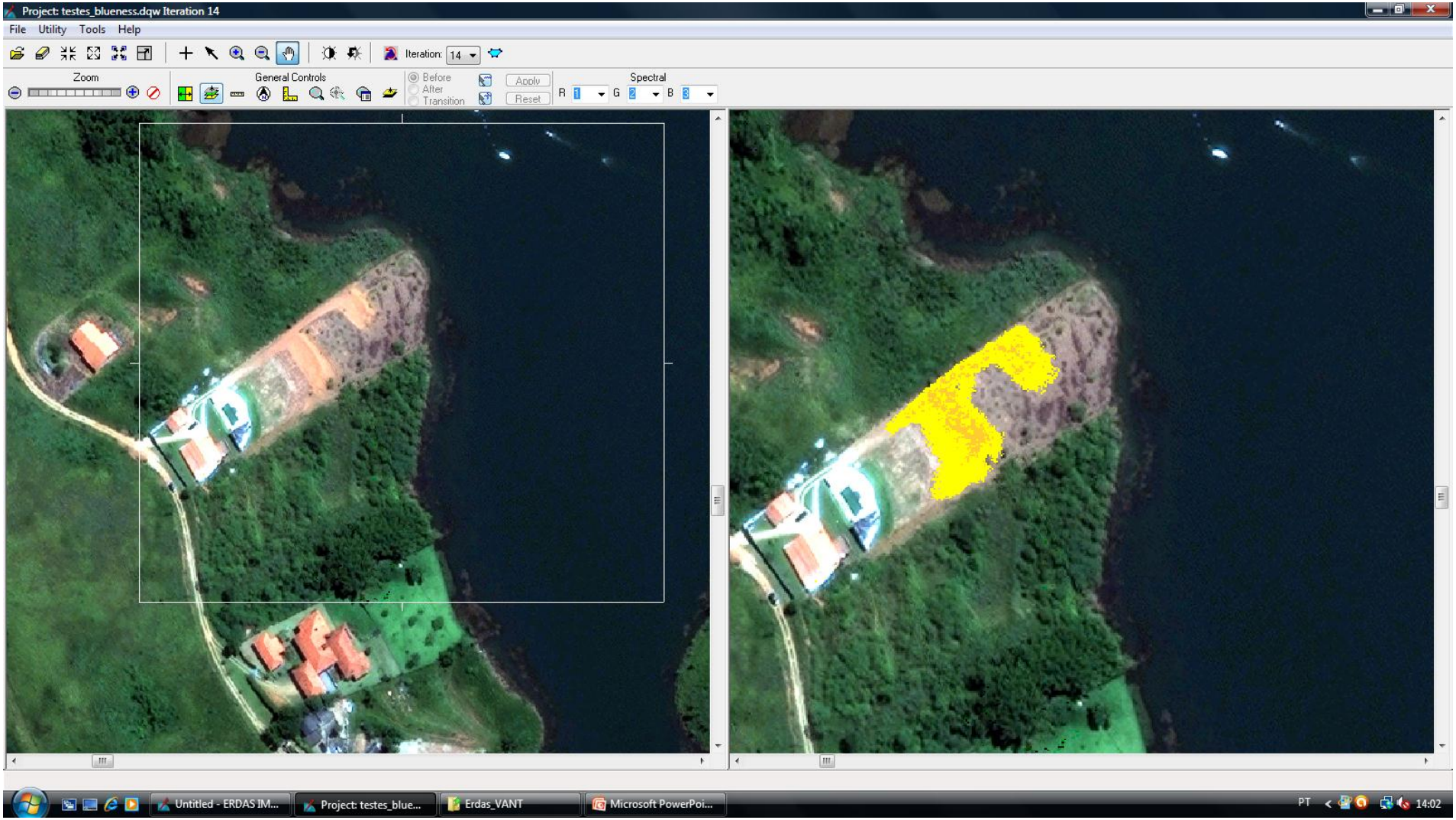
Exemplo (1) de mudanças detectadas



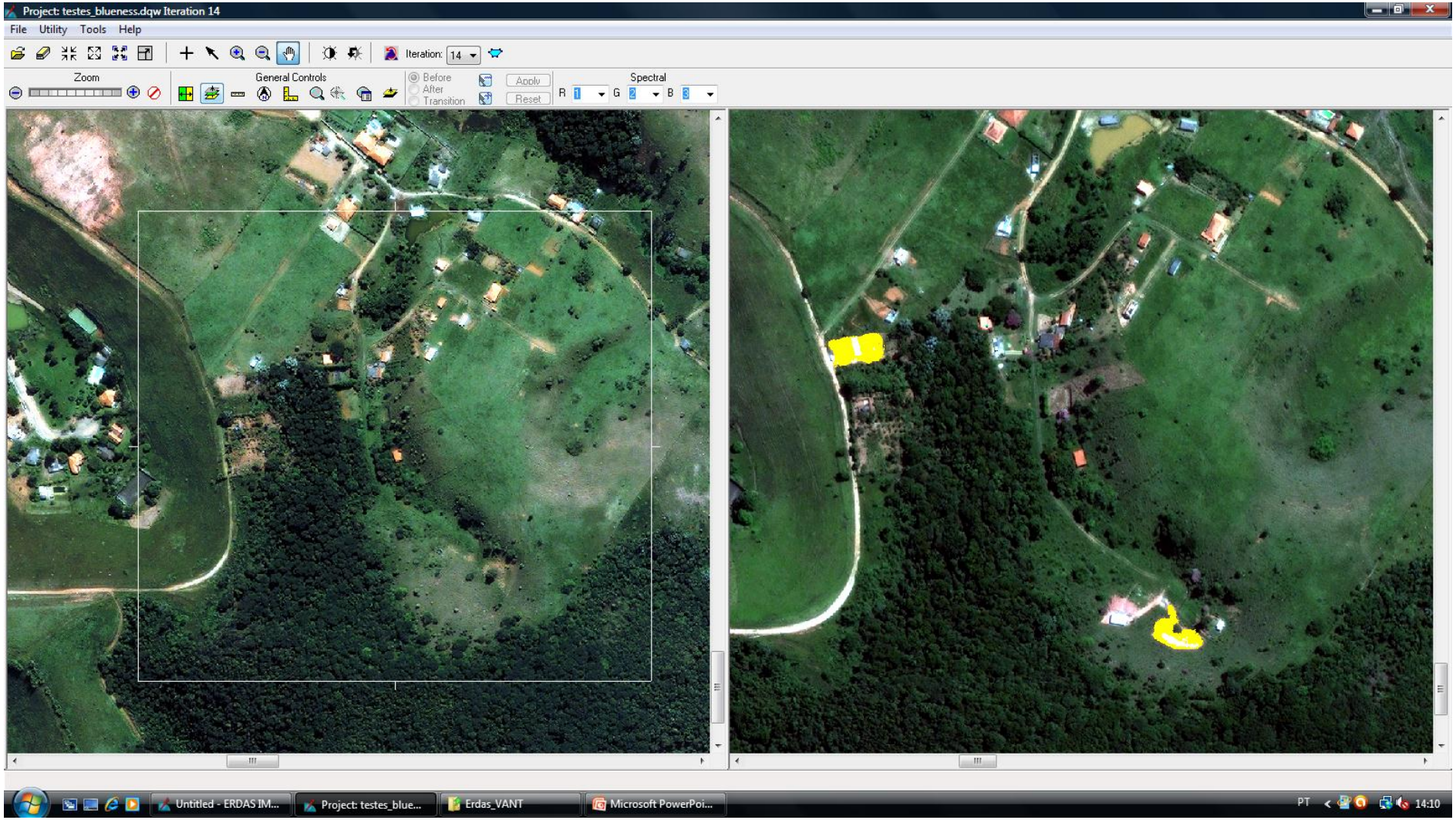
Exemplo (2) de mudanças detectadas



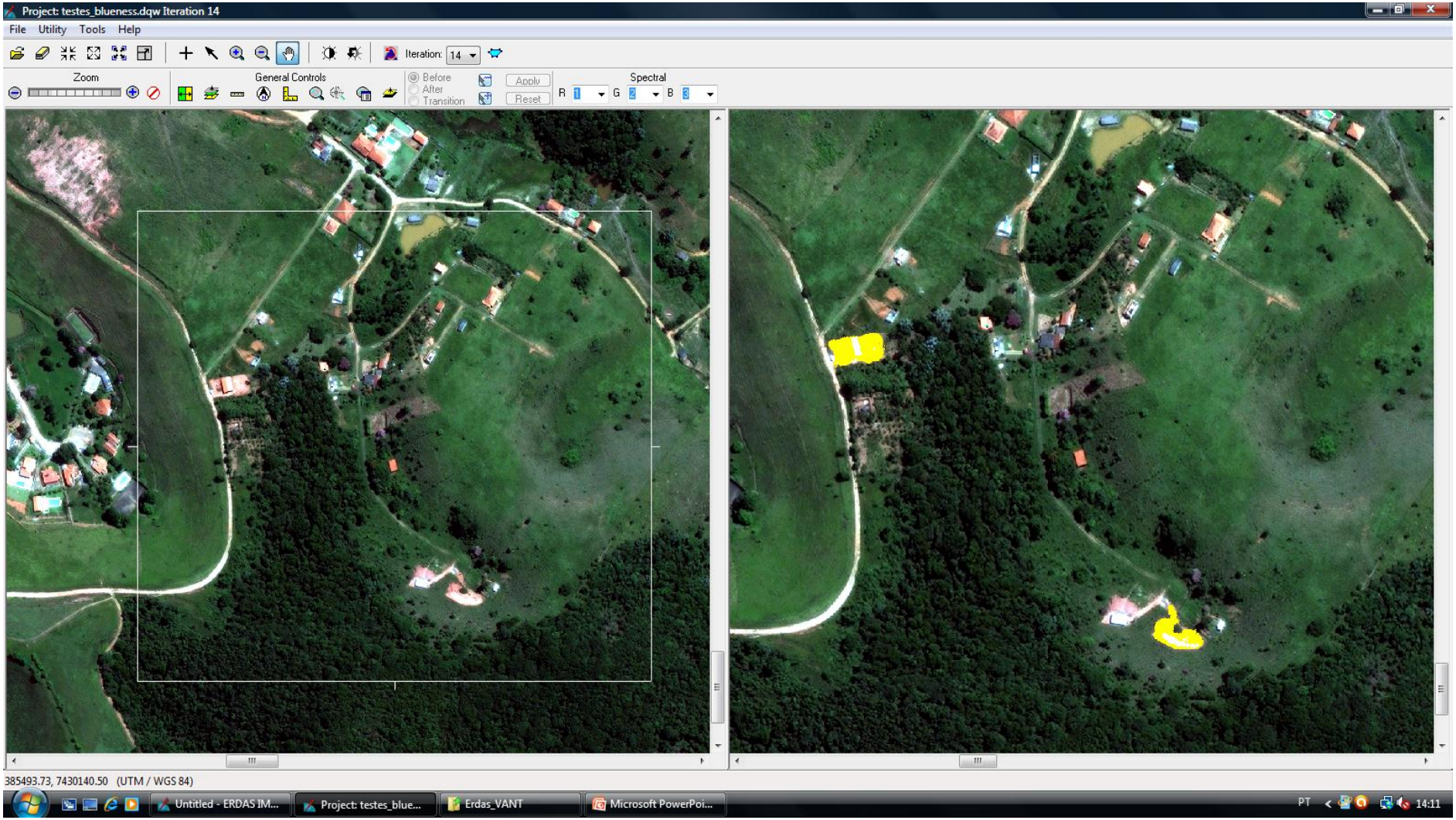
Exemplo (2) de mudanças detectadas



Exemplo (3) de mudanças detectadas

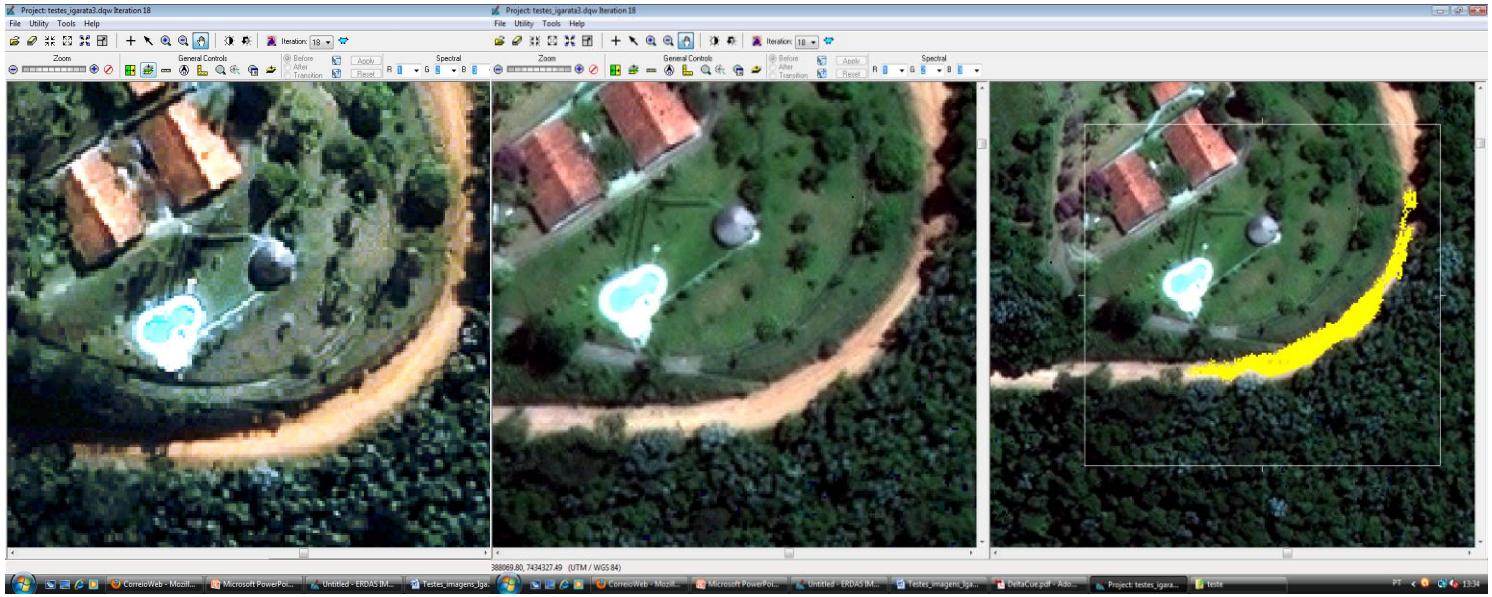


Exemplo (3) de mudanças detectadas

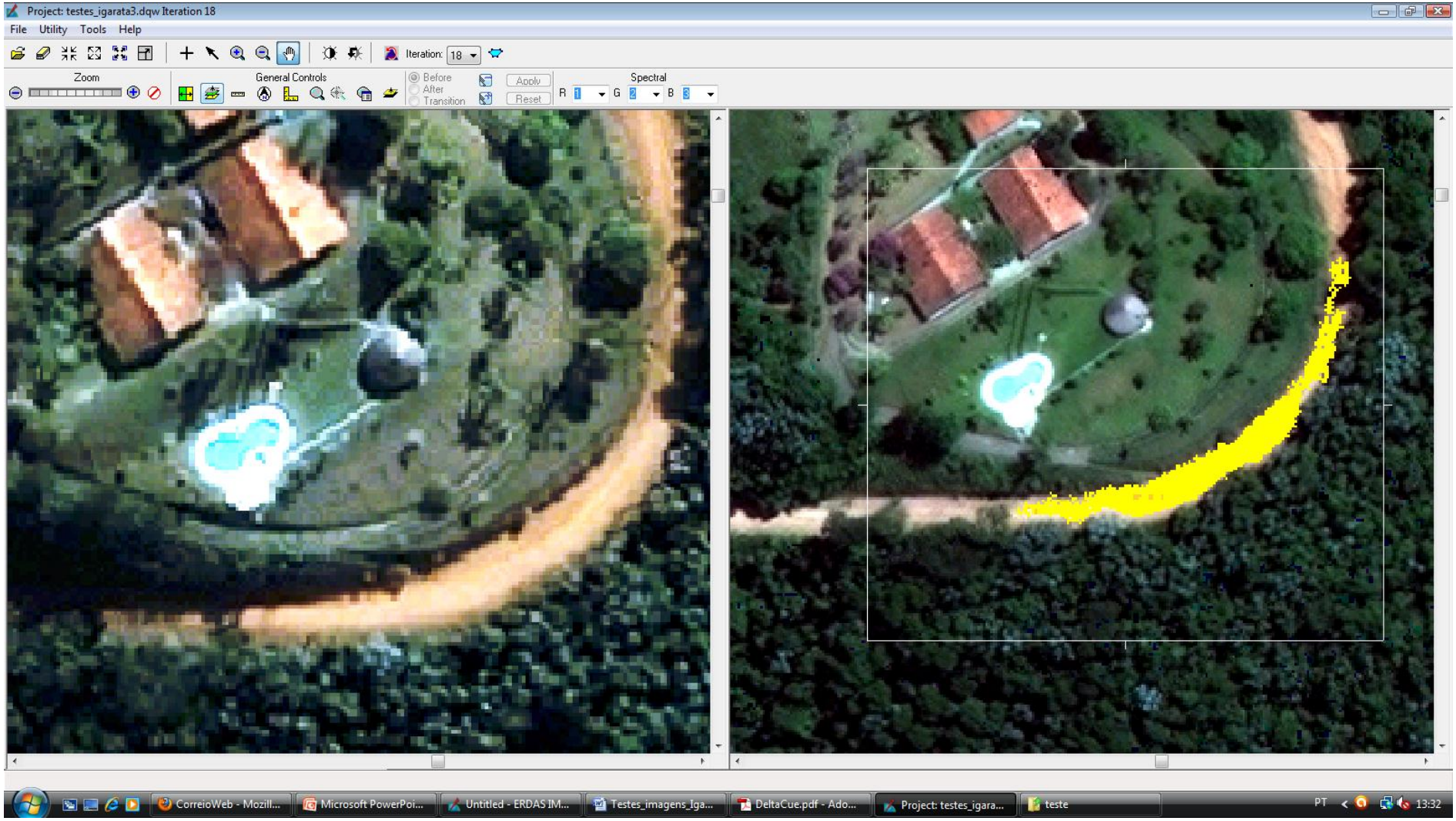


Obs: Atenção ao Registro de Imagens

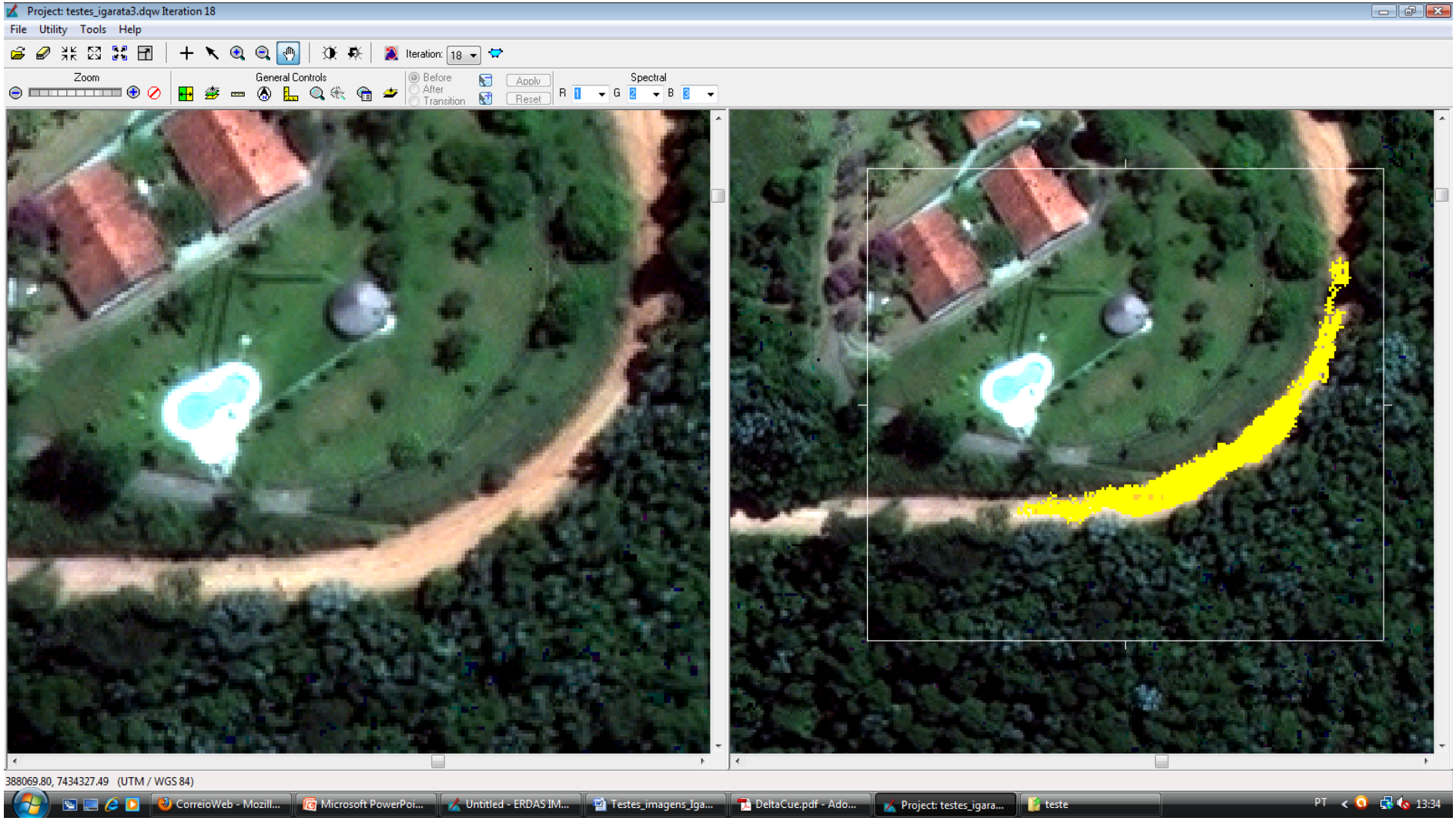
- Erros de comissão ocorrem devido ao Registro inadequado das imagens;



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

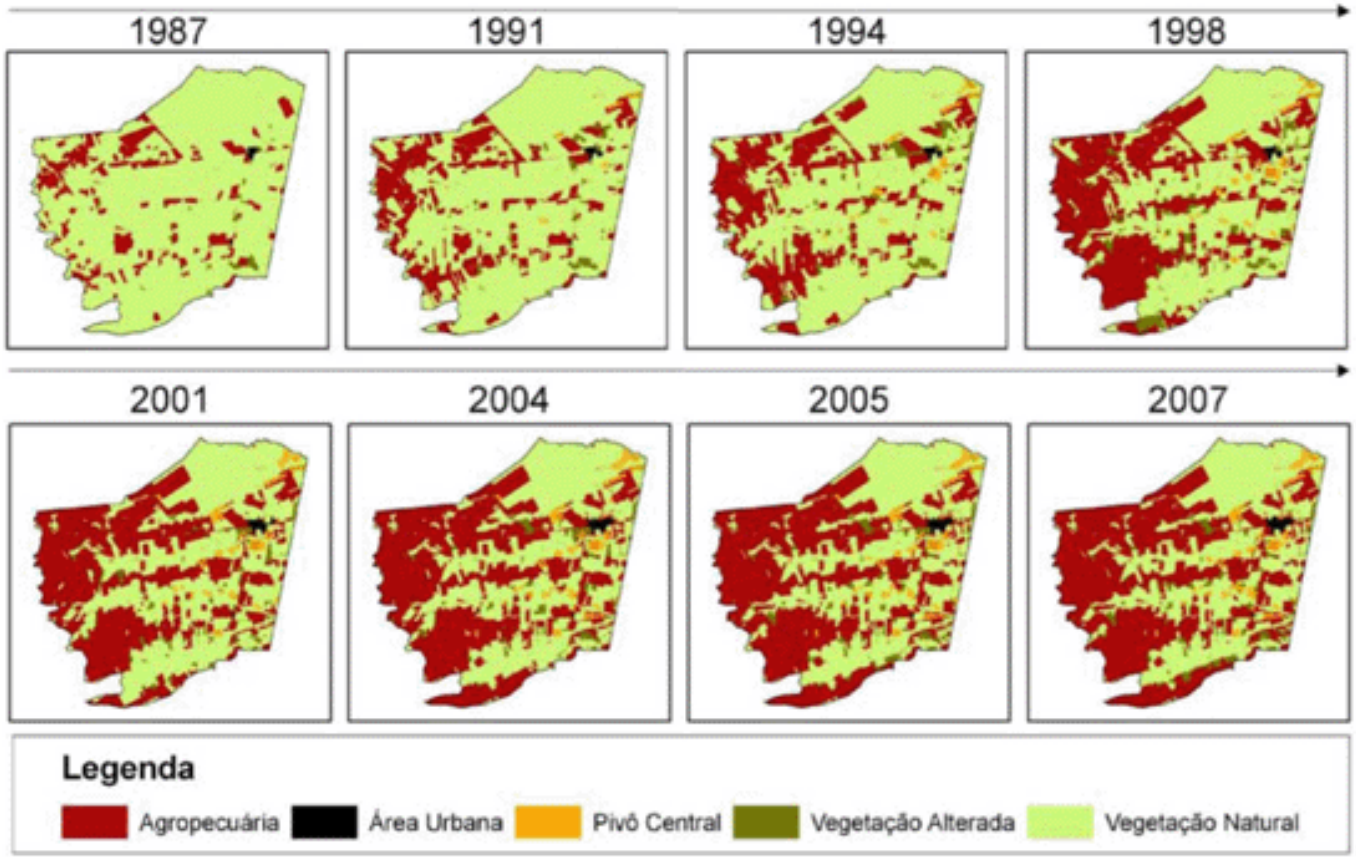
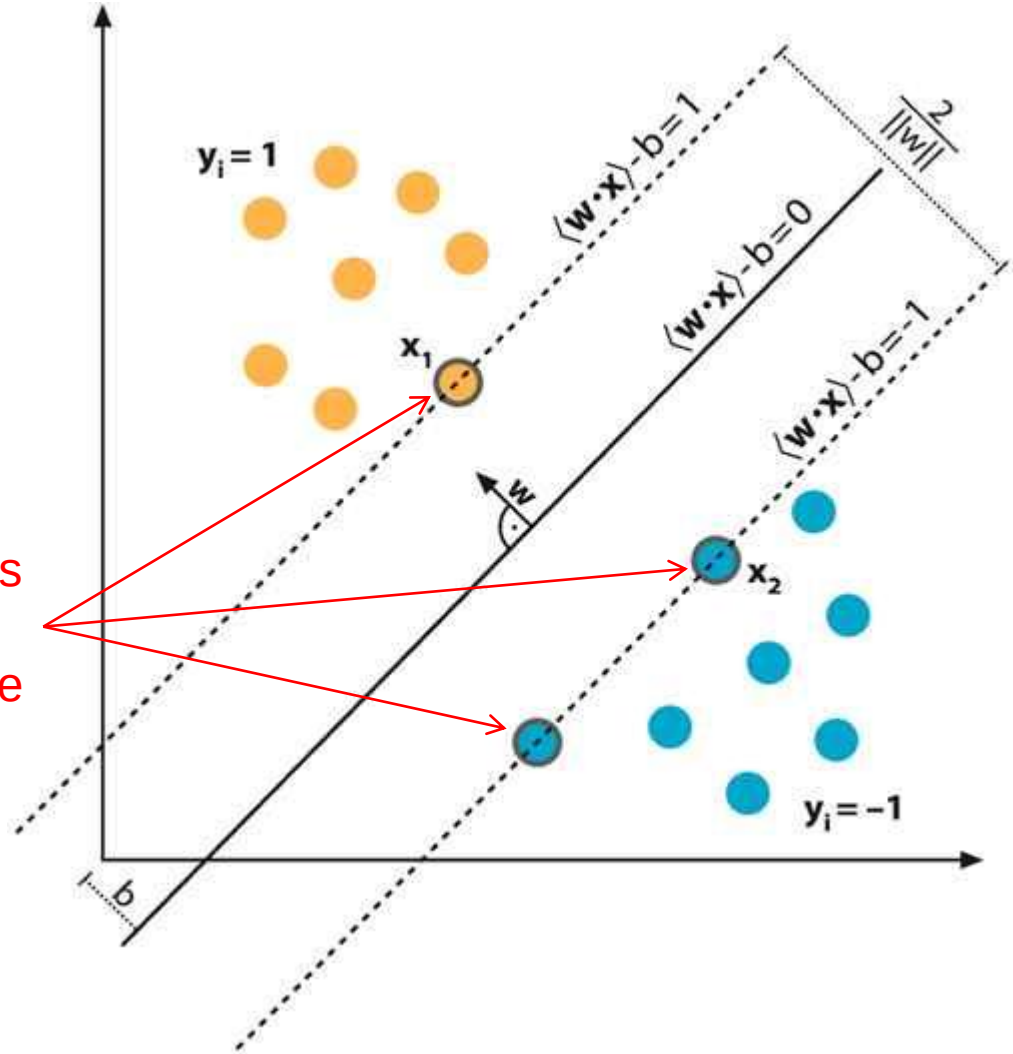


FIGURA 3: Evolução temporal do uso no município de Luis Eduardo Magalhães, localizada no oeste do Estado da Bahia. a) uso em 1987, b) uso em 1991, c) uso em 1994, d) uso em 1998, e) uso em 2001, f) uso em 2004, g) uso em 2005, e h) uso em 2007.

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

Algoritmo: Support Vector Machine (SVM)

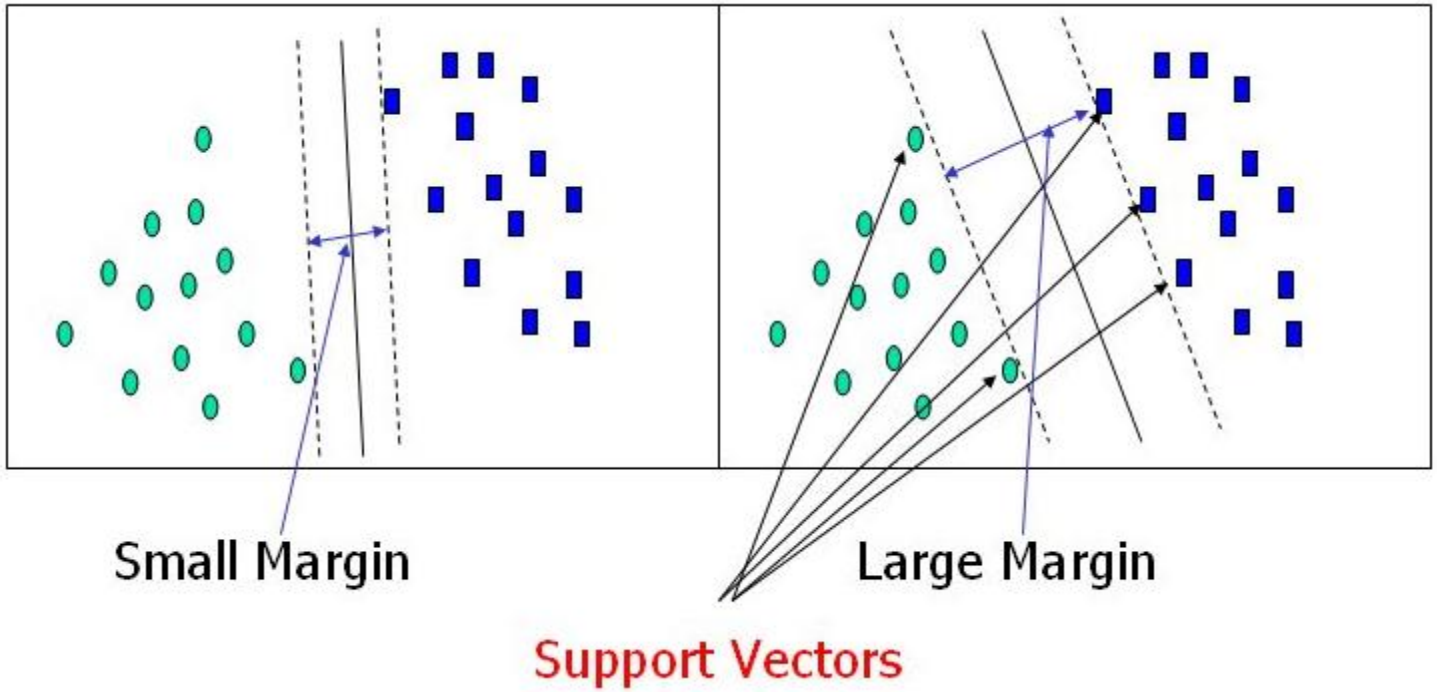


$$\longrightarrow \underset{\mathbf{w},b}{\text{Minimizar}} \ \frac{1}{2}\|\mathbf{w}\|^2$$

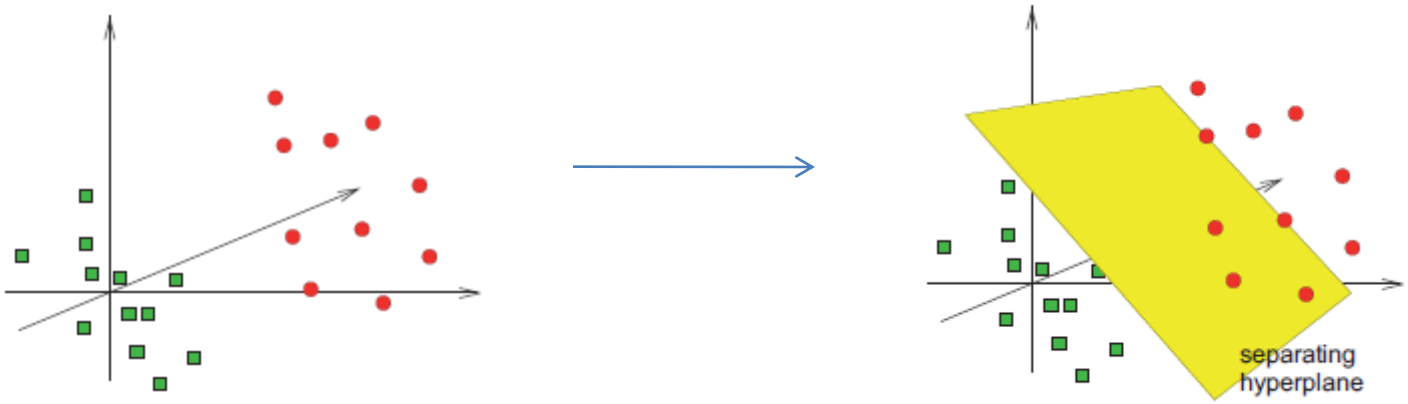
Support Vectors
ou
Vetores Suporte

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

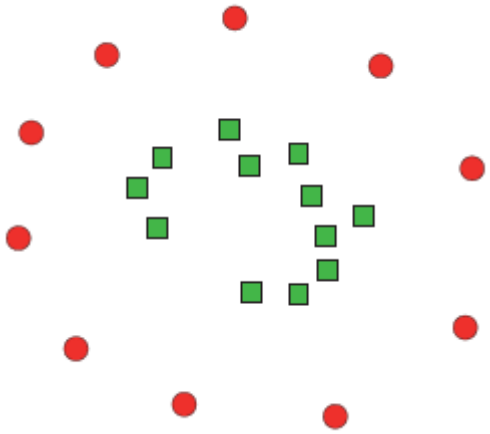
Support Vectors e Margem



Classificações envolvendo 3 variáveis: Hiperplano

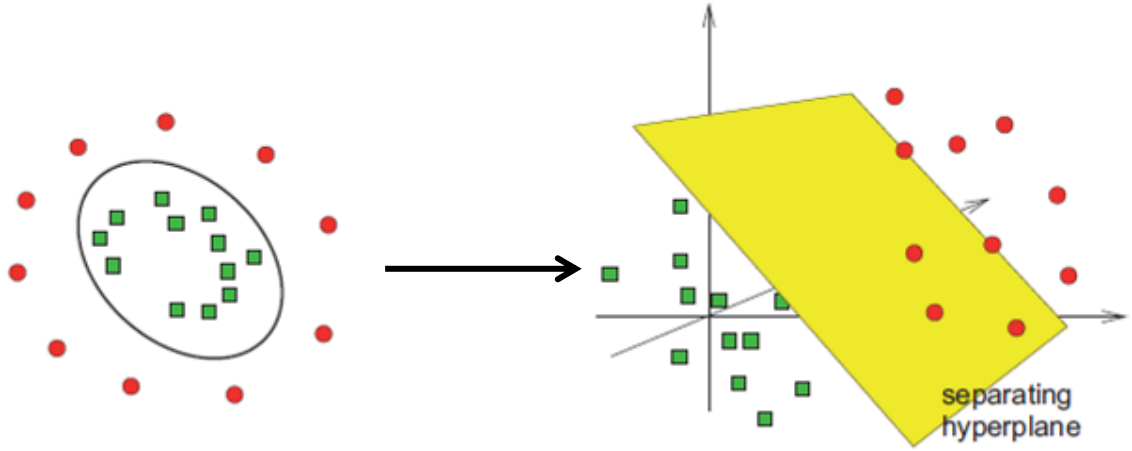


E se os dados forem não-lineares?



SVMs e Funções Kernel

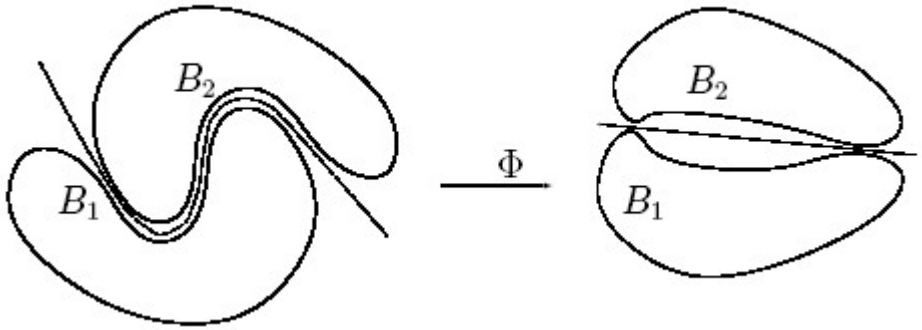
- Para classificar dados dispostos de maneira não-linear, foi proposta uma reprojeção dos dados amostrais em um espaço dimensional maior pelas funções Kernel (Φ), demonstrado por Hofmann, Scholkopf e Smola (2008);
- A partir deste novo espaço amostral o algoritmo de classificação SVM de Vapnik (1995)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

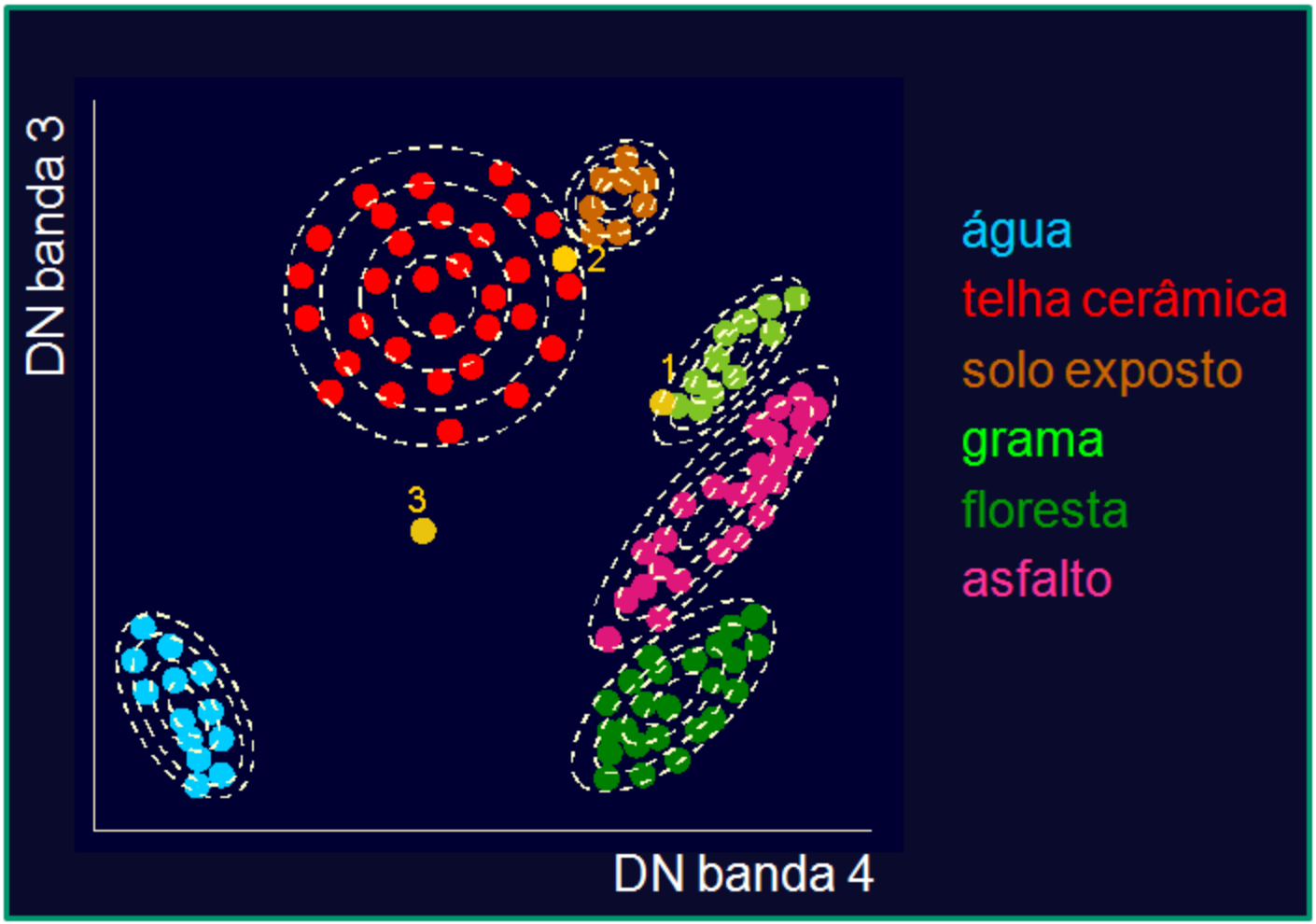


Vídeo com um exemplo de classificação SVM

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

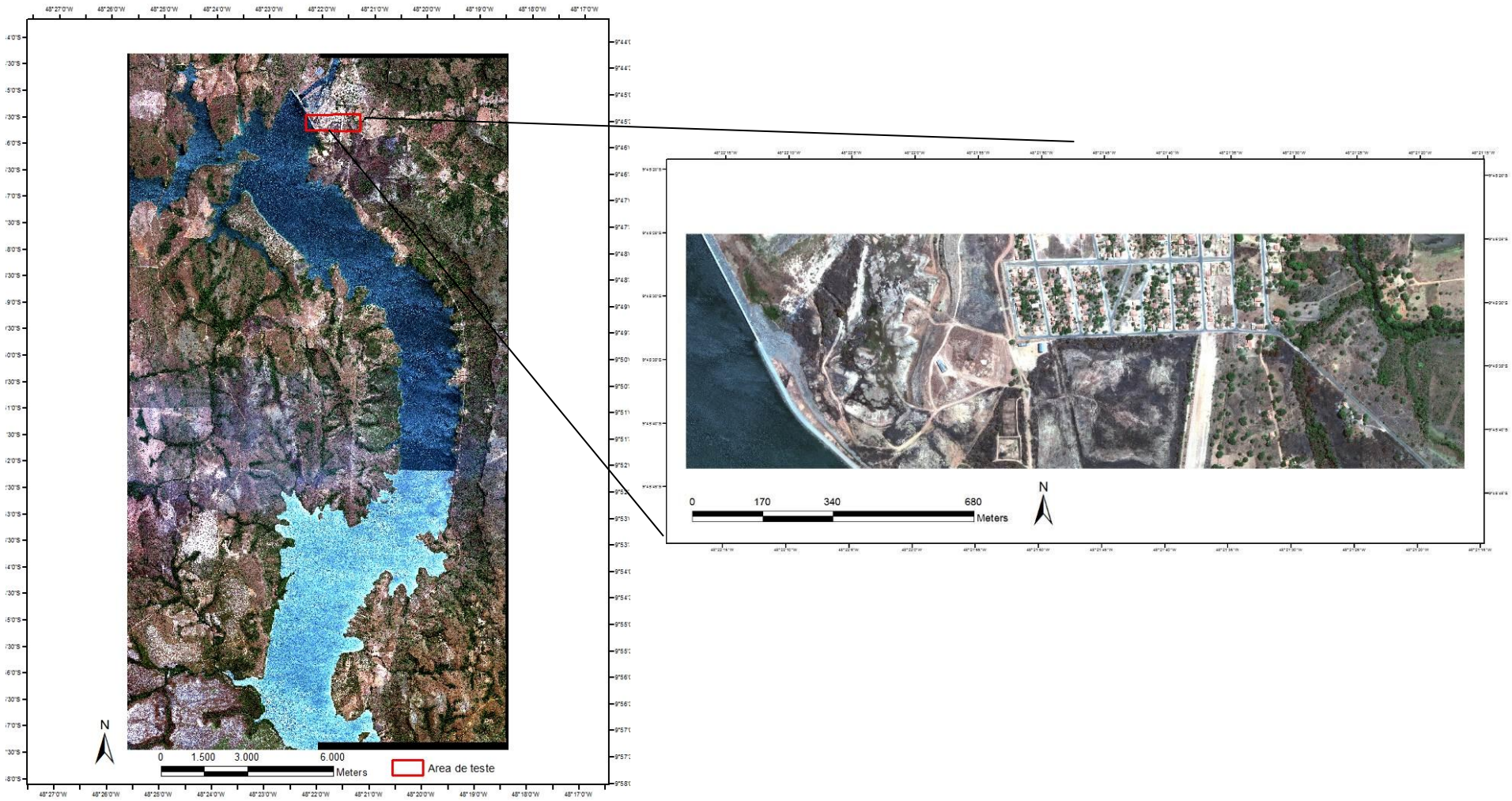
Classificação

Supervisionada – Máxima verossimilhança

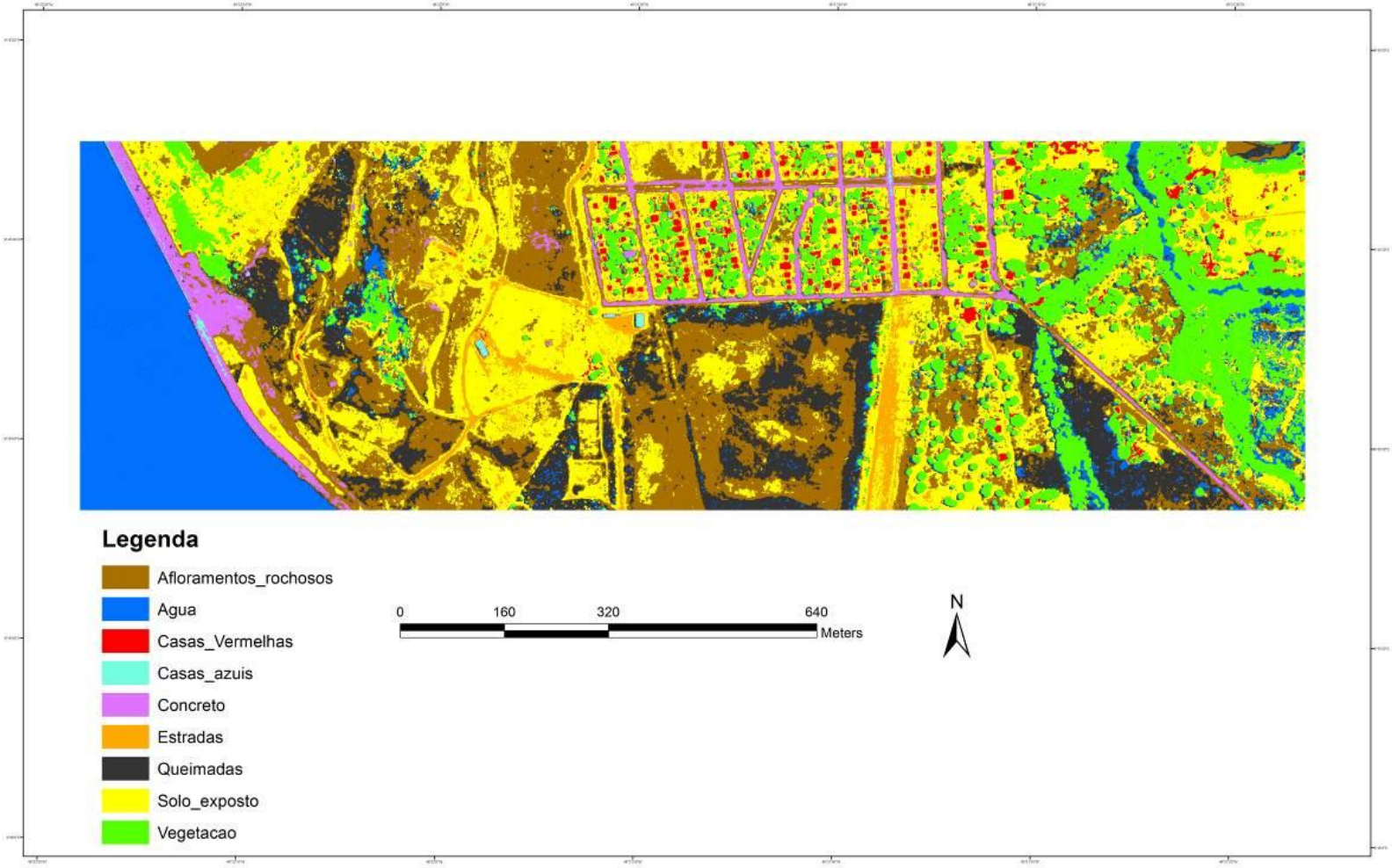


Adaptado de Clevers, 1999

Qualificação - Área de teste

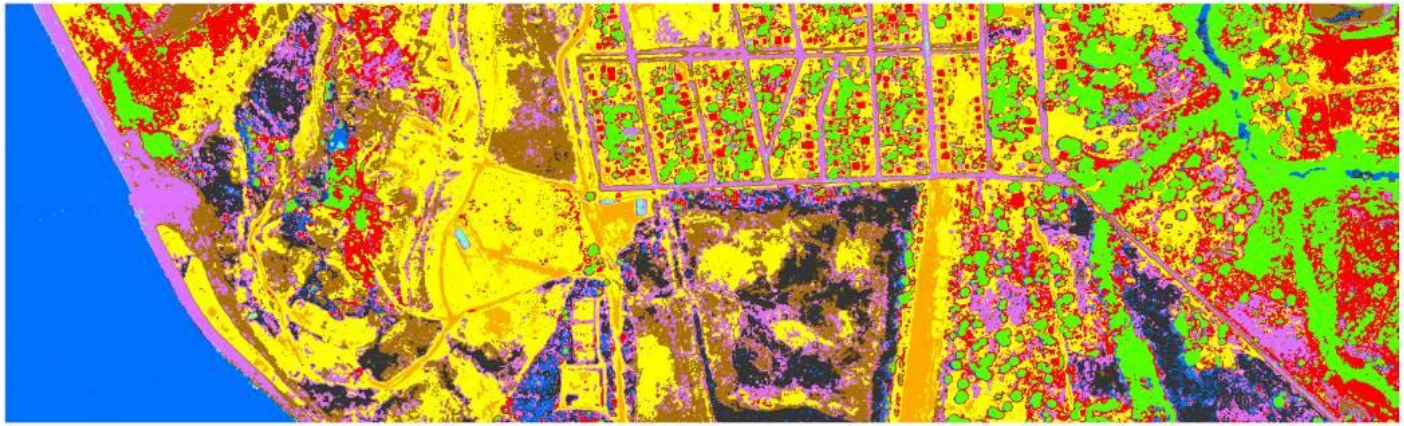


Resultados Parciais - SVM



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.