

# Classificação supervisionada aplicada à Imagens de Satélite obtidas através do Google Earth

Oscar L. Bertoldo Scherer <sup>1</sup>  
Prof<sup>a</sup> Msc. Adriane B. Thum <sup>2</sup>  
Telmo H. Alves Valles <sup>3</sup>  
Prof. Dr. Maurício Roberto Veronez <sup>4</sup>

<sup>1</sup> UNISINOS – Curso de Especialização em Georeferenciamento de Imóveis Rurais  
Av. UNISINOS, 950, São Leopoldo - RS  
[olbscherer@gmail.com](mailto:olbscherer@gmail.com)

<sup>2</sup> UNISINOS – Curso de Georeferenciamento de Imóveis Rurais  
Professora dos Cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Geologia  
Av. UNISINOS, 950, São Leopoldo - RS  
[adrianebt@unisinis.br](mailto:adrianebt@unisinis.br)

<sup>3</sup> UNISINOS – Laboratório de Sensoriamento Remoto e Cartografia Digital - LASERCA  
Av. UNISINOS, 950, São Leopoldo - RS  
[telmo.valles@unisinis.br](mailto:telmo.valles@unisinis.br)

<sup>4</sup> UNISINOS – Curso de Georeferenciamento de Imóveis Rurais  
Programa de Pós-graduação em Geologia  
Av. UNISINOS, 950, São Leopoldo - RS  
[veronez@unisinis.br](mailto:veronez@unisinis.br)

**Resumo:** Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir do método de classificação supervisionada da Máxima Verossimilhança, aplicado à imagens de satélite obtidas através do Google Earth. Apesar da baixa qualidade das imagens utilizadas, causada pela degradação das mesmas, para que possam ser disponibilizadas via Internet, o experimento mostrou através da avaliação estatística da matriz de erros e do coeficiente Kappa, que a carta temática gerada a partir da classificação de imagens obtidas através do software supracitado atingiu índices excelentes, indicando que seu uso como ferramenta de apoio na geração de mapas temáticos a partir de imagens de média resolução espacial é praticável.

**Palavras chave:** Google Earth, Classificação Supervisionada, Cartas Temáticas.

**Abstract:** This paper presents results obtained from the Maximum Likelihood supervised classification method, applied to satellite images obtained from Google Earth. Despite the utilized images low quality, caused by its degradation in as much as those images are intended to be available on the internet, the experiment showed, by means of statistical evaluation of error matrix and Kappa coefficient, that the thematic chart generated through classification of images obtained from the software herein mentioned, has reached excellent marks, indicating that its use as a support tool on thematic maps generation through medium spatial resolution images is affordable.

**Keywords:** Google Earth, Supervised Classification, Thematic Charts.

## 1. Introdução

O surgimento do software Google Earth vem popularizando de forma significativa o uso de imagens de satélite como ferramenta de apoio as mais diversas aplicações envolvendo a geração de informações georeferenciadas. Linhas de transmissão, linhas férreas e definição de APPs são apenas alguns exemplos das possibilidades de uso das informações oriundas do Google Earth. Contudo, ainda existe a necessidade de avaliação de um grande número de técnicas de sensoriamento remoto passíveis de aplicação nas imagens supracitadas. Dentre elas está a classificação de imagens de satélite, cujo uso destina-se, principalmente, a geração de cartas temáticas (vegetação, uso do solo, geologia, pedologia, etc.).

Este trabalho tem o objetivo de avaliar algumas das possibilidades e limitações do uso de uma das mais populares técnicas de classificação supervisionada, a da Máxima Verossimilhança (Crosta, 1993) em imagens obtidas através do Google Earth.

## 2. Área de Estudo

A área de estudo é delimitada pelas coordenadas 29° 19' 23.73" S, 51° 21' 26.19" O; 29° 19' 24.30" S, 51° 17' 33.52" O; 29° 25' 52.51" S, 51° 21' 27.55" O e 29° 25' 53.08" S, 51° 17' 34.64" , e abrange o município de Alto Feliz.

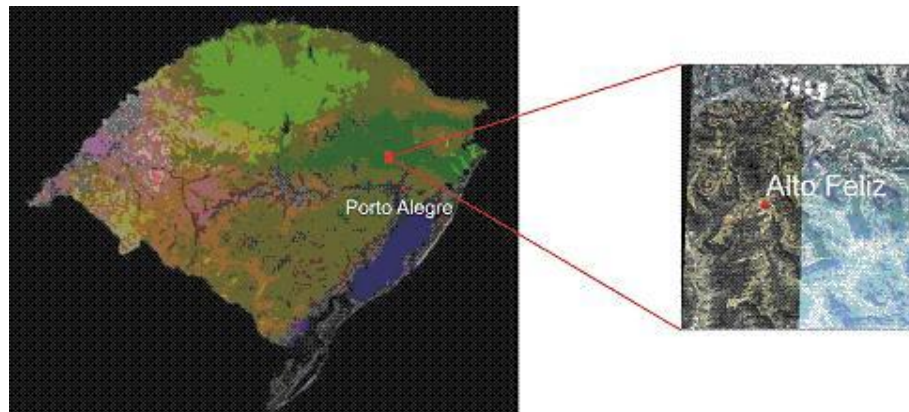


Figura 1 : Localização da área de estudo.

## 3. Materiais e Métodos

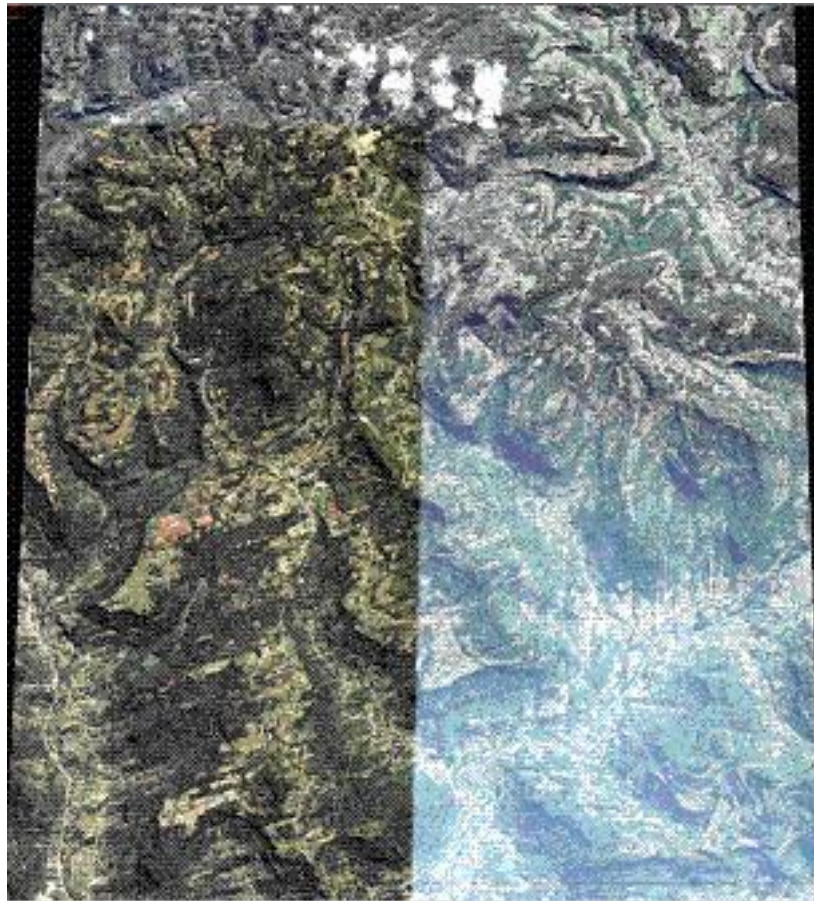
Foi utilizado um mosaico de imagens de satélite (Figura 2), obtidas a partir do *software Google Earth*, versão 4.2.0205.5730. As cenas componentes do mosaico foram imageadas entre 14/07/2002 e 20/07/2007. Para o processamento digital das imagens foram utilizados os *softwares ENVI 4.2* (disponibilizado pela UNISINOS) e *Ilwis 3.4* (*open source*). O georeferenciamento foi executado com base em pontos de coordenadas conhecidas, obtidos com o equipamento GPS Leika 953 CA/L1, (disponibilizado pela UNISINOS). Foi utilizado o elipsóide de referência SIRGAS 2000.

### 3.1 Classificação da Imagem

Foi adotada a classificação supervisionada devido ao conhecimento prévio da área de estudo e também pela resolução espacial da imagem utilizada, que permite a realização do reconhecimento visual da maior parte dos alvos existentes através da mesma. A necessidade de conhecimento prévio da área para este tipo de classificação advém da necessidade da definição de áreas homogêneas para compor as amostras de treinamento utilizadas durante o processo.

Para definição das classes utilizadas no processo de classificação da imagem foram adotados critérios baseados na observação de elementos como tonalidade, cor, forma, textura, tamanho e contexto dos alvos existentes. A partir destes critérios, foram definidas 7 classes temáticas:

- Classe 1 – construções e estradas pavimentadas
- Classe 2 - estradas não pavimentadas
- Classe 3 – áreas de solo exposto e afloramentos rochosos.
- Classe 4 – áreas de mata nativa e reflorestamento, compostas por árvores de grande porte.
- Classe 5 – áreas de vegetação rasteira e lavouras.
- Classe 6 – corpos d'água.
- Classe 7 – nuvens



**Figura 2** : Mosaico original das imagens empregadas no trabalho.

### **3.2 Processamento Digital da Imagem**

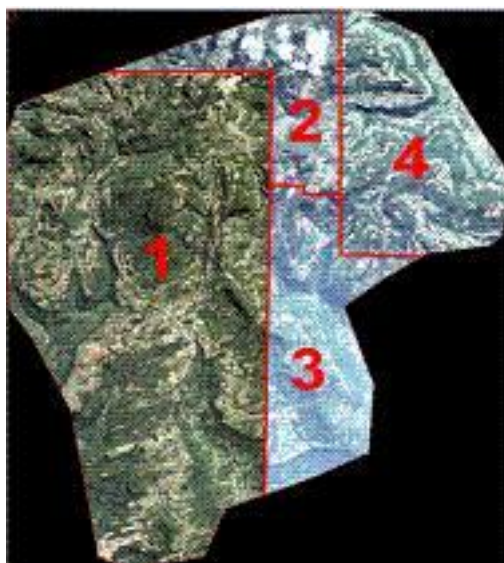
Foi dividido nas etapas descritas a seguir:

#### **Recorte da imagem**

A imagem foi recortada seguindo os limites do município de Alto Feliz, com o intuito de reduzir o tempo empregado no processamento digital da mesma.

#### **Fracionamento da imagem**

Etapa executada com a finalidade de minimizar erros de classificação, advindos das diferenças entre os valores de DNs percebidas entre pixels pertencentes a mesma classe temática, localizados em regiões diferentes da imagem. Estas diferenças são causadas pelo fato dos mosaicos disponíveis no *Google Earth* serem compostos por fragmentos de imagens coletadas em datas distintas. A imagem foi fragmentada em 4 partes, numeradas de 1 à 4 (Figura 3) e processadas individualmente.



**Figura 3** : Localização dos fragmentos da imagem

### **Coleta das amostras de treinamento**

Etapa onde foram selecionadas e delimitadas, através da digitalização de polígonos, as áreas utilizadas no treinamento do algoritmo classificador.

### **Classificação da imagem**

Nesta etapa foi escolhido o método de classificação a ser utilizado. Por ser o mais comum dentre os métodos de classificação supervisionada, foi escolhido o método da Máxima Verossimilhança - *Maximum Likelihood*- (Crosta, 1993). Com base no valor médio e na matriz de covariância dos pixels incluídos nas amostras de treinamento, este método determina qual a possibilidade de um pixel pertencer a uma determinada classe temática (Mather, 2004).

Por apresentar elementos pertencentes a todas as classes temáticas definidas anteriormente, o fragmento número 2 foi utilizado como área de testes.

### **Avaliação das imagens classificadas**

Para determinar a acurácia dos resultados das classificações, foi utilizada a matriz de erros e os índices derivados da mesma. A matriz de erros é calculada com base nos valores obtidos a partir da comparação entre a localização de cada pixel da imagem original com o seu correspondente na imagem resultante da classificação. Esta matriz apresenta, de forma resumida, a imagem classificada com a imagem original (Spiegel, 1993 apud in Brito *et al.*, 2007).

A partir da matriz de erros obtêm-se o índice de precisão global, que representa o número total de pixels corretamente classificados em relação ao número total de pixels componentes da amostras de classificação (Watzlawick *et al.*, 2002 apud in Brito *et al.*, 2007).

Outro parâmetro utilizado para avaliar a acurácia da classificação da imagem é o coeficiente Kappa (Lands & Koch, 1977 apud in Santos *et al.*, 2007). É calculado a partir da comparação dos dados coletados em campo (verdade terrestre), com o resultado da classificação (Mather, 2004). É estaticamente mais adequado para avaliar a exatidão da classificação, pois considera todos os elementos da matriz de erros, e não apenas os que compõem a diagonal principal como ocorre com o índice de precisão global. O quadro 1 indica a qualidade da classificação gerada de acordo com o coeficiente Kappa obtido.

Valor Kappa	Qualidade do mapa temático
< 0,00	Péssima
0,00 - 0,20	Ruim
0,20 - 0,40	Razoável
0,40 - 0,60	Boa
0,60 - 0,80	Muito Boa
0,80 - 1,00	Excelente

**Quadro 1** - Qualidade da classificação associada aos valores do coeficiente Kappa.

#### 4. Discussão e Resultados

Durante a fase de testes os resultados obtidos a partir da classificação, indicaram comportamento espectral semelhante entre as classes 2 (estradas não pavimentadas) e 3 (áreas de solo exposto e afloramentos rochosos), entre as classes 6 (corpos d'água), 3 e 4 (áreas de mata nativa e reflorestamento) e entre as classes 7 (nuvens) e 1 (construções e estradas pavimentadas). Com o objetivo de reduzir os conflitos entre os pixels pertencentes as classes supracitadas, foram aplicadas técnicas de ajuste de contraste de imagem, porém não foram obtidos resultados satisfatórios. Sendo assim, as classes temáticas foram redefinidas e reduzidas para 4, como segue:

- Classe 1 – construções, estradas pavimentadas e nuvens.
- Classe 2 – áreas de solo exposto, afloramentos rochosos e estradas não pavimentadas.
- Classe 3 - áreas de mata nativa e reflorestamento e corpo d'água.
- Classe 4 - áreas de vegetação rasteira, lavouras e corpos d'água.

Após a redefinição das classes temáticas, todos os fragmentos da imagem foram re-classificados. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Para o fragmento 1 o coeficiente Kappa foi igual a 0,8507 e o índice de exatidão global foi de 93,09%. A diagonal principal da matriz de erros calculada para este fragmento (Quadro 1), demonstra em valores percentuais a acurácia da classificação para cada uma das classes temáticas. Os erros de classificação são visíveis fora da diagonal principal e indicam pixels classificados erroneamente. A coluna intitulada Total exibe a área total ocupada por cada classe temática na imagem. Neste fragmento os erros de classificação envolvem as classes 3 e 4.

**Coeficiente Kappa:** 0,8507

**Exatidão Global:** 93,09%



**Quadro 2** - matriz de erros referente a fragmento nº 1.

Para o fragmento 2 o coeficiente Kappa foi igual a 0,8871 e o índice de exatidão global foi de 94,02%. A matriz de erros é exibida no quadro 3. Neste fragmento os erros de classificação envolvem as classes 2, 3 e 4.

**Coeficiente Kappa:** 0,8871

**Exatidão Global:** 94,02%

Para o fragmento 3 o coeficiente Kappa foi igual a 0,9347 e o índice de exatidão global foi de 96,24%. A matriz de erros é exibida no quadro 4. Neste fragmento os erros de classificação envolvem as 4.

Matriz de Erros (%)					
Classe	1	2	3	4	Total
1	100,00	000,00	000,01	000,00	000,63
2	000,00	099,22	000,10	000,00	024,43
3	000,00	000,01	091,97	005,73	060,66
4	000,00	000,77	007,93	094,27	014,28
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Quadro 3 - matriz de erros referente a fragmento nº 2.

Coeficiente Kappa: 0,9347

Exatidão Global: 96,24%

Matriz de Erros (%)					
Classe	1	2	3	4	Total
1	099,43	000,11	000,01	000,00	001,50
2	000,11	098,14	000,37	000,50	050,27
3	000,11	000,14	094,58	008,48	039,45
4	000,34	001,61	005,04	091,02	008,78
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Quadro 4 - matriz de erros referente a fragmento nº 3.

Para o fragmento 4 o coeficiente Kappa foi igual a 0,9347 indicando boa qualidade. O índice de exatidão global foi de 99,52%, caracterizando também um resultado muito bom. A matriz de erros é exibida no quadro 5. Neste fragmento os erros de classificação envolvem as classes 3 e 4.

Coeficiente Kappa: 0,9997

Exatidão Global: 99,52%

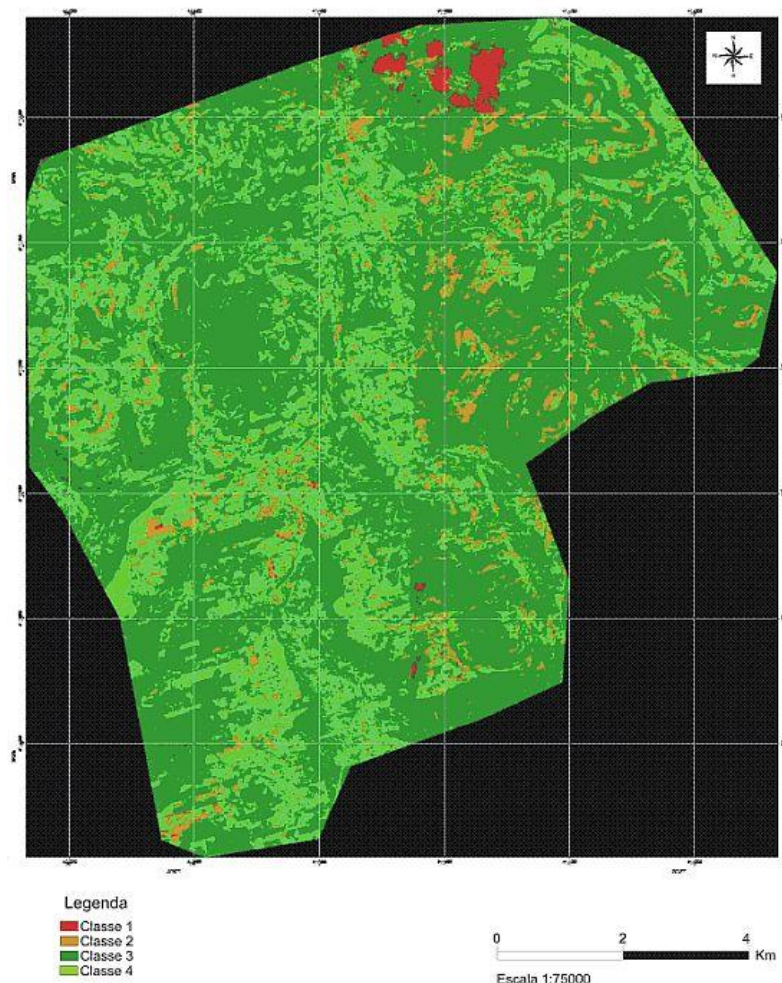
Matriz de Erros (%)					
Classe	1	2	3	4	Total
1	100,00	000,00	000,00	000,00	001,05
2	000,00	100,00	000,00	000,00	030,91
3	000,00	000,00	099,25	000,32	061,29
4	000,00	000,00	000,75	099,68	006,75
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Quadro 5 - matriz de erros referente a fragmento nº 4.

Em todos os fragmentos o Coeficiente Kappa resultante foi superior a 0,80. O Índice de Exatidão Global foi superior a 90% em todos os casos, indicando também, bons resultados. Observa-se que os erros de classificação mais significativos ocorrem entre as classes 3 e 4, atingindo índices superiores a 5% nos fragmentos 1, 2 e 3. A provável causa destes erros é a semelhança entre os DNs dos pixels pertencentes as classes supracitadas. Este problema é causado pela baixa qualidade das imagens utilizadas, decorrente dos processos a que são submetidas para que possam ser disponibilizadas pelo Google Earth através da Internet.

A figura 4 mostra a carta temática resultante dos processos a que foram submetidas as imagens de satélite em questão.

### Carta Temática Resultante da Classificação



**Figura 4** : Carta Temática resultante da classificação

## 5. Conclusões

Apesar das limitações decorrentes dos processos necessários para disponibilização via Internet, as imagens de satélite obtidas a partir do Google Earth constituem excelente material de apoio para a geração de mapas temáticos a partir da aplicação de métodos de classificação supervisionada.

Seu uso é recomendado em conjunto com imagens de média resolução espacial e baixo custo, de sensores como ASTER, Landsat e CBERS, por exemplo.

## 6. Referências Bibliográficas

**Brito, A.**, et al. *Avaliação da acurácia do “Mapeamento da Flora Nativa e dos Reflorestamentos do Estado de Minas Gerais”*. Universidade Federal de Lavras - UFLA/LEMAF em: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1615-1617.

**Crósta A. P.**. *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Instituto de Geociências – Departamento de Mineralogia, UNICAMP. 1993.170 p.

**Mather P. M.**. *Computer Processing of Remotely Sensed Images: An Introduction*. The University of Nottighan – John Wiley & Sons, Ltd. 3rd ed. 2004. 324 p.

**Santos, W. J. R.**, et al. *Exatidão de Classificações Automáticas de uma Imagem Landsat 5 TM para a Região Cafeeira de Machado, MG*