

# CLASSIFICAÇÃO DE UMA IMAGEM IKONOS UTILIZANDO AS TÉCNICAS “PIXEL A PIXEL” E A ANÁLISE ORIENTADA A REGIÃO

Ítalo Cavassim Junior <sup>1</sup>  
Jorge Centeno <sup>2</sup>

1 Universidade Federal do Paraná – [italo@geoc.ufpr.br](mailto:italo@geoc.ufpr.br)

2 Universidade Federal do Paraná – [centeno@ufpr.br](mailto:centeno@ufpr.br)

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma classificação supervisionada de uma imagem do sensor IKONOS, utilizando o método de classificação “pixel” a “pixel” e o método de classificação baseado em regiões, comparando os dois resultados. O primeiro método a ser realizado foi o de classificação “pixel” a “pixel”. A técnica utilizada para a classificação dos “pixels” foi a da Máxima Verossimilhança. A segunda classificação foi efetuada utilizando-se a análise orientada ao objeto. Para a metodologia baseada na análise por região, ou orientada ao objeto, o primeiro processo a ser realizado nessa abordagem é a segmentação da imagem. Foram efetuadas várias segmentações até que a quantidade de regiões fosse necessária para agrupar as classes de interesse definidas “a priori”. Essas regiões segmentadas devem ser suficientemente pequenas de maneira que, possam representar no mínimo a cobertura das casas presentes na imagem. Comparando-se os resultados da duas metodologias conclui-se que, no método “pixel” a “pixel” a imagem classificada ficou com ruídos e no método de classificação orientado ao objeto as classes ficaram mais homogêneas, isto ocorreu devido ao fato da segmentação realizada na imagem ter agrupado os “pixels” mais correlacionados.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto, Classificação, Resolução Espacial

## ABSTRACT

This work had as objective accomplishes a supervised classification of an image of sensor IKONOS, using the method of classification "pixel" the "pixel" and the classification method based on areas, comparing the two results. The first method to be accomplished was it of classification "pixel" the "pixel". The technique used for

the classification of the "pixels" was the one of the MáxVer. The second classification was made being used the analysis guided to the object. For the methodology based on the analysis by area, or guided to the object, the first process the being accomplished in that approach is the segmentation of the image. Several segmentations were made until that the amount of areas was necessary to contain the classes of interest defined. Those segmented areas should be sufficiently small so that, they can act at least the covering of the present houses in the image. Being compared the results of the two methodologies is ended that, in the method "pixel" the "pixel" the classified image was with noises and in the classification method guided to the object the classes were more homogeneous, this happened due to the fact of the segmentation accomplished in the image to have contained the "pixels" more correlated.

**Keywords :** Remote Sensing, Classification, Space Resolution

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de classificação de imagens é de grande importância na extração de informações de imagens de Sensoriamento Remoto. A classificação das imagens de satélites multiespectrais consiste da associação de cada pixel da imagem a um "rótulo" que descreve um objeto real (vegetação, solo, etc.). Assim, os valores numéricos associados a cada pixel, definidos pela reflectância dos materiais que compõem esse pixel, são identificados em termos de um tipo de cobertura da superfície terrestre imageada (água, tipo de solo, de vegetação, etc.), podendo ser chamadas de temas ou classes.

Quando esse tipo de operação é efetuado para todos os pixels de uma determinada área, o resultado é um mapa temático, mostrando a distribuição geográfica de uma classe, como por exemplo, a vegetação. No entanto "pixel a pixel" não é a única opção para o problema da classificação. Uma alternativa é a classificação orientada a regiões, onde grupos de pixels são analisados em lugar de pixels isolados.

Com o aparecimento de sensores de alta resolução no sensoriamento remoto, a eficiência da classificação "pixel a pixel", tradicionalmente usada, está sendo questionada, pois o alto grau de detalhe destas imagens torna evidente variações espectrais entre os objetos que antes, com resolução espacial mais grosseira, não eram vistas. Ao mesmo tempo tornam-se visíveis os contornos dos objetos, o que propicia a identificação de cada um deles em lugar de uma região ocupada por vários objetos similares, como ocorria nas imagens de resolução espacial média. Assim, fica aberta a escolha do método mais apropriado para a extração de informações temática de imagens de alta resolução espacial.

O objetivo deste estudo é efetuar uma comparação de abordagem “pixel a pixel” e a orientada a objeto, verificando as vantagens de cada uma delas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, onde cada "pixel" tem as coordenadas espaciais  $x$ ,  $y$  e a coordenada espectral  $L$ , que representa a radiância de um alvo no intervalo de comprimento de onda de uma banda espectral. Cada "pixel" de uma banda possui uma correspondência espacial com um outro "pixel", em todas as outras bandas, ou seja, para uma imagem de  $K$  bandas, existem  $K$  níveis de cinza associados a cada "pixel", sendo um para cada banda espectral (CURRAN, 1995). O conjunto de características espectrais de um "pixel" é denotado pelo termo "atributos espectrais".

O método de classificação mais conceituado é o método supervisionado, pois nele o usuário pode definir as classes de interesse e guiar a classificação através da escolha de amostras. O método supervisionado se inicia a partir de um certo conhecimento da área de estudo, adquirido por experiências anterior ou por trabalho de campo. Este método envolve três passos básicos. O treinamento é onde são identificadas as áreas de treinamento e onde há uma descrição dos atributos de cada tipo de cobertura de interesse na cena. É importante que a área de treinamento seja uma amostra homogênea da classe respectiva, mas ao mesmo tempo deve-se incluir toda a variabilidade do tema em questão (NOVO, 1995). Na classificação o elemento é atribuído a uma das classes em questão em função de seus atributos. A apresentação do resultado podem ser usados de diferentes maneiras. Três formas típicas de produtos são os mapas temáticos, tabelas com dados estatísticos para várias classes de cobertura de solo e dados para posterior utilização em geoprocessamento (NOVO, 1995).

A classificação supervisionada necessita de um conjunto inicial de informações sobre as classes a serem classificadas. Esses conjuntos iniciais são denominados de áreas de treinamento. Estas áreas devem ser selecionadas na imagem levando-se em consideração informações disponíveis sobre a vegetação da região, dados de campo, mapas e etc. Alguns procedimentos devem ser adotados a fim de selecionar áreas de treinamento representativas:

- a. As amostras com número de pixels suficientemente grande para permitir a estimativa das características espectrais das classes a serem mapeadas;
- b. Áreas de treinamento mais homogêneas possíveis;
- c. Interpretação prévia da imagem e de levantamentos de campo.

Conforme o processo de classificação empregado, os classificadores podem ser divididos em classificadores "pixel a pixel" e classificadores por regiões.

Classificadores "pixel a pixel" utilizam apenas a informação espectral, isoladamente, de cada pixel para achar a classe mais provável para o pixel. Estes

classificadores podem ser ainda separados em métodos estatísticos (que utilizam regras da teoria de probabilidade) e determinísticos (que não o fazem) (CHUVIECO, 1990).

Os classificadores por região agrupam “pixels” vizinhos com características similares e depois classificam estes agrupamentos (regiões) levando em consideração os atributos espectrais da região e o parâmetros espaciais que podem ser derivados da distribuição espacial dos “pixels” que formam a região. Estes classificadores procuram simular o comportamento de um fotointérprete, ao reconhecer áreas homogêneas de imagens, baseados nas propriedades espectrais e espaciais de imagens. A informação de borda é utilizada inicialmente para separar as regiões e as propriedades espaciais e espectrais que irão unir áreas com mesma textura (JENSEN, 2000).

O resultado de uma classificação é uma imagem temática onde cada classe é identificada por um índice ou cor (GONZALEZ,2000). Para obter a imagem temática a partir das imagens espectrais é necessário estabelecer a relação entre os valores digitais e as classes. Esta não é uma tarefa simples, pois em alguns casos esta relação não é discreta.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 MÉTODO “PIXEL A PIXEL”

As técnicas de classificação multiespectral, "pixel a pixel", mais comuns são: máxima verossimilhança (MAXVER), distância mínima e método do paralelepípedo

O método da máxima verossimilhança (Maxver) avalia quantitativamente tanto a variância quanto a covariância dos padrões espectrais de cada pixel durante a classificação. Inicialmente, supõe-se que a distribuição dos pixels que formam os dados de treinamento é Gaussiana (distribuição normal), figura 01. Deste modo, os padrões de resposta podem ser descritos por um vetor de médias e uma matriz de covariância. De posse destes parâmetros, pode-se calcular a probabilidade de um dado pixel pertencer a um tipo particular de cobertura do solo (JENSEN, 2000), segundo a seguinte regra:

O pixel “x” pertence a classe  $w_i$  se

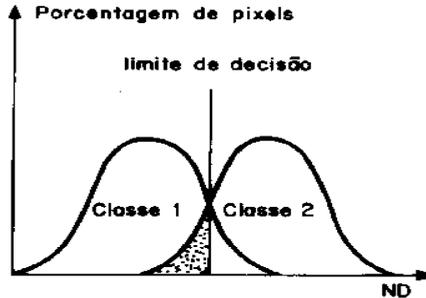
$$P(w_i|x) > p(w_j|x) \text{ com } i > j$$

$$\text{Onde } p(w_i|x) = [p(w) * p(x|w_i)] / p(x)$$

A figura 01 apresenta o limite de aceitação de uma classificação, no ponto onde as duas distribuições se cruzam. Desta forma, um "pixel" localizado na região

sombreada, apesar de pertencer à classe 2, será classificado como classe 1, pelo limite de aceitação estabelecido.

FIGURA 01 – DADOS DE TREINAMENTO É GAUSSIANA (DISTRIBUIÇÃO NORMAL)



O limiar de aceitação indica a porcentagem de "pixels" da distribuição de probabilidade de uma classe que será classificado como pertencente à esta classe. Um limite de 99%, por exemplo, engloba 99% dos "pixels", sendo que 1% serão ignorados (os de menor probabilidade), compensando a possibilidade de alguns "pixels" terem sido introduzidos no treinamento por engano, nesta classe, ou estarem no limite entre duas classes. Um limiar de 100% resultará em uma imagem classificado sem rejeição, ou seja, todos os "pixels" serão classificados (CHUVIECO, 1990).

Para diminuir a confusão entre as classes, ou seja, reduzir a sobreposição entre as distribuições de probabilidades das classes, aconselha-se a aquisição de amostras significativas de alvos distintos e a avaliação da matriz de classificação das amostras.

### 3.2 ANÁLISE BASEADA EM REGIÕES

A análise baseada em regiões não considera apenas um pixel isoladamente, mas divide a imagem em segmentos uniformes, considerados objetos primitivos da imagem, os quais são tratados, a partir deste ponto, como unidades, sendo possível levar-se em conta suas características espectrais, a forma e outras variáveis espaciais que não poderiam ser consideradas numa análise "pixel a pixel" (RIBEIRO, 2002). Existem várias opções para efetuar a segmentação de uma imagem. Os algoritmos de segmentação mais comuns são baseados na análise de descontinuidade e/ou da similaridade da informação espectral ao longo da imagem. Na primeira categoria a abordagem é particionar a imagem baseando-se em mudanças bruscas nos níveis de cinza. As técnicas de detecção de linhas e bordas na imagem são as mais conhecidas no primeiro grupo. A segunda categoria inclui técnicas de limiarização, crescimento de regiões e divisão e fusão de regiões (GONZALES, 2000). No presente estudo foi

utilizada a segmentação multiresolução que a partir de um pixel “semente” utiliza a técnica de crescimento de regiões.

A segmentação numa primeira instância é determinada por um grau de homogeneidade que permita um agrupamento de pixels de acordo com uma resolução o mais fina possível. O critério de semelhança é usado para definir a uniformidade dos segmentos. Dois critérios são usados para descrever a separação do objeto da imagem: critério da cor (espectral) e o critério da forma (suavização e compactação) (ANTUNES, 2003).

Os segmentos são discriminados por meio de variáveis espectrais e/ou espaciais. As variáveis espectrais podem ser o “brilho”, o valor médio, a razão, etc; e pode-se citar como variáveis espaciais o comprimento, a largura, a direção principal, dentre outros.

#### **4. MATERIAIS UTILIZADOS**

Os materiais utilizados neste trabalho foram:

- Uma imagem do sensor Ikonos da região do balneário de Caiobá com uma dimensão de aproximadamente 400x400 pixels.
- Um computador Pentium III, 128Mb e HD com 40 Gb.
- software ENVI 3.4
- software Ecognition.

Utilizou-se o software ENVI 3.4 para mostrar o processo “pixel a pixel” e o Ecognition para demonstrar o processo de classificadores por região.

#### **5. EXPERIMENTOS**

##### **5.1 CLASSIFICAÇÃO “PIXEL A PIXEL”**

O primeiro método a ser realizado foi o de classificação pixel a pixel. Foram determinadas primeiramente quais seriam as regiões a serem classificadas. Devido a imagem ser de alta resolução aparecem muitas regiões com sombra, o que dificulta a sua classificação. Isto pode ser visto na Figura 02. A imagem foi dividida em seis classes distintas onde estas representam de forma satisfatória a imagem. A técnica utilizada para a classificação dos “pixels” foi a da Máxima Verossimilhança. O resultado destas classes é mostrado na figura 03.

FIGURA 02 – IMAGEM DO SENSOR IKONOS DO BALNEÁRIO DE CAIOBÁ – PR



A precisão global para esta classificação foi de 98.6207%, ou seja, dos 435 “pixels” selecionados, 429 estavam na classe correta, mostrando que a estatística da imagem foi satisfatória. A tabela 01 apresenta a distribuição de porcentagem de “pixels” classificados.

As estatísticas da imagem nos mostraram que a classificação “pixel” a “pixel” foi satisfatória, apesar de que em algumas áreas notou-se uma confusão entre as classes, isto ocorreu devido a heterogeneidade entre os “pixels” e a alta resolução da imagem, com o aparecimento de sombras e muitos detalhes, tornando assim difícil compreensão do produto final ou seja da classificação.

FIGURA 03 – IMAGEM CLASSIFICADA PELO MÉTODO “PIXEL A PIXEL”.

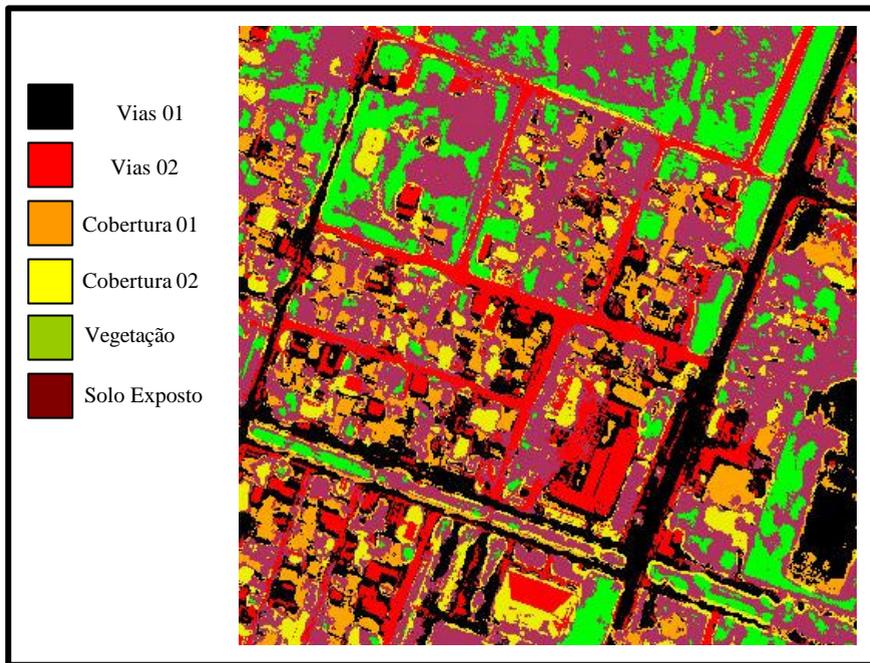


TABELA 01 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO COM A DISTRIBUIÇÃO DE PORCENTAGEM.

Classes	A	B	C	D	E	F	TOTAL
A	100	0	0	0	0	0	18.16
B	0	95.59	0	0	0	0	14.94
C	0	0	96.08	0	0	0	11.26
D	0	4.41	0	98.95	0	0	22.30
E	0	0	0	0	100	0	9.20
F	0	0	3.92	1.05	0	100	24.14
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>435</b>

As classes de A até F na tabela 01 representam respectivamente a Vias 01, Vias 02, Cobertura 01, Cobertura 02, Vegetação e Solo Exposto.

Uma matriz de classificação ideal deve apresentar os valores da diagonal principal próximos a 100%, indicando que não houve confusão entre as classes. Contudo, esta é uma situação difícil em imagens com alvos de características espectrais semelhantes. O valor fora da diagonal principal, por exemplo, o 4.41 (linha 4 e coluna 2), significa que 4.41% da área da classe "Cobertura 02"

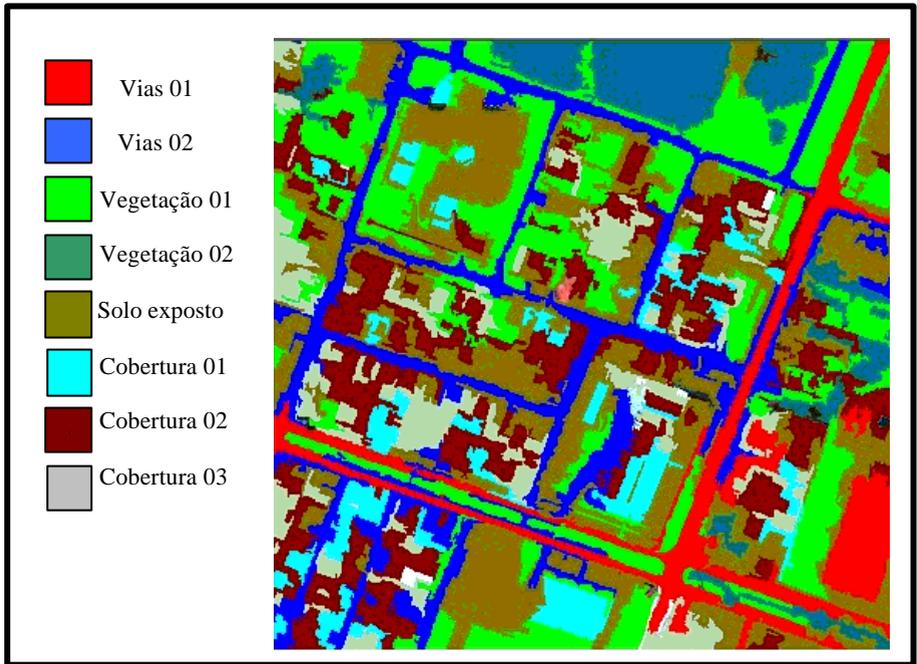
amostrada, foi classificada como pertencente à classe “Vias 02”. O mesmo raciocínio deve ser adotado para os outros valores.

## 5.2 CLASSIFICAÇÃO POR REGIÃO.

Para o método de classificação por região, ou orientado ao objeto, o primeiro processo a ser realizado é a segmentação da imagem. A técnica utilizada foi a segmentação multiresolução. A imagem foi dividida em sete classes devido a segmentação realizada a priori na imagem, ficando com uma classe a mais que a classificação realizada no método “pixel a pixel”.

Utilizando o método de classificação baseado em região, foi difícil a compreensão devido a confusão ocorrida no domínio espectral (níveis de cinza) e espacial (de forma) quando da segmentação da imagem “IKONOS” analisada. Devido a este fato, houveram regiões na imagem onde ocorreram confusão entre as classes, principalmente nas coberturas das edificações que foram segmentadas erroneamente, como por exemplo, em um telhado que deveria ser agrupado numa única região e foi segmentado em mais partes devido a diferença de cor. Houveram problemas ainda no agrupamento entre edificações adjacentes devido a presença de sombra entre duas construções, essas deveriam ser agrupadas separadamente e devido a sombra foram consideradas como região única. Apesar dos problemas na segmentação das edificações, observou-se que na classificação orientada ao objeto obteve-se um resultado melhor que a classificação “pixel” a “pixel”.

FIGURA 04 – IMAGEM CLASSIFICADA PELO MÉTODO DE REGIÃO.



## 6. CONCLUSÃO

O sensoriamento remoto desempenha um papel fundamental em áreas bastante distintas de atuação, principalmente no mapeamento, cadastramento e monitoramento de recursos naturais. Entre as técnicas de processamento de imagens digitais citadas, a classificação pode ser considerada a técnicas de processamento de imagens digitais mais importante na obtenção de informações específicas. Para que se estabeleça um nível de confiança no processo classificatório utilizado, os resultados da classificação devem ser avaliados. As formas de avaliação mais comuns são o índice Kappa e a matriz confusão. Nos testes realizados usando a abordagem “pixel a pixel” obteve-se uma classificação não foi satisfatória. Devido ao aparecimento de sombras e confusão espectral entre os alvos tornando-se difícil a compreensão do produto final. Já nos testes realizados com a abordagem orientada a objeto, apesar de algumas classes term ficados confusas, o resultado do mapa temático foi melhor que da abordagem “pixela pixel”. Como foi verificado nas figuras 03 e 04 o resultado obtido com as técnicas de classificadores por região foi melhor que a “pixel a pixel”.

Na abordagem orientada ao objeto, os objetos encontram-se melhores definidos espacialmente o que não ocorre no método “píxel a píxel”, onde estes encontram-se com ruídos. Os erros de segmentação na classificação orientada ao objeto não são corrigidos na classificação, sendo necessário uma boa segmentação e uma boa definição das classes para que a classificação seja satisfatória. No método de classificação “pixel a pixel” é necessário uma ótima definição das amostras.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, A. F. B. **Classificação de Ambiente Ciliar Baseada em Orientação a Objeto em Imagens de Alta Resolução Espacial**. Tese de doutoramento – Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2003

ARONOFF, S. **Classification accuracy: A user approach**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Maryland, v.48, n.8, p.1299-1307, Aug. 1982.

CHUVIECO, Emilio. **Fundamentos de Teledetección Espacial**; Ediciones Rialp S.A.; Madrid; Espanha; 1990.

CURRAN, P. J. **Principles of Remote Sensing**; Longman Scientific & Technical: New York; Estados Unidos; 1995

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R.E. , 2000. **Processamento de Imagens Digitais**. São Paulo: Edgard Blucher

JENSEN, John R.. **Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective** , Prentice Hall, New Jersey; Estados Unidos, 2000.

NOVO, E.M.L.M. **Sensorimento Remoto. Curso de Especialização em Geoprocessamento**; UFRJ, IGEO Departamento de Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro, 1999, Volume 2.

RIBEIRO, S. R. A. **Integração de Imagens de Satélite e dados Complementares para a Delimitação de unidades de Paisagem Usando uma Abordagem Baseada em Regiões**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 8 nº 1, p. 47-57, 2002.