

TÉCNICAS GRÁFICAS PARA ANÁLISE DE DADOS MULTIVARIADOS:  
APLICAÇÕES NA ANÁLISE DE RECURSOS NATURAIS

J. L. Cerqueira e N. D. A. Mascarenhas

Instituto de Pesquisas Espaciais

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Caixa Postal 515, 12200 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

O apelo visual de representações gráficas motiva o uso de técnicas de representação bidimensional para análise de dados multivariados. Em reconhecimento de padrões, certos métodos de transformações lineares estão frequentemente ligados ao problema de redução de dimensionalidade em tarefas de classificação. Entretanto, aqui o enfoque e o objetivo são no sentido de visualizar os dados no plano cartesiano. Há um particular interesse na aplicação desses métodos em dados provenientes dos satélites de recursos naturais LANDSAT, em virtude da dimensionalidade intrínseca desses dados serem aproximadamente dois. Este trabalho descreve um sistema para criação de classes a partir de imagens multiespectrais, gerenciamento desses dados e visualização dos pontos  $n$ -dimensionais num espaço bidimensional. O sistema permite visualizar o espaço de atributos de imagens multiespectrais, a fim de examinar a distribuição e a posição relativa das classes num plano pré-determinado.

ABSTRACT

The visual appeal of graphic representations motivates the use of techniques for a two dimensional representation of multivariate data. In pattern recognition, certain linear mappings are often related to the problem of reducing dimensionality before classification. The approach and objective here are to allow the data visualization on a cartesian plane. There is particular interest in applying these methods to natural resource data received from LANDSAT satellites, since the intrinsic dimensionality of these data is approximately two. This paper describes a system designed to create classes from multispectral images and manipulate data, so as to display them on a two dimensional space. The system allows visualization of the attribute space, in order to examine the distribution and the relative position of the classes on a specified plane.

1. TÉCNICAS GRÁFICAS E DADOS MULTIVARIADOS

Em muitas áreas de pesquisa, dados multivariados são gerados e utilizados; é bastante útil e interessante examiná-los, apresentando-os de uma forma gráfica. A visualização dos dados permite aumentar a compreensão de sua estrutura, fazer um exame inicial, sugerir hipóteses que seriam investigadas, interpretar e comunicar resultados, e orientar cálculos a serem feitos numa análise numérica dos dados. Assim, técnicas gráficas auxiliam técnicas numéricas e vice-versa.

Dados em duas dimensões são facilmente visualizados num sistema de coordenadas no plano. No entanto, crescendo a dimensão do espaço a ser observado, deixa de existir a possibilidade de ver esse espaço tal como é. Por isso, tenta-se fazer representações em duas ou três dimensões de espaços de dimensionalidade maior que três. Aqui, o interesse restringe-se a representações bidimen-

sionais feitas num sistema de coordenadas. Pode-se utilizar também figuras desenhadas no plano. Veja, por exemplo, em Chien (1978) e Everitt (1978) as chamadas faces de Chernoff. Nesse caso, um vetor  $n$ -dimensional é representado por uma face. A cada componente do vetor é associada uma característica de face como: curvatura da boca, tamanho da boca, distância entre os olhos, tamanho dos olhos, curvatura do queixo, etc. A variação nos dados é refletida nas expressões das faces de maneira sugestiva. As faces de Chernoff têm sido bem estudadas e utilizadas.

A visualização dos dados é motivada pela facilidade que as pessoas têm de absorver imagens, reconhecer formas e identificar bordas e agregamentos. Pode-se, também, perceber padrões nos dados, sendo que dificilmente se consegue o mesmo resultado, se esses dados forem representados de forma tabular.

O objetivo deste trabalho é apresentar dados multivariados no plano cartesiano, sendo

que a aplicação é feita em imagens multiespectrais de recursos naturais.

## 2. APLICAÇÃO EM RECONHECIMENTO DE PADRÕES

Em problemas de reconhecimento de padrões, aparece a necessidade de ter ferramentas para a análise de dados multivariados. Essa necessidade, aliada à utilidade e à atração provocada por representações bidimensionais, motiva o uso de técnicas gráficas.

Os métodos a serem vistos são bem conhecidos e sua utilização em reconhecimento de padrões está frequentemente ligada ao problema de reduzir a dimensionalidade em tarefas de classificação. No entanto, neste trabalho o enfoque e o objetivo são no sentido de visualizar os dados.

Há um particular interesse na aplicação desses métodos em dados provenientes de imagens dos satélites de recursos naturais LANDSAT. A dimensão original é 4, porém, é sabido que a dimensionalidade intrínseca desses dados é aproximadamente 2 (Landgrebe, 1978). Portanto, é de se esperar que a utilização de apenas duas componentes possa ser feita com pequena perda de informação. Assim sendo, a visualização, no plano, dos dados multiespectrais ajudaria bastante sua análise e classificação.

## 3. INTRODUÇÃO AO SISTEMA

O sistema desenvolvido tem como objetivo analisar os dados multivariados por meio de sua visualização. Para tanto, é necessário selecionar um conjunto de pontos e determinar o plano onde eles serão projetados. A escolha dos dados envolve a criação de classes, sendo que a aplicação de, por exemplo, um dos métodos vistos define e cria um plano no espaço n-dimensional. Utilizando-se um conjunto de pontos e um plano, especificados pelo usuário, o sistema faz projeção desses pontos e mostra seu resultado.

Com relação à utilização do sistema, a idéia básica consiste na escolha, pelo usuário, de uma opção num "menu" de opções. Para cada escolha tem-se, eventualmente, novas opções. Pode-se imaginar que existe uma árvore de opções e que, aprofundando-se nela, é possível caracterizar melhor o que se deseja fazer.

O sistema está implementado na linguagem PASCAL, num computador PDP 11/45. Ligado a esse computador está o sistema "Image 100", um analisador de imagens multiespectrais da General Electric. O "Image 100" consiste num monitor de televisão colorido com uma memória associada, onde é armazenada a imagem. É possível representar cada ponto da imagem por uma n-upla de até cinco componentes. Cada componente é chamada canal. Somente três

dos cinco canais podem ser visualizados simultaneamente, pois são utilizadas as três cores primárias (azul, verde e vermelho). Além disso, o "Image 100" possui botões para controlar funções que manipulam a imagem que estiver sendo mostrada no vídeo. Existe, também, um cursor (4 segmentos de reta formando um retângulo) que pode ser posicionado em qualquer lugar da imagem e/ou ter seu tamanho alterado. Ele serve para delimitar, na imagem, regiões de interesse. Ainda é possível associar a cada ponto da imagem os temas, i.e., cores que são mostradas no vídeo. Por exemplo, os temas podem ser utilizados para guardar resultados de uma classificação. Assim, todos os pontos que pertencem a mesma classe são associados a mesma cor. Essas cores são superpostas à imagem para efeito de visualização.

## 4. DESCRIÇÃO DAS OPÇÕES DO SISTEMA

A descrição das opções feita a seguir fornece uma visão geral do sistema e orienta o usuário na sua utilização.

As opções são:

### Faz testes

Contém uma miscelânea de opções para esboçar um nível de cinza numa imagem, ou manipular os temas. As opções são auto-explicativas, e o usuário não terá problemas em entendê-las quando for utilizá-las.

### Cria uma classe

*A partir da imagem e do cursor:* Seleciona-se um conjunto de pontos da imagem, através do posicionamento do cursor sobre a região de interesse. Os pontos da imagem, internos ao cursor, compõem uma classe, i.e., cria-se um arquivo que contém os pontos selecionados.

*A partir da imagem e dos temas:* Utilizando-se a imagem e os temas, cria-se uma classe composta de todos os pontos associados aos temas específicos.

Cada classe criada é identificada por um nome fornecido pelo usuário.

### Cria conjunto de dados

Um conjunto de dados é uma reunião de diversas classes; é um arquivo que contém os nomes das classes que vão fornecer o conjunto de dados. Tem-se, assim, uma forma de referenciar os pontos das classes especificadas como um todo.

Cada conjunto de dados é identificado por um nome fornecido pelo usuário.

### Cria um plano

*Indicando-se dois vetores da base canônica:* Fornecendo-se os números de dois vetores da base canônica cria-se o plano,

i.e., cria-se um arquivo que contém as coordenadas dos dois vetores que definem o plano.

*Fornecendo-se as coordenadas dos dois vetores:* Fornecendo-se explicitamente as coordenadas dos dois vetores, cria-se o plano.

*Ordenação simples com médias:* Utilizando-se o método de ordenação simples, com as médias das classes do conjunto de dados especificado, cria-se o plano (Chien, 1978).

*Principais componentes:* Utilizando-se o método de principais componentes, com os pontos do conjunto de dados especificado, cria-se o plano, tomando-se os autovetores correspondentes aos dois maiores autovalores. Mostram-se também os dois maiores autovalores, a soma dos autovalores e a matriz de espalhamento do conjunto de dados (Chien, 1978).

*Plano discriminante:* Utilizando-se o método do plano discriminante, com os pontos de duas classes do conjunto de dados especificado, cria-se o plano discriminante. Mostra-se também a matriz de espalhamento dentro das classes (Sammon, 1970).

*Vetores discriminantes:* Utilizando-se o método dos vetores discriminantes, com os pontos do conjunto de dados especificado, cria-se o plano, tomando-se os autovetores correspondentes aos dois maiores autovalores. Mostram-se também a matriz de espalhamento entre classes e a matriz de espalhamento dentro das classes (Wilks, 1963).

Sobre os planos a serem criados pelas opções dadas, são projetados os pontos n-dimensionais de um conjunto de dados especificado.

Cada plano é identificado por um nome fornecido pelo usuário.

#### Lista informações das entidades

*Parâmetros da classe:* Lista o nome, a dimensão, o número de pontos, a média e a matriz de espalhamento da classe.

*Pontos da classe:* Lista o nome, a dimensão, o número de pontos e os pontos da classe.

*Classes do conjunto de dados:* Lista o nome do conjunto de dados e as classes que o compõem.

*Vetores do plano:* Lista o nome do plano, a dimensão e os dois vetores que definem o plano.

As entidades são: classe, conjunto de dados e plano.

Para listar as informações desejadas, no terminal ou na impressora, basta fornecer os nomes das entidades.

#### Remove entidades

*Classe*

*Conjunto de dados*

*Plano*

Para cada opção, removem-se do disco todas as entidades cujos nomes forem fornecidos. Isto permite utilizar novamente os nomes em questão, bem como liberar espaço de memória em disco; assim, a entidade removida deixa de existir.

#### Mostra representação bidimensional

O usuário fornece um nome de um conjunto de dados e um nome de um plano. Considerando-se que a dimensão dos pontos é compatível com a dimensão do plano, os pontos são projetados no plano e o resultado é mostrado nos temas. Ao usuário é permitido especificar o tema onde será projetada cada classe do conjunto de dados. É possível, inclusive, projetar mais de uma classe num dado tema, ou mesmo não projetar uma ou mais classes do conjunto de dados.

Com relação à transformação, ela se processa da seguinte maneira: os pontos são projetados sobre os vetores que definem o plano, e os valores resultantes da projeção são mapeados em cada eixo, para o intervalo de intervalos dados por [0, MAXPROJEÇÃO]. O valor de MAXPROJEÇÃO depende de implementação e é mostrado ao usuário no momento em que ele deseja ver uma representação bidimensional.

O mapeamento pode ser feito, mantendo-se a mesma escala nos dois eixos do plano. Com isso, no eixo onde o intervalo de variação dos valores projetados for maior, o intervalo [0, MAXPROJEÇÃO] é totalmente aproveitado para efeito de visualização dos pontos no plano. A outra opção é fazer o mapeamento sem manter a mesma escala nos dois eixos. Dessa forma, nos dois eixos aproveita-se totalmente o intervalo [0, MAXPROJEÇÃO], a fim de se visualizarem os pontos no plano. Todos os pontos do conjunto de dados são considerados para se verificar o intervalo de variação dos valores projetados, mesmo que alguma classe, do conjunto, não seja projetado.

Também é possível imprimir o nome do conjunto de dados, o nome do plano, a indicação de que foi mantida ou não a mesma escala nos dois eixos, e os nomes das classes com os temas onde foram projetadas.

#### Imprime representação bidimensional

Permite obter, na impressora, o resultado da projeção de um conjunto de dados sobre um plano, onde ambos são especificados pelo

usuário. Cada classe projetada é identificada por um caractere fornecido pelo usuário. Onde houver superposição é impresso o caractere interrogação (?). O cálculo da transformação processa-se da mesma maneira que na opção anterior.

5. EXEMPLOS

Os exemplos a serem mostrados pertencem a duas imagens de satélite da série LANDSAT. Uma das imagens é da cidade de Guariba perto de Ribeirão Preto, em São Paulo (órbita 178-27). Para essa imagem as classes são: cana, cana nova, pasto, água, infra-estrutura e mata. Os nomes sugerem o tipo de classe, sendo que a infra-estrutura refere-se à área construída. As classes foram determinadas a partir da imagem, i.e., visualmente, e a partir de conhecimento do local (verdade terrestre) por agrônomos. Elas apresentam amostras selecionadas para treinamento, a fim de determinar a matriz de covariância e a média para aplicação de um algoritmo de classificação por máxima verossimilhança. A outra imagem é da fazenda Mutum, entre Campo Grande e Três Lagoas, em Mato Grosso do Sul (órbita 234-26). As classes envolvidas são: eucalipto, eucalipto novo, solo preparado, solo exposto e cerrado. Elas apresentam o resultado de uma classificação por máxima verossimilhança. Neste caso, para aplicar o algoritmo, as amostras de treinamento também foram determinadas a partir da imagem e da verdade terrestre. Na Tabela 1 está especificado o número de pontos para cada classe, sendo que a dimensão de todas elas é 4.

TABELA 1

NÚMERO DE PONTOS POR CLASSE

IMAGEM	CLASSE	NÚMERO DE PONTOS
"GUARIBA"	cana	252
	cana nova	216
	pasto	108
	água	72
	infra-estrutura	72
	mato	72
"MUTUM"	eucalipto	11268
	eucalipto novo	4000
	solo preparado	4568
	solo exposto	16657
	cerrado	27566

Todos os exemplos desse trabalho foram obtidos utilizando-se o sistema descrito.

A Figura 1 mostra a projeção das classes da imagem Guariba no plano determinado pelo método de ordenação simples, usando-se as médias de todas essas classes. Ela sugere que pasto e cana são classes próximas, antecipando ligeira confusão numa classificação. O mesmo acontece entre as classes: infra-estrutura, cana nova e mata. Além disso, alguns pontos da classe água estão muito espalhados.

A Figura 2 mostra a projeção das classes da imagem da fazenda Mutum sobre o plano determinado pelo método de ordenação simples, a partir das médias dessas classes. Neste caso, o número de pontos é bem maior do que no exemplo anterior. Com base na Figura 2 pode-se imaginar uma certa superposição entre as classes obtidas na classificação.

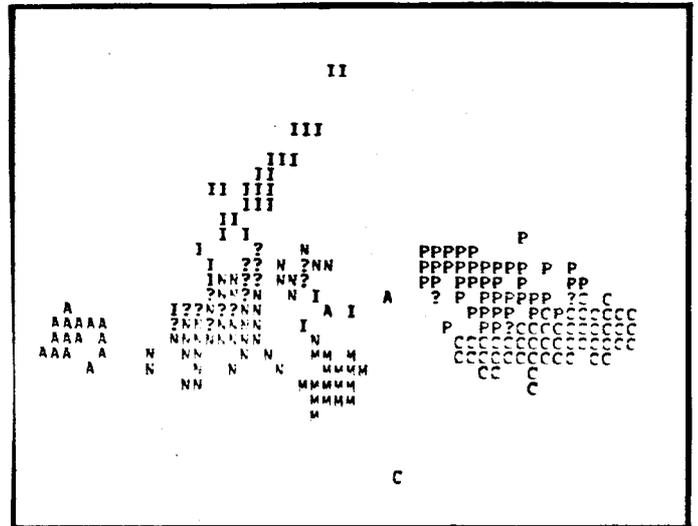


Fig. 1 - Projeção das classes: cana (C), cana nova (N), pasto (P), água (A), infra-estrutura (I) e mata (M) sobre o plano determinado pelo método de ordenação simples, aplicado às médias das classes.

A Figura 3 mostra a projeção, no plano determinado pelo método de principais componentes, que utiliza todos os pontos das classes da imagem de Guariba. Convém notar que a Figura 3 e a Figura 1 são parecidas, com exceção do fato de que uma está de "cabeça para baixo" em relação à outra. Para essa projeção da Figura 3, o primeiro e o segundo autovalores da matriz de espalhamento correspondem, respectivamente, a 93,4% e 4,7% da somatória de todos os autovalores. Em vista dessas porcentagens, pode-se considerar que a Figura 3 é uma boa representação da disposição e da proximidade das classes mostradas.

A Figura 4 apresenta a projeção, no plano determinado pelo método de principais componentes, que utiliza todos os pontos das classes da imagem da fazenda Mutum. Neste caso, o primeiro e o segundo autovalores correspondem, respectivamente, a 70,8% e 25,0% da somatória

de todos os autovalores. Essas percentagens e as do exemplo anterior exemplificam o grande interesse de usar a representação bidimensional, a fim de se ter um bom quadro da disposição das classes para dados de recursos naturais. Esta projeção permite também que se avalie a discriminação tanto de amostras selecionadas para treinamento de um classificador, quanto do resultado de uma classificação.

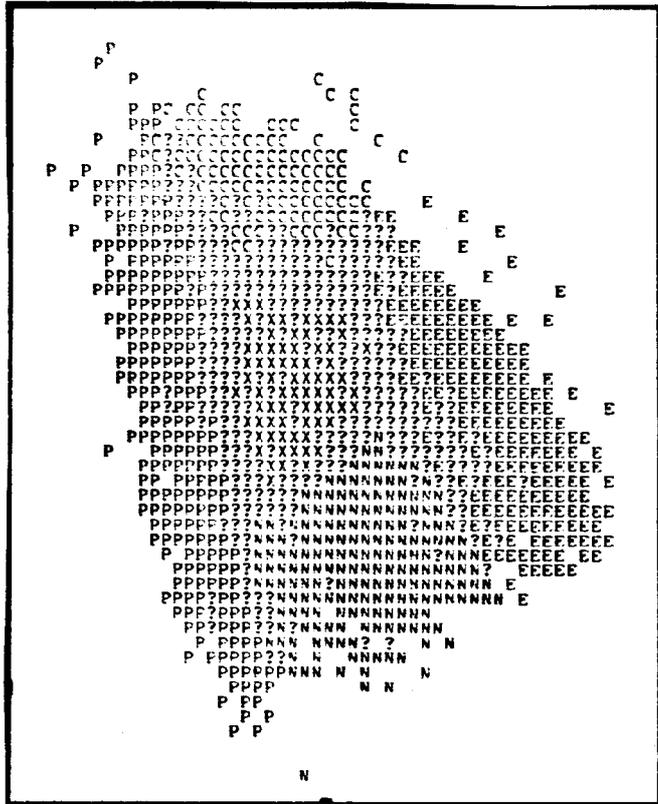


Fig. 2 - Projeção das classes: eucalipto (E), eucalipto novo (N), solo preparado (P), solo exposto (X) e cerrado (C) sobre o plano determinado pelo método de ordenação simples, aplicado às médias dessas classes.

A Figura 5 mostra a projeção das classes cana e pasto no plano de principais componentes, determinado a partir dos pontos das duas classes somente. Aqui, o primeiro e o segundo autovalores correspondem, respectivamente, a 73,6% e 16,5% da somatória dos autovalores da matriz de espalhamento, que envolve os pontos das duas classes.

Os exemplos mostrados sugerem que se experimente projetar, no plano discriminante ótimo, duas classes que estão próximas, para avaliar a sua separação. A Figura 6 mostra o plano discriminante ótimo para as classes cana e pasto. As duas classes estão "grudadas", enfatizando a proximidade existente; compare esta figura com a Figura 5.

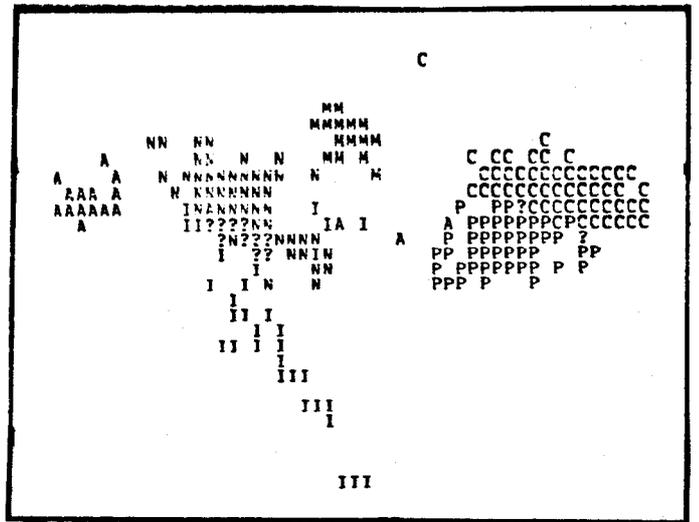


Fig. 3 - Projeção, sobre o plano determinado pelo método de principais componentes, das classes: cana (C), cana nova (N), pasto (P), água (A), infraestrutura (I) e mata (M).

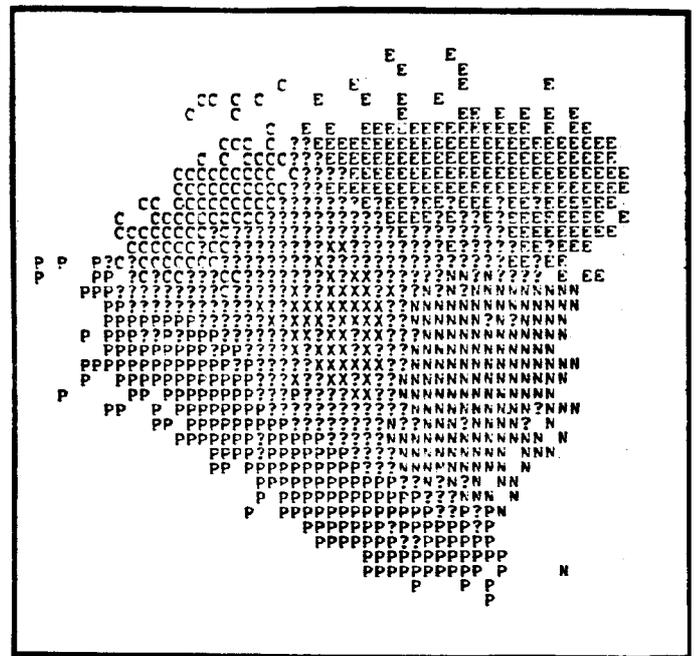


Fig. 4 - Projeção, sobre o plano determinado pelo método de principais componentes, das classes: eucalipto (E), eucalipto novo (N), solo preparado (P), solo exposto (X) e cerrado (C).

O plano discriminante ótimo para as classes cana nova e mata é mostrado na Figura 7. Há uma melhora visual na separação das classes, em comparação com a Figura 3. Na Figura 8 está o plano discriminante ótimo para as classes cerrado e eucalipto.

Nesses exemplos, observa-se a tendência do plano discriminante em tentar manter a separação das classes em ambos os eixos. Porém, considerando-se a Figura 6 e o fato de que as classes envolvidas têm poucos pontos, é de se

esperar uma maior superposição, quando os dados obtidos do resultado de uma classificação de muitos pontos forem projetados. Além disso, embora não tenha sido mostrado, todos os pares adjacentes de classes da imagem da fazenda Mutum sobre os respectivos planos discriminantes foram projetados. Em nenhuma das projeções foi possível obter uma separação completa entre as classes envolvidas. Portanto, pode haver uma ligeira confusão em algumas áreas classificadas, em virtude da proximidade das classes.

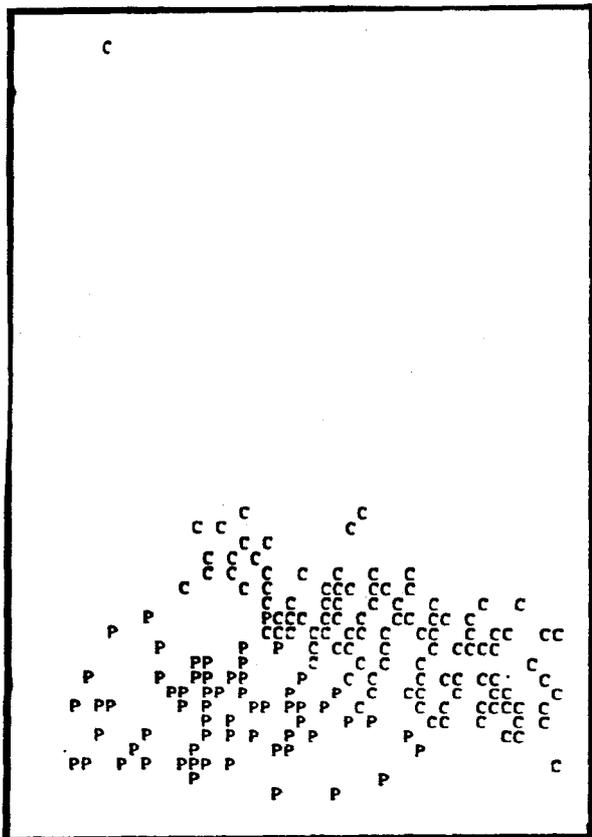


Fig. 5 - Projeção, sobre o plano determinado pelo método de principais componentes, das classes pasto (P) e cana (C).

Na Figura 3, as classes cana nova, mata e infra-estrutura formam um grupo. Fez-se, então, uma projeção, no plano determinado a partir dos vetores discriminantes, para as três classes. Nota-se alguma melhora na discriminação das classes, como mostrado na Figura 9.

Não é possível aplicar o método dos vetores discriminantes nas 5 classes da imagem da fazenda Mutum. Por isto, escolheram-se 4 classes e fez-se a projeção apresentada na Figura 10.

## 6. COMENTÁRIOS SOBRE OS TEMPOS DE RESPOSTA DO SISTEMA

Para que se tenha uma idéia da ordem de grandeza dos tempos de resposta do sistema, far-se-á um breve comentário. Os tempos dados foram obtidos num ambiente de "timesharing", onde não havia outros usuários utilizando o computador. De maneira geral, a resposta a uma ação do usuário é dada em até uns 15 segundos. Três situações merecem observações, sendo que se considera para todos os exemplos a dimensão dos pontos igual a 4. A primeira situação diz respeito à criação de um plano. Para calcular os dois vetores que definem o plano com 5 classes, leva-se uns 10 segundos pelo método de ordenação simples e 5 segundos pelo método de principais componentes. No caso do plano discriminante ótimo e dos vetores discriminantes, gasta-se uns 5 segundos. As duas outras opções para a criação de um plano, praticamente, não envolvem uma espera. A segunda situação refere-se à criação de classes. Para criar uma classe com uns 28000 pontos, usando-se um tema, leva-se 5 minutos, e usando-se o cursor com o mesmo número de pontos, leva-se 4 minutos e 30 segundos. Utilizando-se o cursor, cria-se uma classe de 1000 pontos em uns 25 segundos. A terceira situação diz respeito à projeção dos pontos. Existe uma primeira etapa, onde são calculados os máximos e os mínimos da projeção de todos os pontos, sobre os dois eixos que definem o plano. Depois, calcula-se novamente, para cada classe, a projeção e, após isso feito, mostra-se o resultado no vídeo, a fim de que o usuário veja. Para um conjunto de dados com uma única classe de 28000 pontos, a primeira etapa leva 1 minuto e 15 segundos; o cálculo da projeção da classe leva o mesmo tempo. Para qualquer classe, mostra-se o resultado da projeção no vídeo em 20 segundos.

## 7. COMENTÁRIOS SOBRE OS RESULTADOS

As projeções no plano de principais componentes exemplificam a motivação dada inicialmente para a aplicação feita em imagens de recursos naturais. As percentagens dadas pela razão entre os dois primeiros autovalores e a somatória de todos os autovalores sugerem que as representações bidimensionais obtidas são bons quadros da posição relativa das classes no espaço original. Isto permite que se faça uma análise qualitativa dos dados envolvidos numa classificação e que, inclusive, se experimente uma classificação em duas dimensões. Surge, então, a possibilidade de utilização do plano definido pelos dois primeiros vetores discriminantes e do plano discriminante ótimo. Faz-se isto, numa tentativa de manter a separabilidade das classes, enquanto se diminui o custo computacional, em virtude de trabalhar com duas dimensões ape

nas. Eventualmente, o preço pago é o desempenho inferior, comparado com a classificação feita no espaço original de dimensão 4.

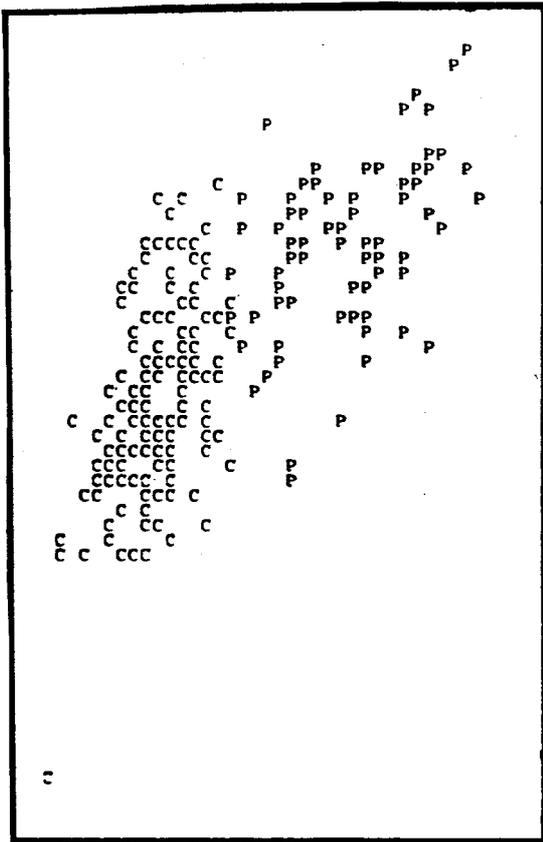


Fig. 6 - Projeção, sobre o plano discriminante ótimo, das classes pasto (P) e cana (C).

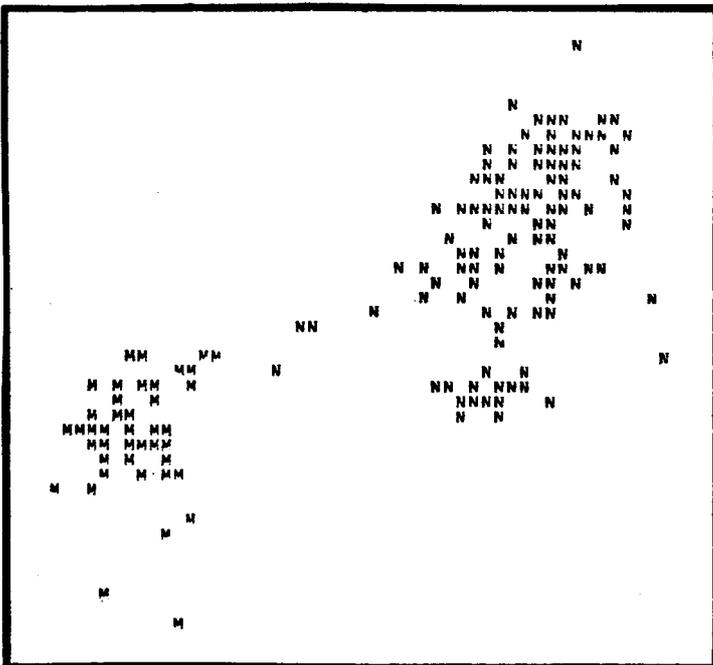


Fig. 7 - Projeção, sobre o plano discriminante ótimo, das classes cana nova (N) e mata (M).

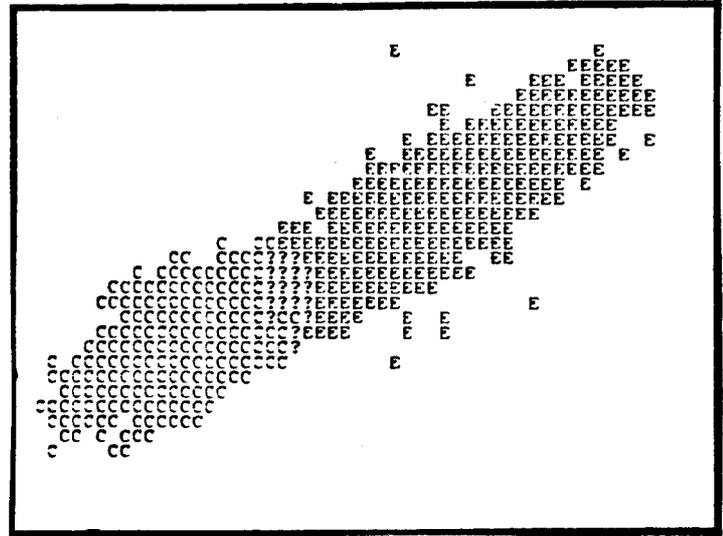


Fig. 8 - Projeção, sobre o plano discriminante ótimo, das classes eucalipto (E) e cerrado (C).

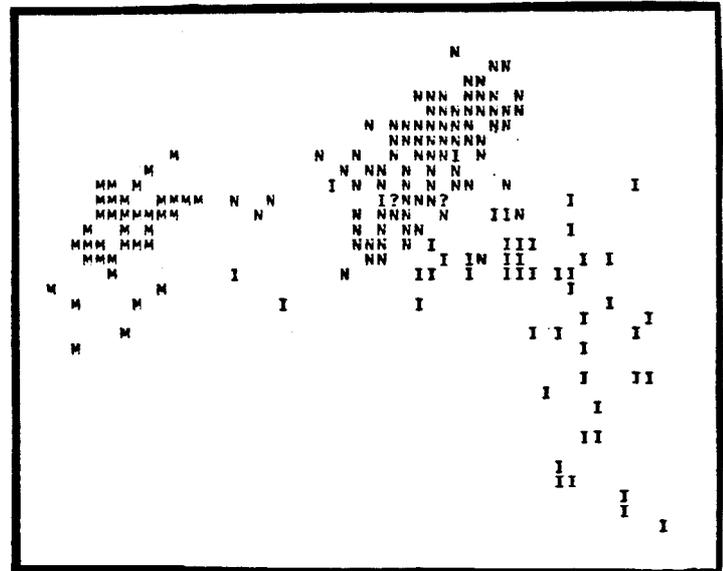


Fig. 9 - Projeção, sobre o plano determinado pelo método dos vetores discriminantes, das classes cana nova (N), infra-estrutura (I) e mata (M).

É possível, também, visualizar resultados de um algoritmo de agregamento, como uma forma de acompanhar o seu desenrolar, sendo uma informação a mais a ser utilizada na interação que existe com o homem, para o ajuste de certos parâmetros de alguns desses algoritmos.

Kauth and Thomas (1976) utilizam transformações lineares para a análise espectral e temporal de dados provenientes dos satélites LANDSAT. Qualitativamente, a análise é feita através de projeções bidimensionais desses dados. É enfatizado que as representações obtidas aumentam o entendimento da estrutura desses dados, sendo avaliada a evolução temporal

de plantações de trigo com uma interpretação geométrica. Junto com uma análise quantitativa chega-se ao chamado "tasselled cap". A partir desse modelo são, também, examinados efeitos de nevoeiro e de umidade nos dados recebidos do satélite. O "tasselled cap" foi bastante utilizado no LACIE ("Large Area Crop Inventory Experiment"), um projeto em escala mundial para estudo de plantações de trigo.

*Sensing: the quantitative approach.* New York, NY, McGraw Hill, 1978. cap. 7, p. 347-353.

SAMMON, Jr., J.W. An optimal discriminant plane. *IEEE Transactions on Computers*, 19(9):826-829, Sep. 1970.

WILKS, S.S. Multivariate statistical theory. In: ——— *Mathematical statistics.* New York, NY, John Wiley, 1963. cap. 18, p. 573-581.

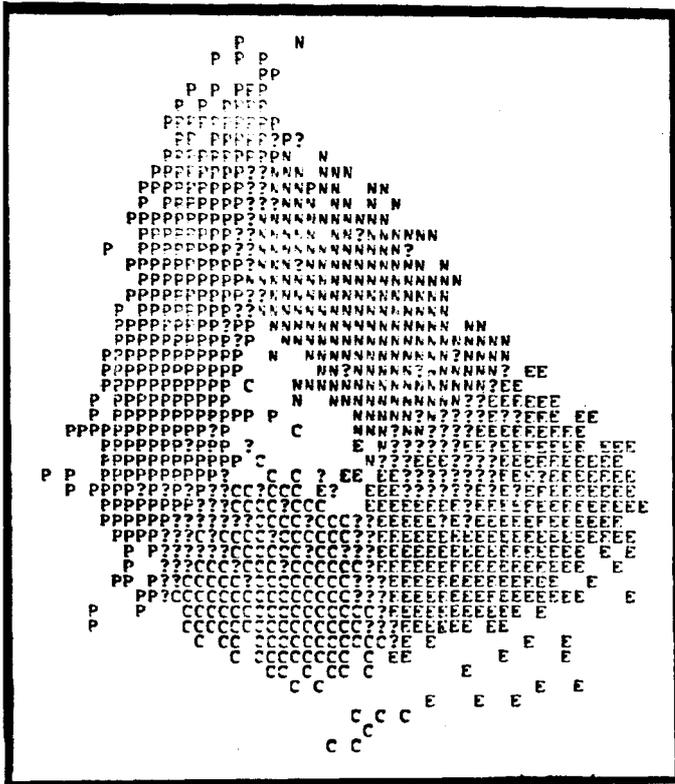


Fig. 10 - Projeção, sobre o plano determinado pelo método dos vetores discriminantes, das classes eucalipto (E), eucalipto novo (N), solo parado (P) e cerrado (C).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIEN, Y.T. *Interactive pattern recognition.* New York, NY, Marcel Dekker, 1978.

EVERITT, B.S. *Graphical techniques for multivariate data.* London, Heinemann Educational Books, 1978.

KAUTH, R.J.; THOMAS, G.S. The tasseled cap - A graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by LANDSAT. In: MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA, West Lafayette, June 1976. Annual Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data, 3, 1976. New York, IEEE, 1976. cap. 4B, p. 41-51.

LANDGREDE, D.A. Useful information from multispectral image data: another look. In: SWAIN, P.H.; DAVIS, S.M. ed. *Remote*