

Geração de Mapas Temáticos por Computador uma nova forma de apresentar resultados estatísticos

Luiz Antonio Zenobio da Costa (*)

Palavras chaves: Aplicações gráficas por computador,
Geração de imagens por computador,
Matriz de intensidades luminosas,
Mapas temáticos,
Apresentação de resultados estatísticos

Resumo

O método apresentado gera o mapa temático "colorindo" as unidades políticas de acordo com um padrão de cores pre-estabelecido e de acordo com o resultado estatístico referente a cada unidade. Desta forma o mapa terá cada unidade política com uma cor diferente, representando o resultado estatístico segundo o padrão de cores.

A associação entre cores e números é feita devido a propriedade de que cada cor pode ser gerada pela composição de 3 cores primárias (p. ex. verde, vermelho e azul) em intensidades adequadas. Os números corresponderão às intensidades de cada uma das primárias ne-

cessárias à geração da cor desejada.

A transformação da imagem em números e vice-versa é feita subdividindo-se a imagem em um reticulado e determinando a cor de cada retícula. Obtém-se uma matriz bidimensional em que cada elemento representa a cor de uma retícula da imagem.

São apresentados resultados experimentais, mostrando mapas do Brasil coloridos pelo método descrito.

I — Introdução

O problema de se desenhar um mapa colorido de uma dada região, de forma a representar um resultado estatístico, pode ser resumido da seguinte forma:

- Parte-se de um mapa em branco, contendo apenas os limites das unidades políticas;
- estabelece-se um padrão de cores, de forma a representar cada faixa de resultados com uma cor ou tonalidade diferente;
- determina-se quais os resultados estatísticos que serão representados;
- colore-se cada unidade política com a cor correspondente ao seu resultado estatístico.

Este processo, que é feito normalmente à mão, pode ser reproduzido em computador, desde que possamos fazer uma associação entre números e cores.

Esta associação é descrita a seguir.

II — Matriz de Intensidade Luminosa

Cada cor visível pode ser sintetizada pela combinação de três cores primárias em intensidades determinadas. Esta propriedade é conhecida por todos nós, mesmo que inconscientemente. Basta, para isto, olharmos a tela de uma televisão em cores, para notarmos que ela é constituída de uma série de pontos verdes, vermelhos e azuis. É a combinação destas cores em intensidades adequadas que nos permite assistir a um programa colorido.

Podemos, desta forma, associar cada cor a um conjunto de 3 números, correspondentes às intensidades das primárias necessárias à síntese da referida cor.

type tcor: array [3] of integer
fig 1: Definição do tipo "cor".

Uma imagem pode ser decomposta em uma série de linhas e colunas de forma a definir uma matriz bidimensional de pontos. O número de linhas e colunas depende do tamanho de imagem e da precisão que se deseja (a imagem de TV é da ordem de 500×500).

Como cada ponto tem uma determinada cor, e cada cor pode ser associada a um array de 3 números, podemos associar uma imagem a uma matriz bidimensional cujos elementos são

(*) Chefe do Projeto de Automatização da Cartografia (IBGE)
Professor de Matemática de Engenharia (Faculdades Reunidas Prof. Nuno Lisboa)

Formação:
Engenharia Eletrônica (IME)
Mestrado em Ciência da Computação (PUC)
Curso de Análise de Sistemas da Petrobrás
Fundador e atual Vice-Presidente da Associação dos Diplomados do IME (ADIME)
Fundador e Presidente da "Comissão de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da Cartografia", da Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC)
Membro do Grupo de Estudos sobre Aplicações Gráficas por Computador (GEAGC - SUCEU)

Áreas de Interesse:

- Aplicações gráficas por computador
- Automatização da cartografia
- Análise e tratamento de imagens por computador
- Banco de Dados
- Cartografia e Geodésia.

arrays (ou 3 matrizes bidimensionais, uma para cada cor).

```
type imagem: array (m:n) of tcor
fig 2: Definição do tipo
"imagem".
```

Existem dispositivos que nos permitem a conversão entre imagens e matrizes de intensidades luminosas e vice-versa.

II.1 — Display gráfico de varredura

Este dispositivo é constituído de uma tela de TV em cores comandada por um sistema que "lê" os valores das matrizes de intensidades luminosas armazenadas em uma memória auxiliar e os converte em impulsos elétricos. Estes impulsos obedecem aos padrões aceitos pela TV de forma que a imagem gerada corresponda às matrizes de intensidades luminosas.

III — Microdensitômetro de varredura

Este dispositivo converte a imagem contida em uma transparência em matriz de intensidades luminosas e vice-versa.

Para a obtenção da matriz de intensidades luminosas, coloca-se a transparência entre o densitômetro e uma lâmpada.

Desta forma a intensidade luminosa que atinge o densitômetro varia com a densidade da transparência. Esta intensidade é convertida em tensão elétrica, que por sua vez é convertida para um valor numérico. Este número então é gravado em fita magnética.

O conjunto lâmpada/densitômetro percorre a imagem varrendo linhas sucessivas, ponto a ponto, de forma a gerar uma sucessão de números que compõem a matriz de intensidades luminosas correspondente à imagem. Se efetuarmos o processo 3 vezes com filtros verde, vermelho e azul, as matrizes obtidas nos permitirão recuperar a imagem com as cores originais.

O processo pode ser invertido desde que no lugar do densitômetro houver uma lâmpada cuja intensidade seja comandada pelo computador. Desta forma o computador lê um número e o equipamento o converte na tensão elétrica que comandará a intensidade da lâmpada. No lugar da transparência coloca-se um filme virgem. Este filme é sensibilizado pela lâmpada de

forma a gerar a imagem correspondente à matriz de intensidades luminosas lida. Este processo pode ser repetido 3 vezes com filtros verde, vermelho e azul a fim de se ter uma imagem colorida.

IV — Matriz de Divisões Políticas

A matriz de Divisões Políticas é uma matriz bidimensional de números que identificam cada ponto do mapa. O ponto pode ser do contorno, pode estar no interior de uma determinada unidade política, ou então pode estar fora da região mapeada. Portanto os números poderão ser:

- Φ para pontos do contorno,
- o código da unidade política, para os pontos do seu interior ou,
- HV ("high value") para pontos fora do mapa.

O primeiro passo para se obter esta base geográfica é gerar uma matriz identificando-se quais os pontos que estão nos contornos e quais os que não estão.

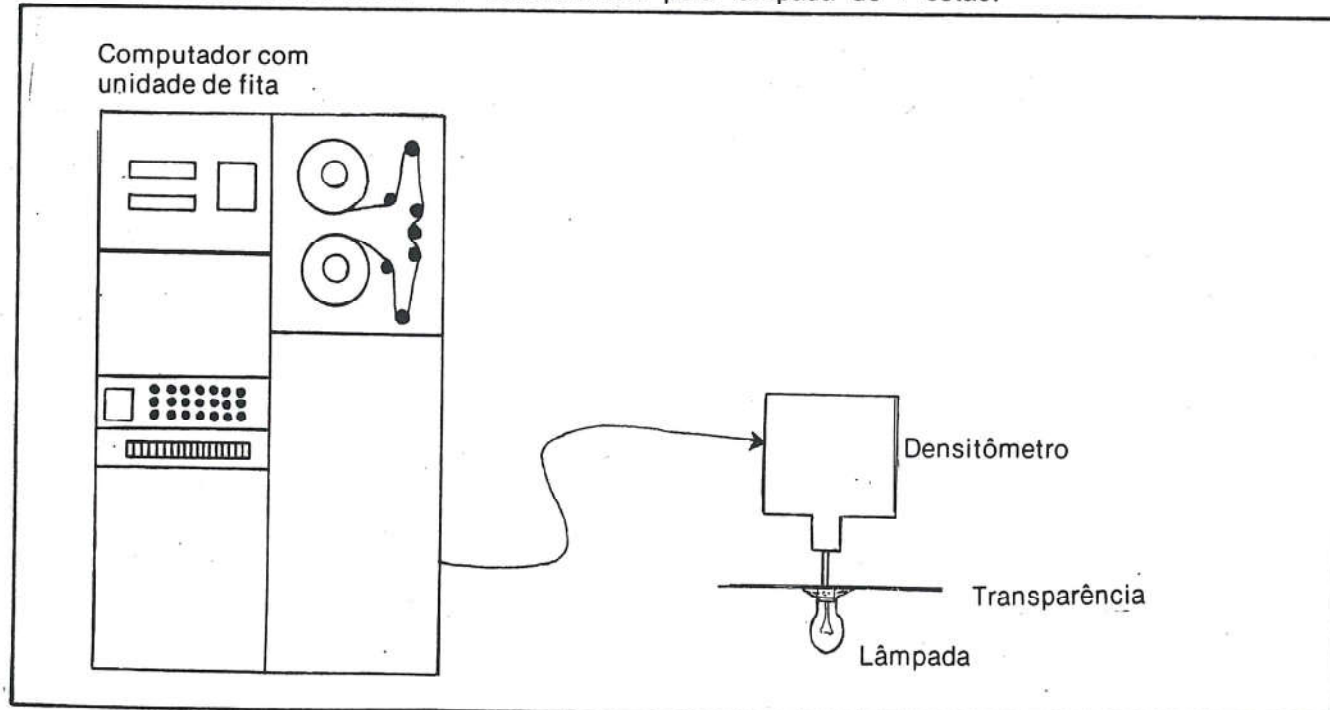


fig 3: Esquema de um Microdensitômetro de varredura.

Este passo pode ser dado por dois métodos diferentes:

1 — Microdensitômetro

Gera-se uma matriz de intensidades luminosas, usando uma transparência da região contendo apenas os contornos em preto e o resto transparente. Os pontos dos contornos gerarão zeros (ou números muito baixos) e os demais pontos gerarão números altos (devido a serem transparentes).

Esta matriz pode ser processada de forma a transformar os números baixos em zeros e os números altos em HV, de forma a satisfazer a condição do problema.

2 — Digitalizador

O digitador permite que se obtenha as coordenadas de uma série de pontos dos contornos das unidades políticas. Para se obter a matriz desejada, executam-se os seguintes passos:

inicializa-se a matriz com HV
interpolam-se os pontos conhecidos dos contornos, de forma a se obter todos os pontos dos mesmos

as coordenadas destes pontos são utilizadas como índices da matriz, colocando-se o valor \emptyset nas posições correspondentes.

Desta forma obtemos uma matriz com \emptyset nas posições correspondentes a pontos dos contornos e HV nas demais posições.

O passo seguinte é o da identificação de um ponto qualquer no interior de cada uma das unidades políticas. Isto é feito mediante a leitura das coordena-

das de um ponto de cada unidade com o respectivo código da unidade.

Em seguida um programa preenche as posições da matriz obtida anteriormente, com os códigos das unidades políticas, usando, para isto, as coordenadas dos pontos como índices da matriz.

O preenchimento dos demais pontos no interior de cada unidade é feito da seguinte forma:

- 1) percorre-se a matriz até encontrar um número N diferente de \emptyset e HV (ou seja, um código de unidade política).
- 2) a partir deste ponto, preenche-se com N todas as posições à esquerda, à direita, acima e abaixo que conttenham HV, até encontrar o primeiro número diferente de HV.
- 3) prossegue-se para o próximo ponto diferente de \emptyset e de HV repetindo (2).
- 4) repete-se (2) e (3) até se chegar ao fim da matriz.
- 5) repete-se de (1) a (4), até não se encontrar mais pontos que satisfaçam (1).

Terminado este processo, a matriz conterá \emptyset nos pontos dos contornos, HV nos pontos fora do mapa e o código da unidade política nos pontos do interior da unidade.

```
type tdvpol: array [m:n] of
integer
```

fig 4 : Definição de tipo
"divisões políticas".

V — Geração das Matrizes de Cores

Para a geração da matriz de cores o programa necessita dos seguintes dados:

- matriz de divisões políticas
- padrão de cores
- resultados estatísticos

A matriz de divisões políticas foi definida no item III.

O padrão de cores é dado por um array de estruturas em que cada item nos dá a faixa de resultados e as intensidades das primárias necessárias a gerar a cor correspondente à faixa em questão.

```
type tfaixa:
record
  inicio: integer;
  fim : integer
end
type tpadrão: array [k] of
record
  faixa: tfaixa;
  cor: tcor
end
```

fig 5: Definição do tipo "padrão"

Os resultados estatísticos podem ser definidos como sendo um array ligando o código da unidade política ao resultado obtido para a referida unidade.

```
type tresultado: array [P] of record
unidade: integer;
valor: integer
end
```

fig. 6: Definição do tipo
"resultado"

A geração da matriz de cores é feita da seguinte forma:

- 1) percorre-se a matriz de divisões políticas.
- 2) se o valor encontrado for \emptyset , gerar a cor preta (0, 0, 0) na posição correspondente da matriz de cores.
- 3) se o valor encontrado for HV, gerar a cor branca (HV, HV, HV) na posição correspondente da matriz de cores.
- 4) se o valor encontrado for diferente de \emptyset e de HV, percorrer a tabela de resultados até encontrar o resultado referente à unidade cujo código foi lido na matriz de divisões políticas.
- 5) de posse do resultado, percorrer o padrão de cores até encontrar a faixa em que ele se encontra.

6) gerar a cor lida no padrão, na posição correspondente da matriz de cores.

```
Var matcor : timagem
Var matpol : tdivpol
Var resultado : tresultado
Var padrão : tpadrão
.
```

```
if matpol [i:j] = Ø then
  matcor [i:j] := [Ø, Ø, Ø]
```

```
else if matpol [i:j] = HV then
  matcor [i:j] := [HV, HV, HV]
else begin
  k := Ø;
  do k := k + 1 until resultado.
    unidade [k] = matpol [i:j];
  P := Ø;
  do P := P + 1 until padrão.
    faixa. fim [P] ≤ resultado.
  unidade [K];
  matcor [i:j] := padrão. cor[P]
end
```

VI — Geração do mapa Colorido

A matriz de cores descrita em V contém, para cada ponto do mapa, a cor correspondente ao resultado para a unidade política a que pertence. Se o ponto for de contorno terá a cor preta e se o ponto estiver fora do mapa terá a cor branca. De posse desta matriz gera-se o mapa colorido utilizando um dos dispositivos descritos em III (display de varredura ou microdensitômetro de varredura).

VII — Conclusões

O processo descrito neste artigo permite a geração automática de mapas coloridos representando resultados estatísticos. Desta forma, é possível gerar-se grande quantidade de mapas, espelhando os resultados, que, de outra forma, teriam que ser impressos sob a forma de longas tabelas de números.

Cabe aqui ressaltar que o processo de obtenção da matriz de divisões políticas é feito uma vez apenas (a menos que sejam criadas ou modificadas as unidades políticas).

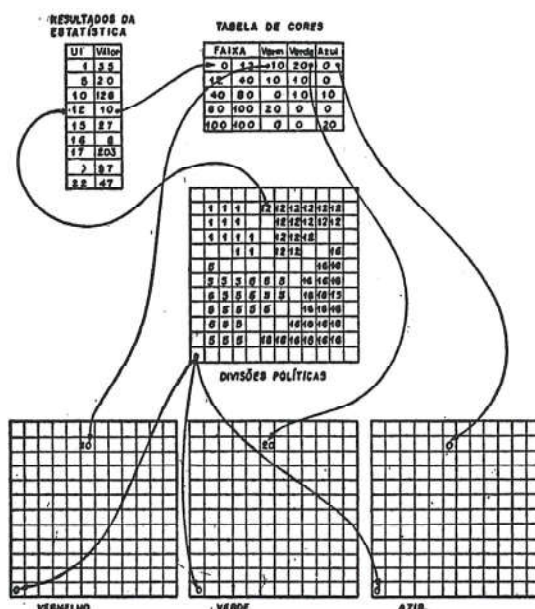


Fig. 7: Geração da matriz de cores.

O processo, em ritmo normal de produção, parte direto do item V.

A figura oito mostra um exemplo de mapa feito pelo processo descrito. O dispositivo

utilizado foi um display de varredura a cores. As imagens apresentadas aqui foram obtidas fotografando a tela mostrando uma cor de cada vez e no final a imagem completa.

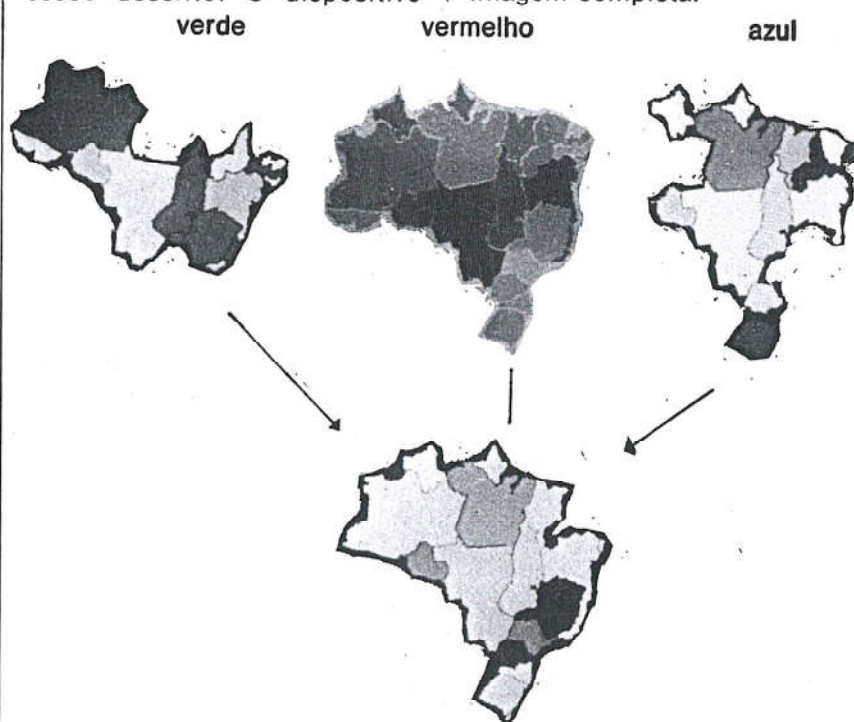


Fig. 8: Mapa do Brasil "colorido" pelo método descrito

Bibliografia

- Image 100 user manual
Ground Systems Dept. General
Electric Co.
Daytona Beach, Florida June 1975.
- Jensen, K./Wirth, N. — Pascal user

Manual and Report Springer — Verlag
New York Inc. 1975

- Perkin Elmer — Microdensitometer
data Acquisition Systems South Pas-
adena Califórnia.