

LAYER: Software para Extração de Feições em um Mapa Topográfico

Ana Lúcia Bezerra Candeias, *UFPE Recife*

Enio Felipe da Rocha, *UFPE Recife*

1. Introdução
 - 1.1 Morfologia Matemática
 - 1.2 Modelo HSI
2. Metodologia
3. Análise dos Resultados
4. Conclusões
5. Referências bibliográficas

► **Resumo**

1. Introdução

Há uma necessidade cada vez maior, na área do Geoprocessamento em associar uma diversidade dados vetoriais a informações espaciais em um banco de dados. A digitalização é uma forma bastante utilizada para se obter os dados vetoriais. O profissional da área, visualmente obtém o reconhecimento dos objetos a partir da cor ou da forma. Este método para se obter dados vetoriais é cansativo, oneroso e passível de erros humanos. O objetivo deste trabalho é minimizar o esforço que o usuário de mapas precisa desenvolver para transferir seus dados analógicos para o formato digital, ou seja, auxiliar o usuário de mapas a extrair automaticamente informações tais como: curvas de nível, áreas construídas, rede de drenagem, etc.[1],[2],[4] e [5]. Para isto, utiliza-se ferramentas do reconhecimento de padrões para a extração dos objetos que compõem o mapa. A Figura 1 mostra esquematicamente o objetivo do trabalho. Nesta figura tem-se que f é a imagem scanneada e g é a imagem de saída com apenas as curvas de nível para serem editadas.



(a)

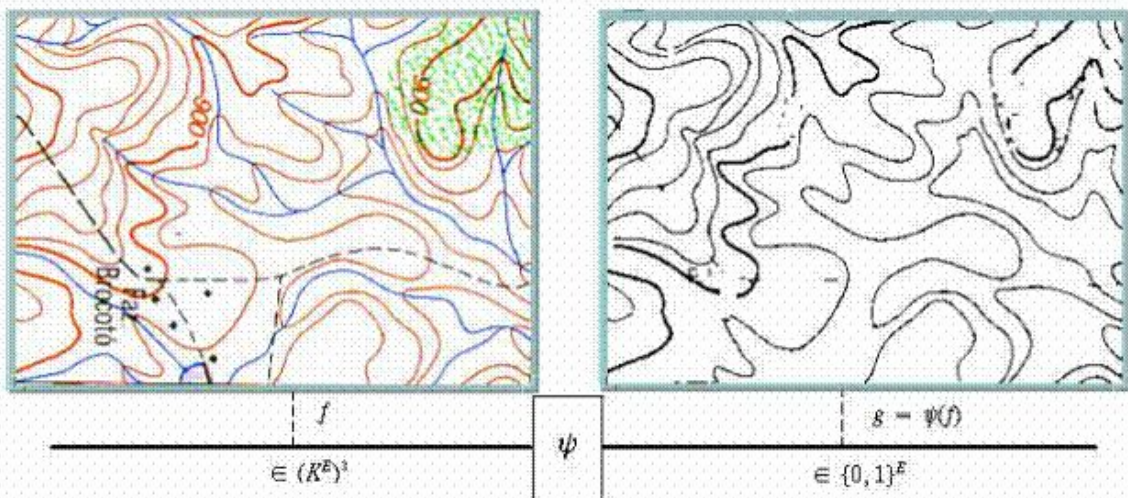


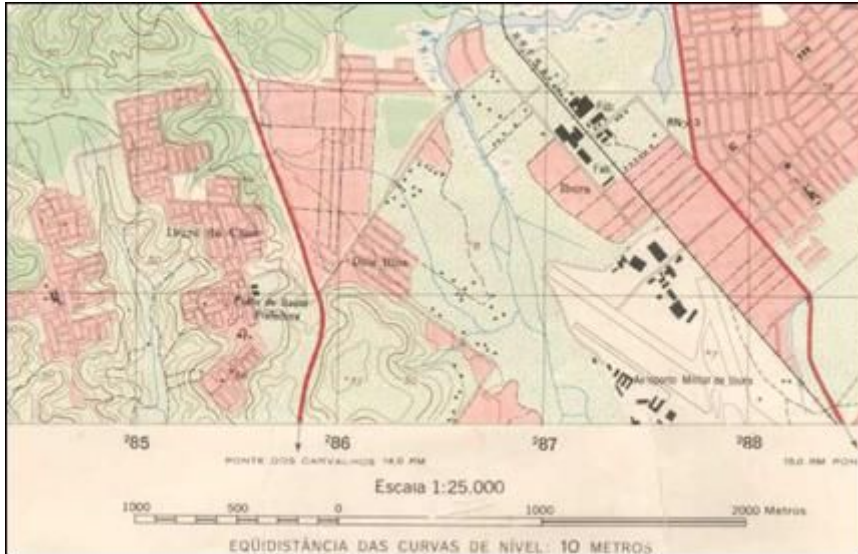
Figura 1 : Representação esquemática do objetivo do trabalho

Neste trabalho desenvolve-se um software no ambiente DELPHI que é capaz de extrair dados de um mapa topográfico (ex: curvas de nível e estradas). Porém, para extrair as informações de um mapa Topográfico é necessário salientar que ele apresenta três tipos de informação: conteúdo (feições naturais e artificiais representadas no mapa); localização horizontal (o reticulado de referência, o quadriculado, etc) e altitude (pontos cotados, curvas de nível).

Nosso enfoque foi trabalhar com as feições naturais e artificiais representadas no mapa e curvas de nível. Por convenção um mapa topográfico pode apresentar no máximo SEIS cores diferentes, cada uma correspondente a um objeto distinto (Figura 2). São elas: Verde: Vegetação, Azul: Regiões aquáticas (Lagoa, Rio, Lago, etc.), Vermelho: Rodovias e áreas construídas, Sépia: Identifica as Curvas-de-Nível da região, Verde: Vegetação, Preto: Toponímia e Branco: Regiões não representadas.

- Verde: Vegetação
- Azul: Regiões aquáticas (Lagoa, Rio, Lago, etc.)
- Vermelho: Rodovias e áreas construídas)
- Sépia: Identifica as Curvas-de-Nível da região
- Preto: Toponímia.
- Branco: Regiões não representadas

(a)



(b)

Figura 2 : (a) Cores representadas em um mapa topográfico. (b) Trecho do Mapa Topográfico, escala 1:25000 da Carta RECIFE

O objetivo principal deste projeto é a geração do software para converter dados scaneados (raster) de um mapa ou carta topográfica em um ou mais planos de informação que será posteriormente convertido em formato vetorial.

1.1 Morfologia Matemática

As informações a seguir estão baseadas em [6]. Seja Z o conjunto dos inteiros. Seja E um retângulo de Z^2 e K um intervalo $[0, k]$ de Z , com $k > 0$. A coleção das funções de E em K representa as imagens em níveis de cinza (as imagens binárias são vistas como caso particular de imagens em níveis de cinza). Denota-se esta coleção por K^E e por f, g, f_1 e f_2 os elementos genéricos de K^E . A *interseção* de f_1 e f_2 , denotada $f_1 \wedge f_2$ é a função em K^E dada por, para todo x em E ,

$$(f_1 \wedge f_2)(x) = \min\{f_1(x), f_2(x)\} \quad (1)$$

a *união* de f_1 e f_2 , denotada $f_1 \vee f_2$, é a função em K^E dada por, para todo x em E ,

$$(f_1 \vee f_2)(x) = \max\{f_1(x), f_2(x)\} \quad (2)$$

O *complementar* (ou *inverso*) de f , denotado $\sim f$, é a função em K^E dada por, para todo x em E ,

$$(\sim f)(x) = k - f(x) \quad (3)$$

As definições seguintes baseiam-se na estrutura de grupo Abeliano de K^E .

Seja B um subconjunto de K^E . Denota-se por B_h translado de B por um vetor h em Z^2 , isto é,

$$B_h = \{x + h : x \in B\} \quad (4)$$

Denota-se por B^t o *transposto* de B , isto é,

$$B^t = \{-x \mid x \in B\} \quad (5)$$

A dilatação (Figura 3) de f com respeito ao borrão B é a função em K^E dada por, para todo x em E ,

$$(\delta_B(f))(x) = \max\{f(y) : y \in B^t_x \cap E\} \quad (6)$$

A erosão B (Figura 3) é a função em K^E dada por, para todo x em E ,

$$(\varepsilon_B(f))(x) = \min\{f(y) : y \in B_x \cap E\} \quad (7)$$

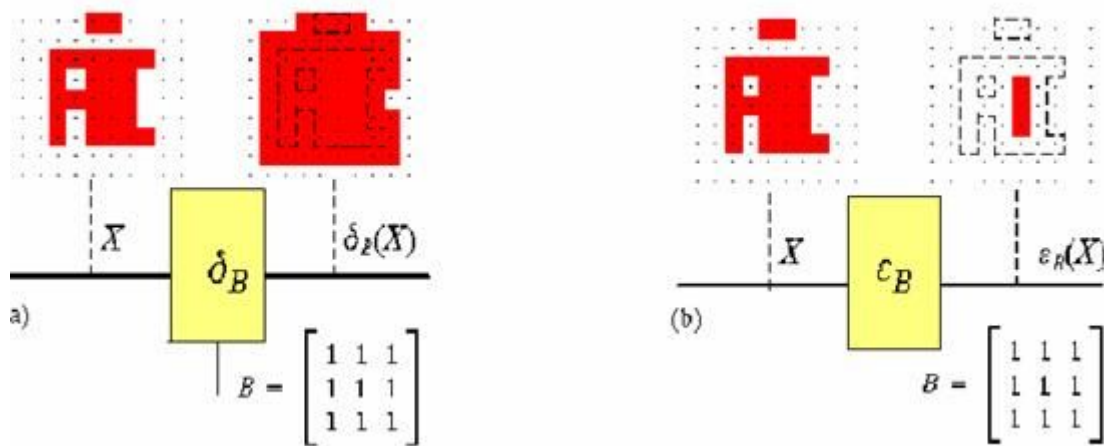


Figura 3 :Representação esquemática do efeito da dilatação e da erosão

As transformações γ_B e ϕ_B de K^E em K^E , dadas pelas seguintes composições:

$$\gamma_B = \delta_B \varepsilon_B \quad \text{e} \quad \phi_B = \varepsilon_B \delta_B \quad (8)$$

são chamadas, respectivamente, *abertura* e *fechamento (morfológico)* por .

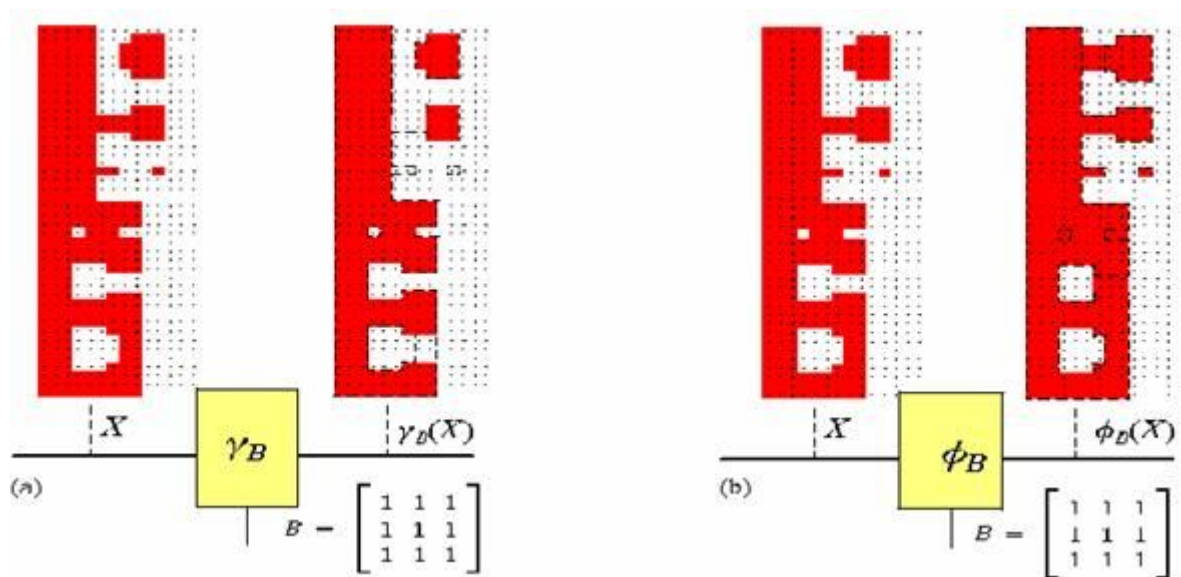


Figura 4 : Representação esquemática do efeito da dilatação e da erosão

1.2 Modelo HSI

O modelo HSI é um modelo baseado na geometria de um cone. Neste modelo, pinturas artísticas podem ser intuitivamente incorporadas, já que é uma abordagem mais natural de como o ser humano percebe a cor. Neste modelo, a cor é então definida pela Matiz, Saturação e Valor (Hue, Saturation and Value). Existe um mapeamento que leva o modelo RGB para HSI e vice-versa.

O matiz (H) distingue as cores, exemplo: verde do vermelho. A saturação (S) refere-se o quão longe está uma cor de seu nível de cinza. Cores pastéis são relativamente menos saturadas e com mais branco que as cores mais vivas e saturadas. Exemplo: rosa, cor menos saturada e o vermelho, cor mais saturada. O valor (I) refere-se como a intensidade da luminosidade do objeto e é percebida.

As Equações para obtenção da Intensidade (I), Saturação (S) e Matiz (H) do modelo HSI são mostradas a seguir e estão de acordo com [7]:

$$I = (R + G + B) / 3 \quad (9)$$

$$S = 1 - (3 / (R + G + B)) * \min(R, G, B) \quad (10)$$

$$H = \text{Arcos}(((R - G) + (R - B)) / 2) / ((R - G)^2 + (R - B)*(G - B))^{1/2} \quad (11)$$

onde R, G e B são pixels das bandas associadas aos canais Red, Green e Blue.

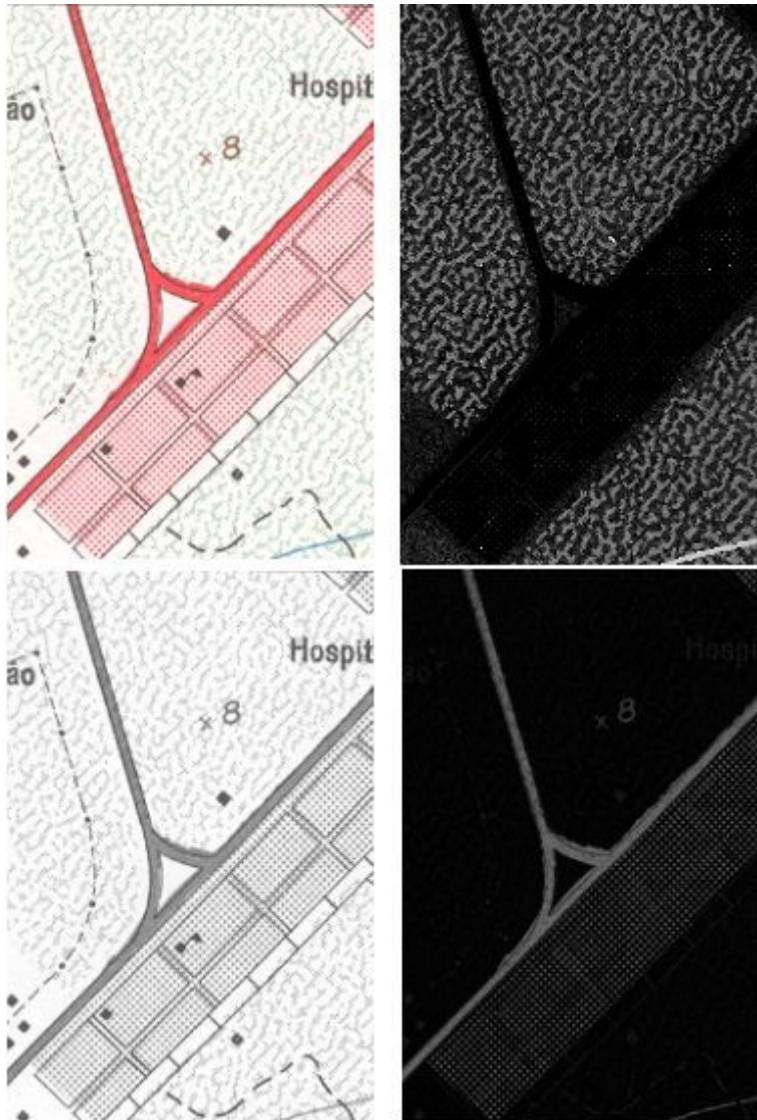


Figura 5 : Imagem original colorida, extração das bandas H, S e I (sentido horário)

2. Metodologia

A metodologia aqui apresentada na Figura 6, baseia-se em extrair informações de um mapa a partir do scanneamento e irá utilizar a Morfologia Matemática [3], [4] e [6], o espaço de cores RGB e HSI [7] para gerar os planos de informação no formato raster. A partir deste resultado, esta imagem pode ser vetorizada e transferida para um SIG. Após esta transferência, as isolinhas, por exemplo, passam por um processo de edição dentro do próprio SIG de forma a corrigir as possíveis falhas (descontinuidade das linhas e pequenos segmentos de linhas). Esta metodologia pode ser aplicada para qualquer objeto que possa ser reconhecido por sua cor e/ou forma.

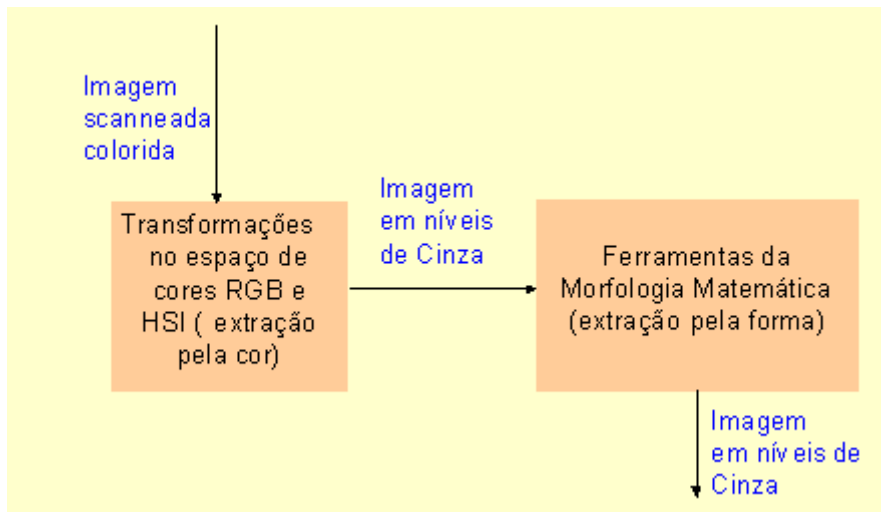


Figura 6 : Metodologia aplicada

O reconhecimento de padrões para a extração dos objetos é desenvolvida a partir da cor. A partir dos algoritmos estudados de processamento digital de imagens e reconhecimento de padrões são desenvolvidas interfaces gráficas atrativas e intuitivas ao usuário no ambiente de programação DELPHI.

Materiais utilizados

- Scanner HP
-
- Carta Topográfica
-
- Borland DELPHI 6.0 – Professional Edition
-
- Pentium III 800 MHz – 896 MBytes RAM
-

3. Análise dos Resultados

Como resultado foi construído um software que se utiliza de algoritmos de processamento digital de imagens e reconhecimento de padrões além das interfaces gráficas atrativas e intuitivas ao usuário no ambiente de programação DELPHI (Figura 7) para facilitar a conversão de dados raster para vetor.

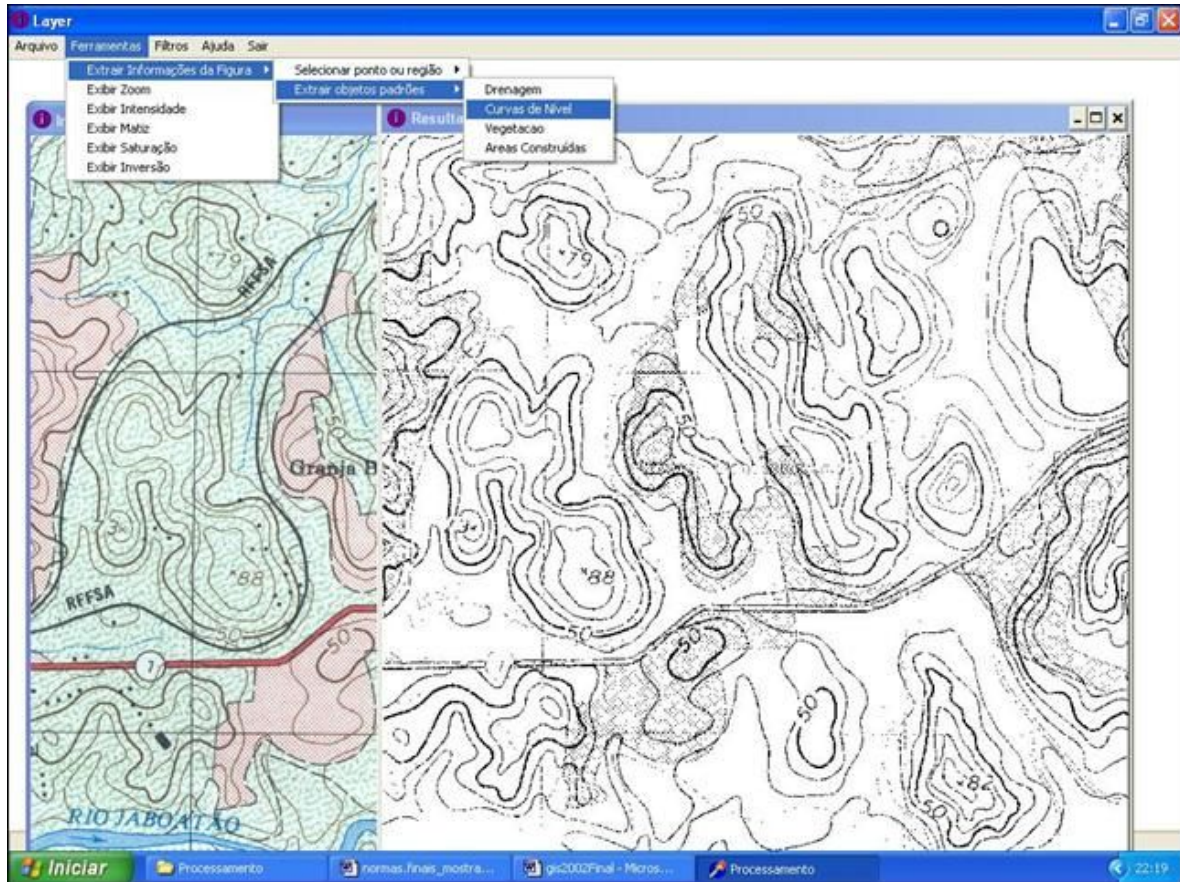


Figura 7 : Extração das curvas de nível

Os principais resultados obtidos até agora foram:

- A. Construção total da interface do programa.
- B. Implementação das rotinas de processamento de imagens que se aplicam ao problema.
- C. Desenvolvimento do texto de ajuda a usuários

A Figura 8 mostra o menu desenvolvido no trabalho até o presente momento. A partir desta simulação já foi desenvolvida a versão 1.0 do programa LAYER, a qual já conta com todas as opções abaixo implementadas.

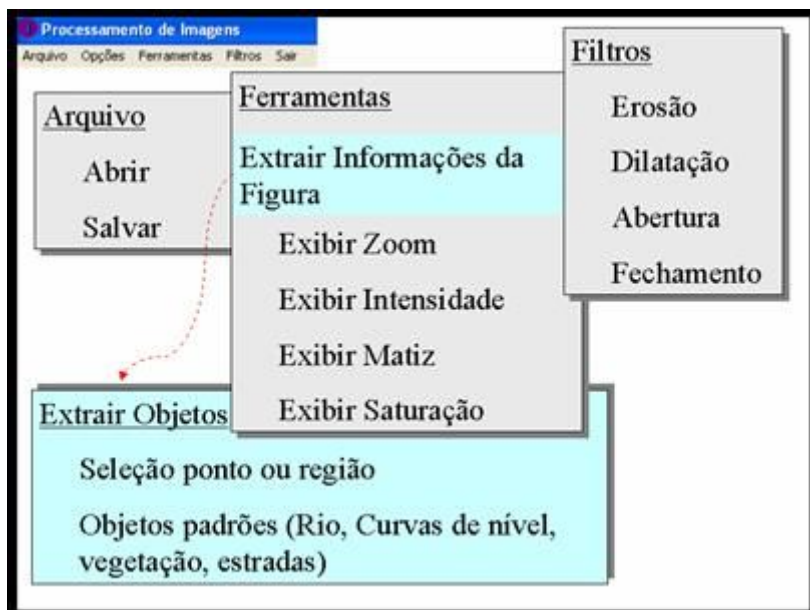


Figura 8 : Representação esquemática dos menus desenvolvidos

O software desenvolvido possui entrada para imagem em formato bitmap (.bmp) e sua saída é uma imagem que pode ser salva em qualquer formato aceito pelo Windows (.bmp, .tif, .jpg, .gif, etc).

As principais funcionalidades do *LAYER 1.0* é a possibilidade de reconhecimento de padrões a partir da cor e da forma do objeto. Estas opções estão disponíveis no menu ferramentas e filtros. É importante lembrar que dada uma imagem de entrada, esta imagem pode ser ampliada com a opção de EXIBIR ZOOM, o que possibilita uma maior precisão na extração de informações por Ponto ou Região.

4. Conclusões

Observou-se que é possível extrair as informações desejadas de um mapa a partir do reconhecimento de padrões que utiliza como recursos a cor e as ferramentas da morfologia matemática.

O software *LAYER 1.0* pode auxiliar na geração de planos de informação para um SIG. Na versão atual os dados RASTER são gravados em qualquer formato aceito pelo Windows.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/UFPE) ao Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco).

5. Referências bibliográficas

- [1] **S. Ablameyko, V. Bereishik and N. Paramonova** *Vectorization and Representation of Large-Size 2-D line-Drawing Images*, Journal of Visual Communication and Image Representation, 5(3):245-254, 1994
- [2] **M. M. Ansoult and P. J. Soille:** *Mathematical morphology: a tool for automated GIS data aquisition from scanned thematic maps* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 56(9):1263 - 1271, sep. 1990

- [3] **G.J.F. Banon and J. Barrera:** *Bases da Morfologia Matemática para a análise de imagens binárias*, IX Escola de Computação, Recife, 24-31 de julho, 1994
- [4] **J. Barrera, J., G. J. F. Banon and R. A. Lotufo:** *A mathematical morphology toolbox for the KHOROS system: specifications for Version 1.2b*, Workshop'95 de Morfologia matemática, Campinas, 1995
- [5] **A. L. B. Candeias and E. B. Sousa:** *Aplicação da Morfologia Matemática na extração automática de curva de nível de carta topográfica*, VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Salvador, BA, 14-19 de abril de 1996
- [6] **A. L. B. Candeias:** *Aplicação da Morfologia Matemática à Análise de Imagens de Sensoriamento Remoto*, São José dos Campos: INPE, 1997. 152p. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- [7] **R.C. Gonzalez and P. Wints:** *Digital image processing*, 2ed., Massachusetts, Addison Wesley, 1987

| | | |
|----------------|--|--|
| Autores | Profª. Drª. Ana Lúcia Bezerra Candeias Centro de Tecnologia e Geociências Universidade Federal de Pernambuco - UFPE Departamento de Engenharia Cartográfica 50740-530 Recife PE - Brasil ✉ analucia@ufpe.br | Enio Felipe da Rocha Centro de Informática Universidade Federal de Pernambuco - UFPE 50740-530 Recife PE - Brasil ✉ enio.felipe@uol.com.br |
|----------------|--|--|