

# Medidas em culturas de fungos com uso de operadores morfológicos\*

Mucheroni, Marcos L. <sup>1</sup>  
Reis Jr., Rodney Americo dos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UFSCar - Universidade Federal de São Carlos  
Grupo de Arquitetura, Processamento de Imagens e Sinais  
dmlm.g122939@power.ufscar.br

## Abstract

This work employs the implementation of mathematical morphology methods in SUN-SPARC workstations, using the MMach Tools which are found under the Khoros environment. This is done longing to obtain measurements of the area and the number of hifals from the fungi culture of *Penicillium Crysoyenum* microscopy images., in the initial phase named mycelial. This analyzed features are directly related with the productivity of this culture. Some of the mathematical morphology methods used are: filtrated skeleton by thinning, threshold (MMach), conditional erosion, and labeling (MMach). As the results were satisfactories, it is conceivable to use this methods to obtain estimated measurements of mycelial images area and hifal width .

## 1 Introdução

Processamento morfológico de imagens é um tipo de processamento onde a estrutura espacial dos objetos numa imagem é modificada. Erosão, dilatação e esqueletização são algumas das principais operações morfológicas utilizadas. Na *dilatação* o objeto cresce uniformemente no sentido espacial, enquanto na *erosão* ele afina ou murcha uniformemente. *Esqueletização* é uma representação "fina" do objeto.

Os conceitos básicos desta teoria iniciou-se com os trabalhos de álgebra espacial de conjuntos de Minkowski [Mink03], inicialmente relacionado a materiais porosos Matheron [Mather67], tendo uma formalização efetiva com Jean Serra [Serra82].

Vários trabalhos recentes colocam esta metodologia num desenvolvimento promissor no Brasil [BanBar94], [BaBaLo94].

Operações morfológicas de imagens binárias estão baseadas em relações geométricas e conectividade de pixels, definidos como valores inteiros. Em imagens binárias, o conjunto em questão é membro de um espaço inteiro 2-D  $Z^2$ , onde cada elemento de um conjunto é uma t-upla (vetor 2-D), cujas coordenadas (x,y) de um pixel definem um ponto preto (por convenção) na imagem.

Existem diversas aplicações onde a medidas com uso de morfologia é importante. Este trabalho em particular tem por objetivo sua aplicação na identificação de filamentos em fungos (*Penicillium Crysoyenum*) onde medidas com uso morfologia é um aspecto importante [Tuck92]. O uso de operadores morfológicos é uma tentativa de automatizar o processo de controle do crescimento deste fungos.

Diversos trabalhos procuram desenvolver sobre Projeto apoiado pelo ProTeM-CC-AnlMoMat

imagens deste tipo através de segmentação, obtendo as bordas, contornos ou regiões existentes nas imagens, por exemplo [Neva81].

Em [Much93] é aplicada a técnica de laplaciano através de Transformada Rápida de Fourier na obtenção de contornos de imagens com variações de intensidades e texturas. Entretanto este tipo de análise resultou insuficiente para análise de imagens de micélios, além de ser custoso computacionalmente.

## 2 Operações morfológicas

### 2.1. Operações básicas: $A$ e $B$ em $Z^2$

*Dilatação:*  $A \oplus B = \{x / (\bar{B})_x \cap A \neq \emptyset\}$

a notação  $(\bar{B})_x$ , índice translação por  $x$ .  
 $B$  é chamado elemento estruturante.

*Erosão:*  $A - B = \{x / (B)_x \subseteq A\}$

Dual em relação a complementação e reflexão:

$$(A - B)^c = A^c \oplus B$$

*Afinamento - afina  $A$*

$$A \cdot B = A - (A \cdot B) \text{ ou } A = A \cdot (A \cdot B)^c$$

$$\text{Prático: } A \cdot \{B\} = ((\dots((A \cdot B^1) \cdot B^2)\dots) \cdot B^n)$$

$$\{B\} = \{B^1, B^2, B^3, \dots, B^n\}$$

*Esqueletização - esqueletiza  $A$*

$$S(A) = \bigcup_{n=0}^k S_n(A)$$

$$S_n(A) = \bigcup_{n=0}^k \{ (A - nB) - [(A - nB) \circ B] \}$$

$A - nB$  -  $n$ -ésima interação de sucessivas erosões.

### 3 Operações morfológicas em micélios

Neste trabalho, são aplicadas técnicas baseadas em Morfologia Matemática para a análise de Imagens Binárias[Bano94], a partir de imagens microscópicas fotografadas de culturas de *Penicillium Crysoyenum*, onde importantes informações sobre ramos deste tipo de fungo (chamadas *hifas*) aparecerem na forma pontos terminais, e cujas informações são dados importantes no controle da cultura destes fungos.

A obtenção de informações sobre linhas nas

imagens, no caso do *Penicillium Crysoyenum*, seguirá ao tratamento de "esqueletização por afinamento filtrado" das *hifas* (aparecendo assim as formas de linhas), para posteriormente realizar-se medidas com uso de operadores de que permitam a medida de comprimento e área, tomando-se das linhas os pixels restantes e contando-os. Na ilustração da figura 1 tem-se: 1(a) micélio, 1(b) "threshold filtrado", na figura 1(c) a "esqueletização por afinamento filtrado" e 1(d) os "pontos terminais" reconhecimento as hifas.

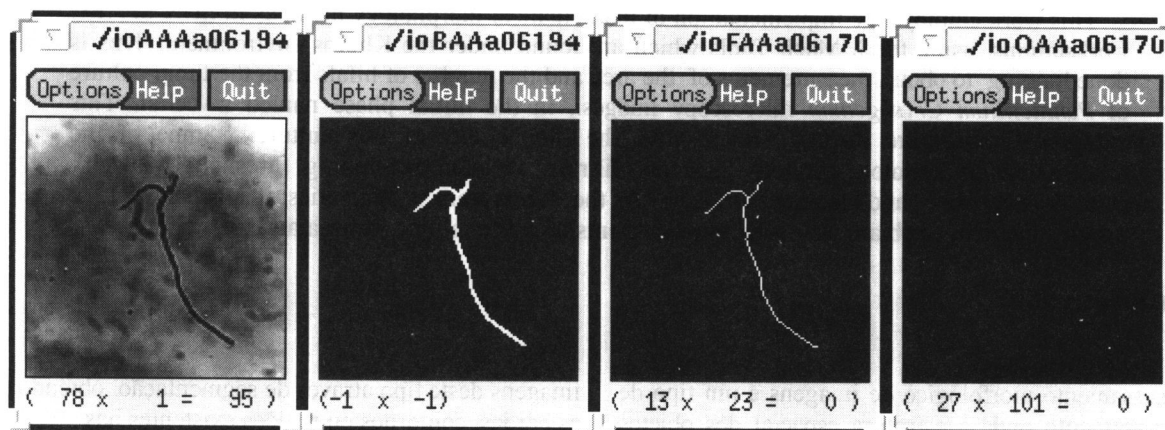


Figura 1 - (a) imagem do micélio; (b) "threshold filtrado"; (c) esqueletização, e. (d) pontos terminais.

### 5 Conclusões

A Morfologia Matemática mostrou-se uma ferramenta efetiva para análise de micro-organismos, em especial, cultura de micélios. O MMach Toolbox do Khoros tem se mostrado uma ferramenta importante na análise de imagens microscópicas.

Desenvolvimentos posteriores, neste trabalho em andamento devem possibilitar as medidas de comprimentos das hifas e área total do micélio, importante no controle desta cultura.

### Agradecimentos

Ao prof. Dr. G.J.F. Banon, coordenador do Projeto AnlMoMat, aos profs. Drs. Roberto de A. Lotufo e Junior Barrera pelo desenvolvimento do MMach Toolbox do Khoros e ao Prof. Jander Moreira que instalou-o na UFSCar.

Ao Prof. Claudio T. Suazo que cedeu as fotos.

### Referências Bibliográficas

- [BanBar94] BANON, G.J.F. e BARRERA, J. - Bases da Morfologia Matemática para a Análise de Imagens Binárias, IX Escola de Computação, Recife, julho de 1994.
- [BaBaLo94] BARRERA, J., BANON, G.J.F. e LOTUFO, R.A. - "A Mathematical morphology

toolbox for the KHOROS system". *Image Algebra and Morphological Image Processing I*, SPIE, San Diego CA, 1994

- [Mather67] MATHERON, G.: *Éléments pour une théorie des milieux poreux*, Masson & Cie., Paris, 166 p., 1967.
- [Mink03] MINKOWSKI, H.: "Volumen und oberfläche". *Math. An.* (57), pp. 447-495, 1903.
- [Much93] MUCHERONI, M.L.; CRUVINEL, P.E.; MINATEL, E.R. - "Identificação automática de bordas", *I Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, I SBAI, Rio Claro, 1993.
- [Neva81] NEVATIA, R. & BABU, K.R. - "Linear feature extraction". *Comp. Grap. Im. Proc.*, 3(6): 676-678, 1981.
- [Tuck92] TUCKER & TOMAS, C.R. - Micelial morphology. *Biotechnology Letters*, 14(1): 1701-1704, 1992.
- [Serra82] SERRA, J.P.F.: *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Vol. I, Academic Press, London, 610p., 1982