

Segmentação Semi-Automática de Úlceras para Terapia Larval

Vítor de G. Marques¹, Bruno Motta de Carvalho³, Bruno Santana da Silva¹,
Julianny Barreto Ferraz⁴, Renata Antonaci Gama²

¹Instituto Metrópole Digital

²Departamento de Microbiologia e Parasitologia

³Departamento de Informática e Matemática Aplicada
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Av. Senador Salgado Filho, 3000 – 59078-970 – Natal – RN – Brasil

⁴Hospital Universitário Onofre Lopes

Av. Nilo Peçanha, 620 – 59012-300 – Natal – RN – Brasil

vitorgodeirom@gmail.com, bruno@dimap.ufrn.br, bruno@imd.ufrn.br,
juliannybarreto@hotmail.com, antonaci@cb.ufrn.br

Abstract. *The Larval Therapy (LT) is an alternative method for treatment hard healing wounds. It uses immature flies for cleaning these wounds, decreasing the need of amputations. A more efficient use of LT considers the wound area. For this calculation invasive techniques are usually used, like manual planimetry with plastic film. We investigate a noninvasive technique to guide LT with image analysis of wounds. This paper presents the use of Watershed algorithm to semi-automatic segmentation of wounds that will be submitted to LT.*

Resumo. *A Terapia Larval (TL) é um método alternativo para o tratamento de úlceras de difícil cicatrização. Ela utiliza formas imaturas de moscas para a limpeza dessas feridas, diminuindo a necessidade de amputações. Um uso mais eficiente da TL considera a área da ferida. Para este cálculo geralmente são usadas técnicas invasivas como a planimetria manual com filme plástico. Investigamos uma técnica alternativa para orientar a TL com o uso da análise de imagens de feridas. Este trabalho investiga o uso do algoritmo Watershed para segmentação semi-automática de úlceras que serão submetidas a TL.*

1. Introdução

Atualmente, milhares de pacientes com úlceras de difícil cicatrização de diferentes etiologias, vêm sendo tratados com terapia larval como nos Estados Unidos, Austrália, Israel e em vários países da Europa [Ferraz et al. 2014]. A Terapia Larval (TL) consiste na utilização de formas imaturas de moscas desinfectadas para a limpeza e remoção de tecidos desvitalizados em feridas, tais como: úlceras de pé diabético, úlceras pós-cirúrgicas infectadas, úlceras de decúbito, úlceras por estase venosa e em queimaduras [Téllez et al. 2012].

Para evitar o desperdício das larvas ou o emprego de uma quantidade menor do que o necessário, é preciso calcular a área da ferida para definir com precisão quantas larvas

devem ser aplicadas na TL. A prática clínica atual da TL costuma empregar técnicas invasivas para esse cálculo, usando, por exemplo, a planimetria manual com filme plástico. Métodos não invasivos têm sido investigados como alternativa rápida e indolor para guiar a TL, tal como a fotografia digital padronizada [Miot et al. 2009].

Esse trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre a eficiência de um algoritmo de segmentação semi-automática em úlceras, com a finalidade de fazer parte de um *software* específico para Terapia Larval. A partir de fotos da úlcera, o *software* realizará a aferição da área de necrose e indicação de quantas larvas e quantas aplicações devem ser realizadas para cada paciente.

2. Trabalhos Relacionados

Diversos trabalhos da literatura focam na segmentação de imagens de úlceras. [Poon and Friesen 2015] buscam identificar automaticamente o estágio das feridas usando algoritmos que determinam seu tamanho e cor, a partir de imagens obtidas por *smartphones* e *tablets*. Na etapa de segmentação, eles utilizam o algoritmo *Grabcut* [Rother et al. 2004]. [Hariprasad and Sharmila 2016] investigam formas de acompanhar a cicatrização de úlceras através do cálculo de área e perímetro a partir de suas imagens. Eles propõem um processo de segmentação com base em técnicas de *thresholding* e detecção de bordas.

Apesar de diversos trabalhos realizarem a segmentação de imagens de úlceras, nenhum se preocupa em apoiar a Terapia Larval. Com esse objetivo propomos investigar a eficiência da segmentação das úlceras a partir do algoritmo *Watershed* [Meyer 1992].

3. Estudo de caso

Para a análise de resultados é empregado um conjunto de imagens próprio, obtido a partir de pacientes diabéticos do Hospital Onofre Lopes (HUOL) em Natal – RN (como parte do projeto de pesquisa 631/11 aprovado pelo comitê de ética da UFRN). Seleccionamos dez imagens aleatórias nesse conjunto para realizar nosso experimento. Quatro delas são apresentadas na Figura 1. As dez imagens foram segmentadas manualmente para gerar o *ground truth*, que serviram de comparação para aquelas obtidas pelo algoritmo discutido nesse artigo.

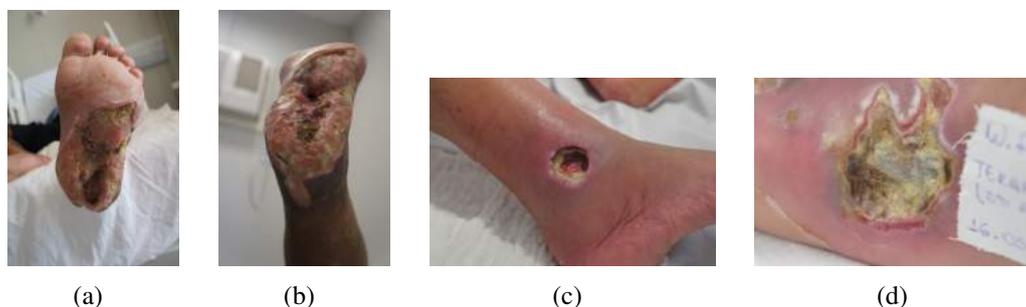


Figura 1. Imagens adquiridas.

As imagens originais passaram por um pré-processamento com a finalidade de diminuir a quantidade de ruídos. Ou seja, essa etapa tem o objetivo de detectar a pele humana e remover o que não for pele humana. Nessa fase utilizamos o sistema de cores

HSV, que é uma transformação não linear do sistema de cores RGB, sendo composto pelas componentes: matiz (*Hue* – H), saturação (*Saturation* – S) e brilho (*Value* – V). As imagens originais da Figura 1 tiveram como resultado de pré-processamento as imagens na Figura 2.

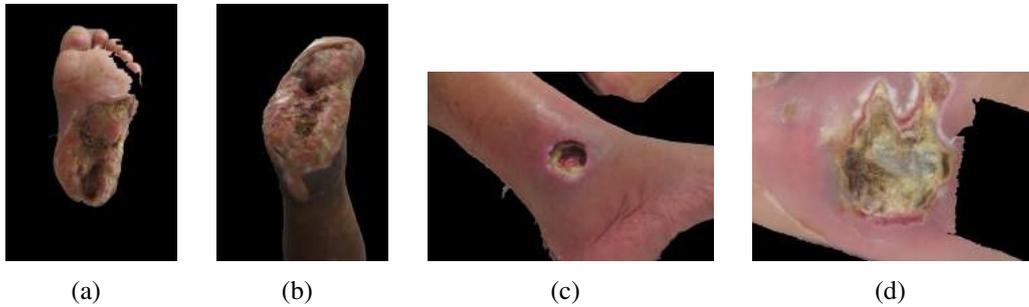


Figura 2. Imagens após o pré-processamento.

O próximo passo foi segmentar as imagens pré-processadas utilizando uma das variantes do algoritmo *Watershed*, baseada em marcadores não paramétricos, descrita em [Meyer 1992]. Para a execução deste algoritmo foi necessário marcar as regiões desejadas (sementes) nas imagens. A partir dessas regiões marcadas, o algoritmo construiu as componentes da nova imagem, retornando assim a imagem segmentada. A partir da imagem segmentada selecionamos a região de interesse. O resultado da segmentação das imagens da Figura 2 com a área de interesse (ferida) selecionada está apresentado na Figura 3.

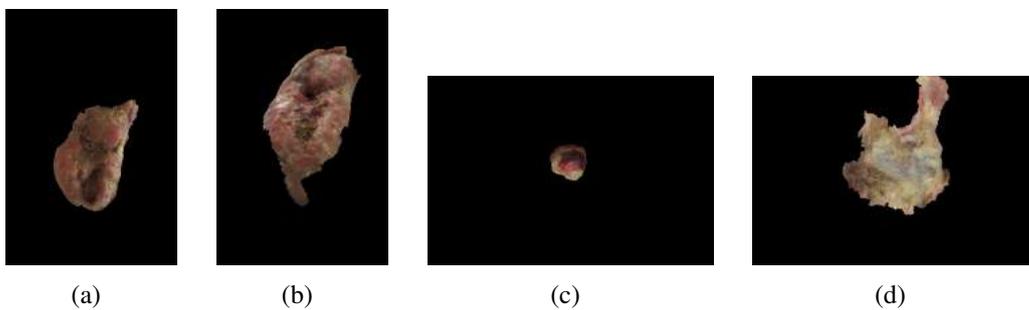


Figura 3. Imagens finais.

Para avaliar a eficiência desse método de segmentação, usaremos as métricas estatísticas acurácia, sensibilidade e especificidade. A acurácia é a porcentagem de acerto, a sensibilidade indica o acerto das regiões que são algum tipo de lesão e a especificidade o acerto de regiões que não são feridas. Na Tabela 1 apresentamos os resultados do nível de acurácia, sensibilidade e especificidade do algoritmo nas dez imagens do experimento.

Tabela 1. Resultados dos experimentos.

Instância	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acurácia	0,943	0,997	0,998	0,976	0,984	0,979	0,987	0,983	0,989	0,980
Sensibilidade	0,746	0,997	0,979	0,987	0,987	0,996	0,975	0,960	0,999	0,981
Especificidade	0,997	0,997	0,999	0,971	0,984	0,975	0,989	0,987	0,987	0,980

O algoritmo teve uma acurácia média de 0,982 com desvio padrão de 0,015; uma sensibilidade média de 0,961 com desvio padrão de 0,076 e uma especificidade média

de 0,987 com desvio padrão de 0,009. Por meio dos resultados podemos observar que o algoritmo teve alta taxa de reconhecimento das regiões de feridas e das regiões que não eram feridas.

4. Conclusão e Trabalhos Futuros

Os resultados mostram que a metodologia aqui descrita apresentou altos valores de acurácia, especificidade e sensibilidade com imagens adquiridas sem nenhum protocolo específico. É importante investigar se o uso de um protocolo específico pode melhorar a robustez deste algoritmo.

Como continuação do trabalho pretende-se calcular a área das úlceras com precisão e usar em diversos tipos de feridas (tanto em relação à profundidade quanto em relação aos formatos das feridas). Adicionalmente será desenvolvido um aplicativo móvel para o uso na terapia larval, que possibilite indicar a quantidade de larvas necessárias para o procedimento, o que permitirá ao profissional de saúde um uso mais adequado da quantidade de larvas no tratamento.

Agradecimentos

Vítor Godeiro agradece ao Programa de Educação Tutorial do Ministério da Educação.

Referências

- Ferraz, J. B., de Queiroz Pinheiro, M. A. R., and Gama, R. A. (2014). Biocirurgia. *Feridas. As feridas têm alma. 1ª ed*, pages 693–697.
- Hariprasad, R. and Sharmila, N. (2016). Foot ulcer detection using image processing. *International Journal of Computing and Technology*, 3:120 – 123.
- Meyer, F. (1992). Color image segmentation. In *1992 International Conference on Image Processing and its Applications*, pages 303–306.
- Miot, H. A., Mendaçoli, T. J., Costa, S. V., Haddad, G. R., and Abbade, L. P. F. (2009). Úlceras crônicas dos membros inferiores: avaliação pela fotografia digital. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 55:145 – 148.
- Poon, T. W. K. and Friesen, M. R. (2015). Algorithms for Size and Color Detection of Smartphone Images of Chronic Wounds for Healthcare Applications. *IEEE Access*, 3:1799–1808.
- Rother, C., Kolmogorov, V., and Blake, A. (2004). “Grabcut”: Interactive Foreground Extraction Using Iterated Graph Cuts. In *ACM SIGGRAPH 2004 Papers*, SIGGRAPH ’04, pages 309–314, New York, NY, USA. ACM.
- Téllez, G., Acero, M., Pineda, L., and Castaño, J. (2012). Larvaterapia aplicada a heridas con poca carga de tejido necrótico y caracterización enzimática de la excreción, secreción y hemolinfa de larvas. *Biomédica*, 32(3):312–320.