

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**



**FEUP**

**CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE LESÕES CUTÂNEAS**

**Bruno António Ferra Almeida Rodrigues**

Preparação da dissertação realizada no âmbito do  
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
Major Telecomunicações

Orientador: Prof. Jorge Manuel Gomes Barbosa

Fevereiro 2011



© Bruno António Ferra Almeida Rodrigues, 2011

# Resumo

Este documento tem como objectivo apresentar o estado de arte relacionado com os objectivos propostos. A ideia deste projecto nasceu da necessidade de melhorar os tratamentos a efectuar em determinadas lesões, para assim se poder aperfeiçoar os mesmos e, saber quais os mais promissores a nível terapêutico. A necessidade de acompanhar a evolução da lesão dá uma importância acrescida ao projecto, pois tal, é necessário para uma melhor prestação de cuidados e para a gestão de recursos na área da saúde. No trabalho proposto pretende-se especificar e desenvolver um sistema que, por análise de várias características, nomeadamente, dimensões (comprimento, largura) e cor das respectivas lesões, efectue a sua classificação e respectivo estado de cicatrização. Com o registo destes dados fiáveis será possível comprovar a eficácia de determinados produtos de tratamento em detrimento de outros, os gastos associados ao processo de cicatrização das lesões, o tempo de cicatrização médio de cada lesão, entre outros, para assim tornar estes processos cada vez mais eficientes. Foi efectuado um amplo estudo sobre o estado de arte nesta área, para assim no próximo semestre poderem ser testados e comparados vários algoritmos. Será apresentada uma organização do trabalho a efectuar ao longo do semestre que se aproxima.

# Abstract

This document aims to present the state of art related to the proposed objectives. The idea of this project was born from the need to improve treatments to be made in certain injuries, thereby improving them and determine which are the most promising at a therapeutic level. The need to monitor the injury adds greater significance to the project, as such, it is necessary for better care and management of resources in the area of health .This proposed work aims to specify and develop a system that by analysis of several characteristics, including dimensions (length, width) and colour of the injuries, their classification is carried out as well as their state of healing. With the registration of reliable data it will be possible to prove the efficacy of treatment of certain products over others, the costs associated with the process of wound healing, the average healing time of each injury, among others, thereby making these processes every time more efficient. It involved an extensive study on the state of the art in this area so that in the next semester i can test and compare various algorithms. I will present a work plan to be carried out throughout the next semester.



# Índice

Resumo .....	iv
Abstract .....	v
Lista de Figuras .....	x
Abreviaturas .....	xi
Capítulo I .....	1
Introdução.....	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Objectivos .....	2
1.3 Conjunto de Imagens .....	2
1.4 Parâmetros Antropométricos de análise nas Úlceras de Pressão .....	2
Capítulo 2 .....	3
Estado de Arte.....	3
2.1 Trabalhos realizados na área.....	3
2.2 MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE IMAGENS DAS ÚLCERAS DE PRESSÃO .....	4
2.2.1 Comprimento x largura .....	4
2.2.2 Acetato .....	4
2.2.3 Fotografia Digital .....	4
2.2.4 Planimetria Digital.....	5
2.3 PROCESSAMENTO DAS IMAGENS .....	5
2.3.1 Conversão RGB→HSI.....	6
2.3.2 Segmentação.....	6
2.3.3 Morfologia matemática .....	6
2.3.4 Extracção dos bordos da imagem .....	7
2.3.5 Extracção do ruído.....	7
2.4 EXTRACÇÃO DE CARACTERÍSTICAS.....	7
2.4.1 Área .....	7

2.4.2 Côm	7
2.5 Processamento dos parâmetros obtidos	8
2.5.1 REDES NEURONAI ARTIFICIAIS	8
2.5.2 Classificação inteligente	9
2.6 Interface do sistema	10
Capítulo 3	11
Plano de trabalhos	11
Referencias	13





# Lista de Figuras

Figura 1.1.....	2
Figura 2.1.....	9
Figura 3.1.....	11
Figura 3.2.....	12

# Abreviaturas

FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
HGSA	Hospital Geral de Stº António
HSI	<i>Hue Saturation intensity</i>
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
IST	Instituto Superior Técnico
PHP	<i>HyperText Preprocessor</i>
RGB	<i>Red Green Blue</i>
RNA	Redes Neurais Artificiais
SVM	<i>Support Vector Machine</i>

# Capítulo I

## Introdução

### 1.1 Motivação

A pele cobre toda a superfície do corpo humano, sendo o seu maior órgão. Pode ser afectada por lesões muito distintas. As mais frequentes e típicas - consideradas evidentes, correspondem a alterações da pele mais ou menos circunscritas e muito comuns. Podem ser causadas por vários problemas e distinguem-se, por exemplo, pela uniformidade dos seus traços mais relevantes, como o seu aspecto, ou pelas camadas da pele que costumam afectar.

Embora não sejam as únicas, as lesões cutâneas mais frequentes incluem:

- Máculas, manchas ou alterações circunscritas da cor da pele. São lesões planas e não possuem qualquer relevo. Podem variar no tamanho, cor, forma, localização ou evolução.
- Pápulas, elevações demarcadas da pele, de consistência sólida.
- Perda de tecido, caracterizada pela perda de uma parte dos tecidos superficiais da pele. Nos casos mais graves em que a erosão é mais profunda, forma-se uma úlcera [1].

Esta dissertação irá incidir sobre um tipo especial de úlceras – as úlceras de pressão, também designadas de úlceras de decúbito ou mais vulgarmente por escaras.

As úlceras de pressão atingem principalmente indivíduos imobilizados, acamados ou com restrições de movimentos devido a alguma doença ou sequela. São portanto complicações muito frequentes em pacientes hospitalizados, internados em casas de repouso, lares de idosos ou mesmo em ambiente domiciliário. A nível hospitalar são responsáveis por gastos financeiros consideráveis já que aumentam os dias de internamento e, conseqüentemente, aumentam os custos da hospitalização [2].

Neste contexto, importa identificar que recursos poderão otimizar os cuidados prestados aos doentes com úlceras de pressão. A monitorização dos parâmetros antropométricos das lesões (comprimento, largura ou cor), poderá representar uma ferramenta muito útil na avaliação da evolução e cicatrização das lesões.

## 1.2 Objectivos

Pretende-se especificar e desenvolver um sistema que possibilite a monitorização dos parâmetros antropométricos de lesões cutâneas, mais especificamente de úlceras de pressão, em diferentes períodos de tempo, de forma a avaliar-se a sua evolução/cicatrização.

## 1.3 Conjunto de Imagens

Para a realização desta dissertação serão utilizadas imagens de úlceras de pressão cedidas pelo Hospital geral de Santo António (HGSA). Segue um exemplo das imagens a tratar.



Figura 1.1 - Exemplo de lesões

## 1.4 Parâmetros Antropométricos de análise nas Úlceras de Pressão

Para otimizar a monitorização do processo de cicatrização das úlceras de pressão, devem ser analisados diferentes parâmetros sendo os principais e de maior relevância a área da úlcera (associada a informações como a largura e comprimento) e a cor. Em relação à cor, é pertinente analisar o amarelo, associado à quantidade de fibrina e, o vermelho, relativo à granulação da úlcera.

# Capítulo 2

## Estado de Arte

### 2.1 Trabalhos realizados na área.

Nos últimos anos assistiu-se a uma evolução nos métodos utilizados na classificação automática de lesões cutâneas. Luís Rosado na sua dissertação [21] criou um sistema automático para diagnóstico de lesões cutâneas baseado em imagens dermoscópicas. É importante realçar do seu trabalho o processamento das imagens, para depois as poder classificar.

Da tese de doutoramento Método de Classificação de Lesões Dermatológicas [9] realizada por Heliana Bezerra Soares é de destacar o diagrama de blocos detalhado do método proposto para extracção das características e classificação das imagens.

André Tarallo desenvolveu na sua dissertação [18] um sistema que classifica e segmenta imagens digitais de úlceras cutâneas através de redes neurais artificiais, onde faz uma descrição bastante completa sobre as imagens a avaliar, assim como os métodos utilizados nesse processo.

Fernando Osório e João Ricardo Bittencourt elaboraram um documento [20] baseado num seminário sobre sistemas inteligentes sustentados em redes neurais artificiais aplicados ao processamento de imagens, onde explicam detalhadamente as redes neurais artificiais.

Na dissertação sobre Alinhamento de estruturas em imagens médicas: Estudo, Desenvolvimento e Aplicação, realizada por Frederico Lázaro Jacob [22], destacam-se as implementações computacionais descritas.

No documento elaborado por Guy Perelmuter, Enrique Carrera, Marley Vellasco e Marco Pacheco [23], demonstra-se ser possível efectuar o reconhecimento de imagens bidimensionais usando também redes neurais artificiais. Descrevem também a utilização de um classificador inteligente.

Lúsiame Santana, Fernanda Gomes, João Kajiwara, Marco Frade [24] descreveram um método de quantificação de áreas de úlceras de perna usando um programa de análise de imagem, o Image J®. O método foi comparado com os métodos tradicionais de avaliação, a fim de avaliar a sua eficácia.

Andres Perez na dissertação Segmentação e Quantificação de Tecidos em Imagens Coloridas de Úlceras de Perna [19] apresenta um importante contributo na análise da cor das lesões, factor importante na classificação das lesões.

## **2.2 MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE IMAGENS DAS ÚLCERAS DE PRESSÃO**

### **2.2.1 Comprimento x largura**

Vowden em [3] defende a medição das feridas com base no maior comprimento e na maior largura, em pontos perpendiculares entre si. Trata-se de um método simples de executar, com muitos adeptos entre os profissionais de saúde, no entanto, em [4] e [5] este método é considerado subjectivo, especialmente se a ferida é irregular. O método torna-se menos fiável à medida que o tamanho da ferida aumenta [6].

### **2.2.2 Acetato**

Sobre a lesão é colocado um acetato onde é decalcado o contorno da mesma. É um material que vem juntamente com alguns pensos e que apresenta a vantagem de poder ser acoplado no processo do doente como documento. Contudo, é um método bastante subjectivo principalmente nas úlceras mais pequenas ou próximas de pregas cutâneas [5].

Em [18] e [19] desaconselha-se este método visto tratar-se de uma técnica invasiva em que o contacto directo do papel com a lesão pode causar desconforto ao paciente e mesmo desencadear infecção. Por outro lado a presença de tecido necrosado, a profundidade da lesão ou a espessura dos bordos podem levar a medidas erradas. Taralho [18] defende que este método seja reservado a lesões superficiais e sem complicações.

### **2.2.3 Fotografia Digital**

É um método directo de obtenção de imagens das lesões e que permite a sua análise informática posterior sem dificuldade [4] desde que associado a outras técnicas de medição. Na captura das fotografias é necessário obedecer a alguns procedimentos [7], defendidos também em [18].

- uso de uma fonte de luz homogénea;
- correcto posicionamento do paciente e da lesão;

- posicionamento de uma marca de dimensões conhecidas junto da lesão que sirva de base para medidas de tamanhos relativos;
- manter sempre a mesma distância entre a câmara e a lesão;
- não alterar a posição do paciente e da lesão nas diferentes capturas de imagens, de forma a facilitar a comparação;

De notar que podem sempre ser feitas correcções posteriores por meio de algoritmos de processamento de imagens, por exemplo, para ultrapassar condições de iluminação menos favoráveis.

#### **2.2.4 Planimetria Digital**

É o método que inclui um aparelho digital de superfície plana, um estilete esterilizado e duas folhas de acetato. As folhas são colocadas sobre a lesão de forma a que esta seja decalcada. O acetato que esteve em contacto com a úlcera é rejeitado e o outro, com o decalque, é colocado sobre o aparelho digital, onde é novamente decalcado. Assim, consegue-se obter com mais rigor o maior comprimento, a maior largura e a área total da úlcera [8].

Uma vez obtida a imagem, esta tem agora de ser processada a fim de facilitar a recolha dos parâmetros antropométricos que irão ser usados na classificação.

### **2.3 PROCESSAMENTO DAS IMAGENS**

A falta de controle nas condições de aquisição das imagens, leva à obtenção de imagens muito diversas que têm de ser ajustadas a fim de melhorar a percepção automática da informação. Em [9] Soares propõe uma fase de processamento da imagem que inclui os seguintes passos – conversão RGB→HSI; Segmentação; Morfologia matemática; extracção dos bordos da imagem; e Extracção do ruído.



### 2.3.1 Conversão RGB→HSI

É um procedimento que pode ser feito através de um algoritmo no matlab.

### 2.3.2 Segmentação

Diz respeito ao fraccionamento de uma imagem digital em diversas regiões (conjunto de pixels) ou objectos com o intuito de facilitar a sua análise, simplificando e/ou mudando a representação da imagem [10]. Em [9] Soares utiliza o algoritmo k-means (distâncias médias) para a segmentação, separando a região da lesão da região da pele. O algoritmo selecciona grupos de dados pela sua proximidade, detectando um número óptimo de classes.

### 2.3.3 Morfologia matemática

Previamente à fase de morfologia matemática propriamente dita, é necessário aplicar um processo de binarização à imagem segmentada. Isto implica a transformação das imagens em tons de cinza em imagens binárias. Partindo de uma imagem  $I$  em tons de cinza, avalia-se a intensidade dos *pixels* para decidir se este receberá o valor preto ou branco. Esta decisão baseia-se na comparação numérica dos *pixels* com um *threshold* – valor que define um limiar. Quando ao *pixel* de interesse está associado um valor menor do que o *threshold*, então receberá o valor preto, caso contrário receberá o valor branco. Em [9] a binarização é usada de forma dinâmica de forma a que algoritmo calcula um valor novo de *threshold* para cada região da imagem, em vez de usar um único valor para a totalidade da imagem.

Uma vez que a imagem esteja binarizada utiliza-se as operações morfológicas de abertura e fecho de forma a eliminar pequenos orifícios abertos na imagem no decorrer da segmentação.

### **2.3.4 Extração dos bordos da imagem**

Para eliminar os *pixels* que estão ligados aos bordos da imagem, em [9] utilizou-se o algoritmo de conectividade. A conectividade é uma propriedade de ligação entre dois *pixels* que os classifica como fazendo parte da mesma região numa imagem. Considera-se que esses dois *pixels* pertencem ao mesmo objecto – que estão conectados, se eles forem contíguos e se os seus níveis de cinza satisfazem os critérios de similaridade [11].

### **2.3.5 Extração do ruído**

Para as imagens que não têm os *pixels* conectados aos bordos da imagem, utiliza-se um algoritmo de extração de ruído.

A etapa respeitante ao processamento da imagem termina com a obtenção de uma imagem segmentada, preparada para a fase de recolha dos parâmetros antropométricos a usar na classificação das úlceras.

## **2.4 EXTRACÇÃO DE CARACTERÍSTICAS**

Neste processo quantificam-se diferentes informações da imagem processada que servirão para a sua classificação, nomeadamente a área e a cor. Em [19] Perez utiliza algoritmos de visão computacional que extraem as características da lesão utilizando as imagens digitais das lesões.

### **2.4.1 Área**

A área das lesões pode ser facilmente obtida através do matlab como é explicado em [14].

### **2.4.2 Côr**

A metodologia de avaliação das feridas proposta em [19] baseia-se na análise quantitativa dos tecidos granulados, fibrina e necrosado, que podem ser identificados pela sua cor.

Em [9] Soares procede à extracção dos descritores de cor recorrendo à imagem segmentada pelo algoritmo *k-means*. Propõe dois métodos: a) usando a média dos *pixels* da cor da pele e a média dos *pixels* da cor da lesão; b) extraindo apenas as cores RGB (ou HSI) da úlcera, sem interferência da pele, acrescido da variação em cada um dos canais que nos dá a variação da cor de cada canal de cor na lesão. Desta forma, obtêm-se os descritores RGB (ou HSI) de toda a imagem e os relativos apenas à lesão.

Jorge em [12] utiliza o plugin “*Colour threshold*” do Matlab para delimitar as áreas dos tecidos de granulação (vermelho) e de fibrina (amarelo) para de seguida os quantificar.

## 2.5 Processamento dos parâmetros obtidos

### 2.5.1 REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS

Em [13] e [20], RNA são descritas como “técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimentos através da experiência.” Os neurónios intervêm em todos os processos que ocorrem no ser Humano. São formados por dendrites – terminais de entrada, por um corpo central – onde é processada a informação e, pelos axónios – terminais de saída que determinam uma resposta.

Uma rede neuronal artificial é composta por várias unidades de processamento que estão ligadas a canais de comunicação com diferentes pesos. As unidades fazem operações apenas sobre os seus próprios dados – entradas recebidas pelas suas ligações.

McCulloch e Pitts em 1943, também mencionado em [18], resumiram a operação de uma unidade de processamento da seguinte forma:

- sinais são apresentados à entrada ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ).
- cada sinal é multiplicado por um número ou peso referente à sua influência na saída da unidade;
- é feita a soma ponderada dos sinais que produz um nível de actividade ( $W_1, W_2, \dots, W_n$ ).
- se este nível de actividade alcançar um determinado limite (*threshold*,  $\Theta$ -limiar de activação), ocorre activação ( $g(\cdot)$ ) e a unidade produz uma determinada resposta de saída ( $y$ ).

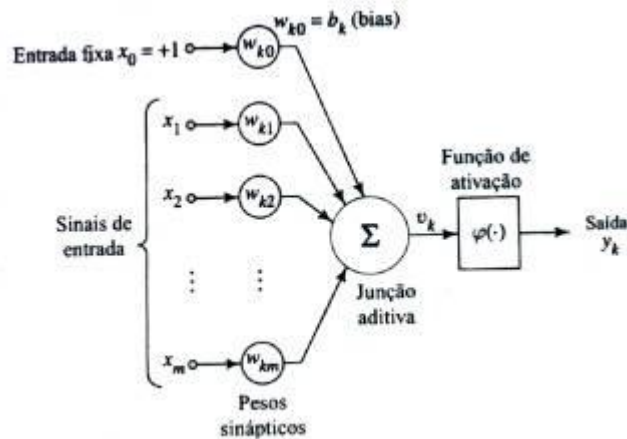


Figura 2.1- Esquema de funcionamento RNA

A propriedade de maior interesse das redes neuronais é a capacidade de treino o que lhes permite melhorar o seu desempenho. Isto consegue-se por meio de um processo interactivo de ajustes aplicado aos seus pesos. A aprendizagem ocorre quando a rede neuronal atinge uma solução generalizada para uma classe de problemas.

Designa-se por algoritmo de treino ao conjunto de regras perfeitamente estabelecidas para a solução de um problema de aprendizagem. Existem muitos algoritmos diferentes específicos para certos modelos de redes neuronais, diferindo essencialmente no modo como os pesos são alterados.

O treino das RNA pode ser:

- supervisionado, quando um agente externo indica à rede a resposta pretendida para certo sinal de entrada;
- não supervisionado (auto-organização), quando não existe esse agente externo;
- reforço, quando um crítico externo avalia a resposta que a rede dá a certo sinal de entrada, podendo o reforço ser positivo ou negativo, conforme a rede dê a resposta esperada ou não.

Como é referido em [18] as RNA já são vastamente aplicadas na área de processamento de imagens médicas com eficiência comprovada. No trabalho desenvolvido por Taralho [18], foram utilizadas técnicas para o processamento das imagens através do software Matlab 7.0 – arquitectura rede neural *MLP Feedforward* com o algoritmo de treino *Backpropagation* que se encontra no *toolbox* das RNA do Matlab7.0.

## 2.5.2 Classificação inteligente

Soares em [9] para o processo de classificação recorre a máquinas de vectores de suporte SVM, que são máquinas baseadas na teoria da aprendizagem estatística. Este processo é executado através de algoritmos complexos.

Em [15] é feita uma breve descrição de SVM. Baseiam-se na teoria de aprendizagem estatística e foram desenvolvidas com intensão de resolver problemas de classificação de padrões. No texto de HAYKIN [16] defende-se que o SVM é uma categoria diferente de redes neuronais, alimentadas a diante, isto é redes cujos neurónios de uma camada posterior alimentam os anteriores, não ocorrendo por isso realimentação. Esta técnica procura a elaboração de um híper plano como superfície de decisão de maneira a que a separação entre exemplos seja máxima. Isto é valido para padrões linearmente separáveis. No caso dos não-linearmente separáveis é necessário procurar uma função de mapeamento apropriada a assim tornar o conjunto mapeado linearmente separável.

É considerada uma técnica robusta, comparada às redes neurais, visto ser eficiente no tratamento de um grande volume de dados.

## **2.6 Interface do sistema**

Visto o Matlab não ser uma ferramenta de fácil utilização em [18] foi criada um interface *Web* para permitir o acesso via computador (http) para assim ser possível carregar as imagens e processá-las através de computador bastando para tal o seu endereço *Web*. A página *web* foi desenvolvida em *Html* e *Php*.

# Capítulo 3

## Plano de trabalhos

De seguida será exposto um possível plano de trabalho a seguir:

### Obtenção das imagens

As imagens que vão ser utilizadas neste projecto, serão fotografias digitais cedidas pelo Hospital Geral de Santo António respeitando os parâmetros de captura mencionados no Estado de Arte.

### Processamento das imagens

O método que descreve este procedimento vem descrito na figura 3.1.

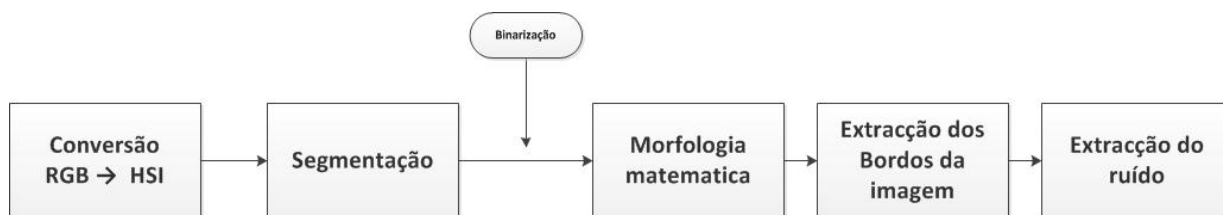


Figura 3.1 - Processamento da imagem

### Extracção de características

Nesta fase do processo, os parâmetros antropométricos que serão usados para classificar as úlceras – área e cor, terão de ser quantificados. Ambos os parâmetros serão determinados com recurso a algoritmos construídos no matlab.

### Processamento da informação e classificação

Neste passo do sistema será usada uma de duas destas técnicas de inteligência artificial: RNA ou SVM.

De seguida, na figura 3.2, é apresentado um diagrama representativo do plano de trabalho a seguir durante o semestre.

ID	Nome da Tarefa	Início	Conclusão	Duração	Fev 2011		Mar 2011				Abr 2011			Mai 2011				Jun 2011			Jul 2011									
					30-1	6-2	13-2	20-2	27-2	6-3	13-3	20-3	27-3	3-4	10-4	17-4	24-4	1-5	8-5	15-5	22-5	29-5	5-6	12-6	19-6	26-6	3-7	10-7		
1	Testar algoritmos úteis ao sistema	01-02-2011	28-02-2011	20d	[Barra de tarefa]																									
2	Escolha dos algoritmos e métodos a usar	01-03-2011	09-03-2011	7d	[Barra de tarefa]																									
3	Implementação experimental do sistema	10-03-2011	12-04-2011	24d	[Barra de tarefa]																									
4	Criação da interface do sistema	13-04-2011	28-04-2011	12d	[Barra de tarefa]																									
5	Avaliação de resultados	20-04-2011	29-04-2011	8d	[Barra de tarefa]																									
6	Alterações e melhoramentos no sistema	02-05-2011	25-05-2011	18d	[Barra de tarefa]																									
7	Criação da página web da dissertação	26-05-2011	03-06-2011	7d	[Barra de tarefa]																									
8	Escrita da dissertação	01-02-2011	30-06-2011	108d	[Barra de tarefa]																									
9	Preparação da defesa da dissertação	01-07-2011	03-08-2011	24d	[Barra de tarefa]																									

Figura 3.2 - Diagrama de tarefas

# Referencias

- [1] <http://www.medipedia.pt/home/home.php?module=artigoEnc&id=468>
- [2] <http://www.seaacamericana.org.br/Saude/escaras.html>
- [3] Vowden, K. (1996) Medição de Feridas, Nursing, (98) 31-34
- [4] Charles, H. (1999) Avaliação de feridas: medição da área de uma úlcera na perna, Nursing, (134) 19-23
- [5] Flanagan, M. (2003) Wound measurement: can it help us to monitor progression to healing, Journal of Wound Care, 12 (5) 189-194.
- [7] Thawer, H. A. e colegas (2002) A comparison of computer-assisted and manual wound size measurement, Ostomy and Wound Management, 48 (10) 46-53.
- [8] Sussman, C.; Bates-Jensen, B. M. Wound Care - A Collaborative Practice Manual for Physical Therapists and Nurses. Aspen Publishers Inc, 1998
- [9] Moore, K. (2005) Using wound area measurement to predict and monitor response to treatment of chronic wounds, Journal of Wound Care, 229-232
- [10] Soares, Heliana Bezerra. Método de Classificação de lesões dermatológicas. UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.
- [11] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Segmenta%C3%A7%C3%A3o\\_%28processamento\\_de\\_imagem%29](http://pt.wikipedia.org/wiki/Segmenta%C3%A7%C3%A3o_%28processamento_de_imagem%29)
- [12] Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). Digital Image Processing (2ª ed.). (I. Addison Wesley Publishing Company, Ed.) USA: Editora Pretence Hall.
- [13] Jorge, Ana Elisa Serafim. Ultrassom pulsado de baixa intensidade na cicatrização de úlcera venosa crónica: estudo comparativo de duas técnicas de aplicação. São Carlos, 2009
- [14] <http://www.icmc.usp.br/~andre/research/neural/index.htm>
- [15] <http://alunoca.io.usp.br/~drvieira/matlab/folhas/>
- [16] Gonçalves, André Ricardo Maquinas de vectores suportes 2007
- [17] HAYKIN, S. Redes Neurais, Principios e prática. 2. ed. [S.I.]: Bookman, 1999
- [18] Tarallo, André de Souza. (2007) Segmentação e Classificação de Imagens Digitais de Úlceras Cutâneas Através de Redes Neurais Artificiais, São Carlos
- [19] Perez, Andres Anobile. (2001) Segmentação e Quantificação de tecidos em imagens Coloridas de úlceras de perna, São Carlos
- [20] Bittencourt, João Ricardo; Osório, Fernando. (2000) Sistemas inteligentes baseados em redes neurais artificiais aplicados ao Processamento de Imagens, Santa Cruz do Sul
- [21] Rosado, Luis Filipe (2009). Sistema automático para diagnóstico de lesões cutâneas baseado em imagens dermoscópicas. IST - Lisboa
- [22] Jacob, Frederico Lázaro (2010). Alinhamento de estruturas em imagens médicas: estudo, desenvolvimento e aplicação. FEUP – Porto



[23] Perelmuter, Guy e colegas (1995). Reconhecimento de imagens bidimensionais utilizando redes neurais artificiais. Rio de Janeiro

[24] Santana, Luisiane e colegas. Quantificação de áreas de úlceras de perna através de um programa de análise de imagem (Image J®). São Paulo