

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**Segmentação e Quantificação de
Tecidos em Imagens Coloridas de
Úlceras de Perna**

Andres Anobile Perez

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica

ORIENTADOR: Prof. Dr. Adilson Gonzaga

São Carlos

Julho de 2001

Dedico e consagro todo o trabalho e esforços gastos no desenvolvimento desta pesquisa ao meu Deus, que me deu todas as condições de realizá-la.

Dedico também essa obra à minha esposa Cassiana.

Agradecimentos

À minha esposa, por toda paciência, compreensão, incentivo e fonte de inspiração.

Ao meu orientador prof. Adilson Gonzaga, por seu esforço e sua confiança em mim para realização deste trabalho.

Ao professor José Marcos Alves por seu incentivo e contribuição, essenciais neste trabalho.

À Dra. Marta Imamura do IOT/FM/USP também pelo incentivo e simpatia.

Aos professores Homero, Annie, Estela e Evandro (SEL-EESC) pela contribuição em meu crescimento científico e companheirismo.

À professora Norma Foss da FMRP por seus esclarecimentos e auxílio.

À fisioterapeuta Maria Angélica pelo fornecimento das imagens que nos incentivou.

Aos funcionários Zé Carlos, Patricia, Perla, Marisa e Rosane por sua competência e atenciosidade.

Aos amigos Leandro, Marcelo, Celso, Lilian e Monaco pelo companheirismo e pelos bate papos.

Aos amigos de guerra Felipe, Alexandre (Urso) e Reinaldo pela convivência, pelas bagunças na república e todos os momentos juntos, seja na república seja no Silva Tur.

À minha família pela força e compreensão.

Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABELAS.....	X
RESUMO	XII
ABSTRACT.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. TRABALHOS REALIZADOS NA ÁREA.....	2
1.2. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	4
2. ÚLCERAS DE PERNA.....	6
2.1. ÚLCERAS VENOSAS	6
2.2. ÚLCERAS ARTERIAIS	7
2.3. ÚLCERAS DIABÉTICAS	8
2.4. TECIDOS DA PELE	9
2.4.1. <i>Epiderme</i>	9
2.4.2. <i>Derme</i>	9
2.5. AVALIAÇÃO DOS TECIDOS EM ÚLCERAS DE PERNA	10
2.5.1. <i>Avaliação do Tecido Periférico de Úlceras de Perna</i>	11
2.5.2. <i>Avaliação de Tecidos Internos</i>	11
2.5.2.1. <i>Tecido de Granulação</i>	11
2.5.2.2. <i>Tecido Infeccionado</i>	12
2.5.2.3. <i>Tecido Necrosado</i>	12
2.6. REPARAÇÃO TECIDUAL	13
2.6.1. <i>Inflamação</i>	13
2.6.2. <i>Proliferação Fibrovascular</i>	14
2.6.3. <i>Tecido Cicatricial</i>	15
3. COLORIMETRIA.....	16
3.1. CONCEITOS BÁSICOS DE COLORIMETRIA.....	16
3.2. IGUALDADE DE CORES - "COLOR MATCHING"	17
3.3. COMPARAÇÃO ADITIVA DE CORES.....	18
3.4. ESPAÇO DE TRÊS ESTÍMULOS.....	21
3.5. SISTEMA COLORIMÉTRICO CIE.....	24
3.6. MODELOS DE CORES.....	27
3.6.1. <i>Modelo de Cores RGB</i>	28
3.6.2. <i>Modelo de Cores HSI</i>	30
4. SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS DE ÚLCERAS DE PERNA	33
4.1. PRÉ-PROCESSAMENTO	35
4.1.1. <i>Algoritmo de Calibração</i>	35
4.1.2. <i>Filtro da Mediana</i>	37
4.2. SEGMENTAÇÃO.....	37
4.2.1. <i>Escolha Automática do Canal Ideal para Segmentação</i>	38

4.2.1.1. Média do Fundo e da Úlcera.....	38
4.2.1.2. Contraste	40
4.2.1.3. Desvio Padrão.....	40
4.2.2. Algoritmos de Segmentação.....	41
4.2.2.1. Seleção Interativa.....	41
4.2.2.2. Método de Niblack.....	42
4.2.2.3. Método de Otsu.....	42
4.2.3. Algoritmo de Abertura.....	43
4.2.4. Rotulação.....	46
4.3. ALGORITMO DE SEGMENTAÇÃO	47
5. ANÁLISE QUANTITATIVA DE TECIDOS EM ÚLCERAS DE PERNA	49
5.1. CARACTERÍSTICAS.....	51
5.2. CLASSIFICAÇÃO DE TECIDOS ATRAVÉS DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS	54
5.3. CÁLCULO PERCENTUAL DOS TECIDOS CLASSIFICADOS	57
6. RESULTADOS DA SEGMENTAÇÃO.....	59
6.1. MÉTRICA DE ERRO UTILIZADA PARA A AVALIAÇÃO DA SEGMENTAÇÃO	59
6.2. RESULTADOS DO ALGORITMO DE ESCOLHA DE CANAL.....	60
6.3. RESULTADOS DOS ALGORITMOS DE "THRESHOLD".....	65
6.4. RESULTADOS DOS ALGORITMOS DE SEGMENTAÇÃO COM OUTRAS IMAGENS.....	71
7. RESULTADOS DA ANÁLISE QUANTITATIVA DE TECIDOS	73
7.1. ANÁLISE QUANTITATIVA DE TECIDOS.....	74
8. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	79
8.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

Lista de Figuras

FIGURA 2.1 – ÚLCERA DE ORIGEM VENOSA.....	7
FIGURA 3.1 – EXEMPLO DA DISTRIBUIÇÃO ESPECTRAL DE ENERGIA RADIANTE $\{P_{\lambda} d\lambda\}_Q$ DE UM ESTÍMULO DE COR Q. O ESPECTRO VISÍVEL ESTÁ FECHADO NO INTERVALO DE $\lambda_A = 360$ A $\lambda_B = 830$ NM. ESTÁ SUBDIVIDIDO EM 12 INTERVALOS COM LARGURAS DIFERENTES $(\Delta\lambda)_i$	17
FIGURA 3.2 – DISTRIBUIÇÕES ESPECTRAIS DE ENERGIA.....	19
FIGURA 3.3 – ESPAÇO DE TRÊS ESTÍMULOS RGB E DIAGRAMA DE CROMINÂNCIA.....	22
FIGURA 3.4 – DIAGRAMA DE CROMINÂNCIA DO PADRÃO CIE DE 1931.....	23
FIGURA 3.5 - FUNÇÕES DE COMPARAÇÃO DE CORES E DIAGRAMAS CROMÁTICOS CORRESPONDENTES DO PADRÃO COLORIMÉTRICO CIE DE 1931 NOS SISTEMAS PRIMÁRIOS REAL, RGB E IMAGINÁRIO XYZ.....	25
FIGURA 3.6 - FUNÇÕES DE COMPARAÇÃO DE CORES E DIAGRAMAS CROMÁTICOS CORRESPONDENTES DO PADRÃO COLORIMÉTRICO SUPLEMENTAR DE CIE DE 1964 NOS SISTEMAS PRIMÁRIOS REAL, RGB E IMAGINÁRIO XYZ.....	26
FIGURA 3.7 – CUBO DO MODELO DE CORES RGB.....	29
FIGURA 3.8 – O TRIÂNGULO HSI PARTICIONANDO O CUBO RGB.....	31
FIGURA 4.1 - IMAGEM DE ÚLCERA DE PERNA APRESENTANDO AS CARACTERÍSTICAS DESCRITAS NOS PARÁGRAFOS ANTERIORES: DIFÍCIL DEFINIÇÃO DA BORDA, APARÊNCIA DEFORMADA E BAIXA QUALIDADE DE ILUMINAÇÃO.....	34
FIGURA 4.2 - (A) IMAGEM ORIGINAL ANTES DA CALIBRAÇÃO COM O RETÂNGULO NA RÉGUA INDICANDO A PORÇÃO QUE SERÁ UTILIZADA COMO REFERÊNCIA. (B) IMAGEM CALIBRADA.....	36
FIGURA 4.3 – ELEMENTO ESTRUTURADO UTILIZADO PELOS OPERADORES MORFOLÓGICOS EROÇÃO E DILATAÇÃO. O ELEMENTO MARCADO COM O CÍRCULO CORRESPONDE AO PONTO REPRESENTATIVO, OU ORIGEM.....	45
FIGURA 4.4 - (A) IMAGEM ANTES DA OPERAÇÃO DE ABERTURA. (B) IMAGEM APÓS A OPERAÇÃO DE ABERTURA.....	45
FIGURA 4.5 – OPERANDO UTILIZADO PELO ALGORITMO DE ROTULAÇÃO.....	47
FIGURA 4.6 – FLUXO DAS TAREFAS REALIZADAS PELO ALGORITMO DE SEGMENTAÇÃO. AO LADO, IMAGENS COM OS RESULTADOS PARCIAIS DE CADA PASSO.....	48

FIGURA 5.1 - HISTOGRAMAS DOS CANAIS R, G E B DE UMA IMAGEM TÍPICA DO INTERIOR DE UMA ÚLCERA DE PERNA CONTENDO OS TECIDO GRANULADO E FIBRINA.....	50
FIGURA 5.2 - HISTOGRAMA DO CANAL "HUE" DE UMA IMAGEM TÍPICA DO INTERIOR DE UMA ÚLCERA DE PERNA CONTENDO OS TECIDO GRANULADO E FIBRINA.....	50
FIGURA 5.3 - AMOSTRAS DA MESMA COR COM DIFERENÇAS DE BRILHO	52
FIGURA 5.4 - CURVA NORMAL DA CARACTERÍSTICA R-G	53
FIGURA 5.5 - CURVA NORMAL DA CARACTERÍSTICA R-B	53
FIGURA 5.6 - CURVA NORMAL DA CARACTERÍSTICA G-B	54
FIGURA 5.7 - MODELO DE REDE NEURAL UTILIZADO PARA CLASSIFICAÇÃO DOS TECIDOS INTERNOS DAS ÚLCERAS	56
FIGURA 5.8 - IMAGEM DE ÚLCERA DE PERNA APÓS TER SIDO PROCESSADA PELA REDE NEURAL. NESTA IMAGEM 3 NÍVEIS DE CINZA PODEM SER OBSERVADOS: 0=FUNDO, 180=FIBRINA E 255=TECIDO GRANULADO.....	57
FIGURA 5.9 - (A) IMAGEM DE ÚLCERA DE PERNA APÓS TER SIDO SEGMENTADA. (B) A MESMA IMAGEM APÓS TER SIDO PROCESSADA PELA REDE NEURAL	58
FIGURA 6.1 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 08/09/97, SEGMENTADA MANUALMENTE. AS BORDAS SERVEM APENAS PARA ILUSTRAR A ÁREA QUE FOI SEGMENTADA.....	65
FIGURA 6.2 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 08/09/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE SELEÇÃO INTERATIVA.....	65
FIGURA 6.3 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 08/09/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE NIBLACK	65
FIGURA 6.4 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 08/09/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE OTSU	66
FIGURA 6.5 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 24/09/97, SEGMENTADA MANUALMENTE. AS BORDAS SERVEM APENAS PARA ILUSTRAR A ÁREA QUE FOI SEGMENTADA.....	66
FIGURA 6.6 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 24/09/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE SELEÇÃO INTERATIVA.....	66
FIGURA 6.7 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 24/09/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE NIBLACK	67

FIGURA 6.8 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 24/09/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE OTSU	67
FIGURA 6.9 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 14/07/97, SEGMENTADA MANUALMENTE. AS BORDAS SERVEM APENAS PARA ILUSTRAR A ÁREA QUE FOI SEGMENTADA.....	67
FIGURA 6.10 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 14/07/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE SELEÇÃO INTERATIVA.....	68
FIGURA 6.11 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 14/07/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE NIBLACK	68
FIGURA 6.12 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 14/07/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE OTSU	68
FIGURA 6.13 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 16/07/97, SEGMENTADA MANUALMENTE. AS BORDAS SERVEM APENAS PARA ILUSTRAR A ÁREA QUE FOI SEGMENTADA.....	69
FIGURA 6.14 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 16/07/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE SELEÇÃO INTERATIVA.....	69
FIGURA 6.15 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 16/07/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE NIBLACK	70
FIGURA 6.16 - IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 16/07/97 SEGMENTADA COM O ALGORITMO DE OTSU	70
FIGURA 6.17 - GRÁFICO ILUSTRANDO A COMPARAÇÃO DOS ALGORITMOS DE BINARIZAÇÃO REFERENTE AO ERRO MEDIDO NAS IMAGENS SEGMENTADAS PELOS ALGORITMOS EM RELAÇÃO ÀS MESMAS IMAGENS SEGMENTADAS MANUALMENTE. DENTRE OS ALGORITMOS AVALIADOS, O MÉTODO DE OTSU OBTVEU O MENOR ERRO EM TODAS AS IMAGENS AVALIADAS.....	71
FIGURA 6.18 - DIFERENTES IMAGENS SEGMENTADAS PELO ALGORITMO PROPOSTO.....	72
FIGURA 7.1 - AMOSTRAS DE TECIDO GRANULADO E FIBRINA UTILIZADAS PARA MEDIR O DESEMPENHO DE CLASSIFICAÇÃO DA REDE NEURAL	73
FIGURA 7.2 - IMAGEM DO PACIENTE 13 DE 08/09/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA.....	75
FIGURA 7.3 - IMAGEM DO PACIENTE 13 DE 24/09/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA.....	75
FIGURA 7.4 - IMAGEM DO PACIENTE 13 DE 27/11/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA.....	75

FIGURA 7.5 - IMAGEM DO PACIENTE 13 DE 15/12/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA.....	76
FIGURA 7.6 - GRÁFICO ILUSTRANDO A VARIAÇÃO DA ÁREA DOS TECIDOS DA ÚLCERA DO PACIENTE 13 AO LONGO DO PERÍODO DE ACOMPANHAMENTO. OS NÚMEROS DE 1 A 4 REPRESENTAM AS IMAGENS AVALIADAS	76
FIGURA 7.7 - IMAGEM DO PACIENTE 25 DE 12/05/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA.....	77
FIGURA 7.8 - IMAGEM DO PACIENTE 25 DE 31/05/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA.....	77
FIGURA 7.9 - IMAGEM DO PACIENTE 25 DE 11/06/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA.....	77
FIGURA 7.10 - IMAGEM DO PACIENTE 25 DE 25/11/97. (A) ÁREA SEGMENTADA E PROCESSADA PELA REDE NEURAL. (B) ÁREA SEGMENTADA DE TECIDO GRANULADO. (C) ÁREA SEGMENTADA DE FIBRINA	78
FIGURA 7.11 - GRÁFICO ILUSTRANDO A VARIAÇÃO DA ÁREA DOS TECIDOS DA ÚLCERA DO PACIENTE 25 AO LONGO DO PERÍODO DE ACOMPANHAMENTO. OS NÚMEROS DE 1 A 4 REPRESENTAM AS IMAGENS AVALIADAS	78
FIGURA 8.1 - (A) FASES DO PROCESSO NORMAL DE CICATRIZAÇÃO AGUDA. (B) TAXA DE EVOLUÇÃO DE ÁREA DOS TECIDOS DO PACIENTE 13.	80

Lista de Tabelas

TABELA 3.1 – FÓRMULAS DE CONVERSÃO ENTRE ESPAÇOS DE CORES	28
TABELA 5.1 - VALOR RGB DE CADA AMOSTRA DE COR E SUAS RELAÇÕES	52
TABELA 5.2 - RESULTADOS NUMÉRICOS OBTIDOS DA CLASSIFICAÇÃO DOS TECIDOS NA ÁREA SEGMENTADA DA ÚLCERA.....	58
TABELA 6.1 - RESULTADOS DA IMAGEM DO PACIENTE 13 DE 08/09/97 EM RELAÇÃO AOS SEIS CANAIS PROCESSADOS PELO ALGORITMO DE ESCOLHA DE CANAL PARA SEGMENTAÇÃO. NESSA IMAGEM, O CANAL "SATURATION" FOI SELECIONADO PARA A SEGMENTAÇÃO	61
TABELA 6.2 - TAXA DE ERRO REFERENTE AOS SEIS CANAIS SEGMENTADOS DA IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 08/09/97, UTILIZANDO O ALGORITMO DE OTSU, EM RELAÇÃO À MESMA IMAGEM SEGMENTADA MANUALMENTE. O CANAL "SATURATION" DEMONSTROU MENOR ERRO DE SEGMENTAÇÃO.....	61
TABELA 6.3 - RESULTADOS DA IMAGEM DO PACIENTE 13 DE 24/09/97 EM RELAÇÃO AOS SEIS CANAIS PROCESSADOS PELO ALGORITMO DE ESCOLHA DE CANAL PARA SEGMENTAÇÃO. NESSA IMAGEM, O CANAL "SATURATION" FOI SELECIONADO PARA A SEGMENTAÇÃO	62
TABELA 6.4 - TAXA DE ERRO REFERENTE AOS SEIS CANAIS SEGMENTADOS DA IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 13 DE 24/09/97, UTILIZANDO O ALGORITMO DE OTSU, EM RELAÇÃO À MESMA IMAGEM SEGMENTADA MANUALMENTE. O CANAL "SATURATION" DEMONSTROU MENOR ERRO DE SEGMENTAÇÃO.....	62
TABELA 6.5 - RESULTADOS DA IMAGEM DO PACIENTE 1 DE 14/06/97 EM RELAÇÃO AOS SEIS CANAIS PROCESSADOS PELO ALGORITMO DE ESCOLHA DE CANAL PARA SEGMENTAÇÃO. NESSA IMAGEM, O CANAL "GREEN" FOI SELECIONADO PARA A SEGMENTAÇÃO	63
TABELA 6.6 - TAXA DE ERRO REFERENTE AOS SEIS CANAIS SEGMENTADOS DA IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 14/06/97, UTILIZANDO O ALGORITMO DE OTSU, EM RELAÇÃO À MESMA IMAGEM SEGMENTADA MANUALMENTE. O CANAL "GREEN" DEMONSTROU MENOR ERRO DE SEGMENTAÇÃO	63
TABELA 6.7 - RESULTADOS DA IMAGEM DO PACIENTE 1 DE 16/06/97 EM RELAÇÃO AOS SEIS CANAIS PROCESSADOS PELO ALGORITMO DE ESCOLHA DE CANAL PARA SEGMENTAÇÃO. NESSA IMAGEM, O CANAL "BLUE" FOI SELECIONADO PARA A SEGMENTAÇÃO	64
TABELA 6.8 - TAXA DE ERRO REFERENTE AOS SEIS CANAIS SEGMENTADOS DA IMAGEM DE ÚLCERA DO PACIENTE 1 DE 16/06/97, UTILIZANDO O ALGORITMO DE OTSU, EM RELAÇÃO À MESMA IMAGEM SEGMENTADA MANUALMENTE. O CANAL "BLUE" DEMONSTROU MENOR ERRO DE SEGMENTAÇÃO	64

TABELA 6.9 - AVALIAÇÃO DOS ALGORITMOS DE BINARIZAÇÃO APLICADOS NA IMAGEM DO PACIENTE 13 CAPTADA EM 08/09/97.....	66
TABELA 6.10 - AVALIAÇÃO DOS ALGORITMOS DE BINARIZAÇÃO APLICADOS NA IMAGEM DO PACIENTE 13 CAPTADA EM 24/09/97	67
TABELA 6.11 - AVALIAÇÃO DOS ALGORITMOS DE BINARIZAÇÃO APLICADOS NA IMAGEM DO PACIENTE 1 CAPTADA EM 14/07/97	69
TABELA 6.12 - AVALIAÇÃO DOS ALGORITMOS DE BINARIZAÇÃO APLICADOS NA IMAGEM DO PACIENTE 1 CAPTADA EM 16/07/97	70
TABELA 7.1 - ÍNDICE DE DESEMPENHO DAS TOPOLOGIAS DE REDES NEURAI AVALIADAS.....	74
TABELA 7.2 - VALORES REFERENTES ÀS ÁREAS DOS TECIDOS GRANULADO E FIBRINA DO PACIENTE 13 SEGMENTADAS PELA REDE NEURAL.....	76
TABELA 7.3 - VALORES REFERENTES ÀS ÁREAS DOS TECIDOS GRANULADO E FIBRINA DO PACIENTE 25 SEGMENTADAS PELA REDE NEURAL.....	78

Resumo

Neste trabalho foi desenvolvida uma metodologia de avaliação e monitoramento de pacientes com úlceras de perna baseada nas características dos tecidos internos dessas feridas. Os tecidos internos podem ser classificados como granulado, fibrina e necrosado, e a avaliação da área de cada um desses tecidos fornece para o clínico dados referentes ao estado da úlcera.

A metodologia extrai essas informações a partir de imagens digitalizadas das lesões. Para tanto, a área referente à úlcera é segmentada e em seguida a área interna processada por uma rede neural, que tem o propósito de classificar cada ponto para um dos tecidos analisados. Os algoritmos desenvolvidos operam sobre imagens coloridas, já que cada tecido em uma imagem só pode ser identificado por sua cor.

Este trabalho propõe ainda uma metodologia de extração de características das lesões através de uma forma não invasiva utilizando, para tanto, algoritmos de visão computacional.

Palavras - chave: processamento de imagens coloridas, visão computacional, segmentação, úlceras de perna, diagnóstico assistido por computador.

Abstract

The aim of this work was the development of a monitoring and evaluation methodology of leg ulcers patients based on the features of the inner tissues of these wounds. The internal tissues can be classified as granulation, slough and necrotic, and the evaluation of the area of each one of these tissues can be used by the specialist to help with the patient's diagnosis.

The methodology extracts these information from the wound digitized images. For this, the wound area is segmented and the inner region or the segmented area is processed by a neural network that classifies each point of the analyzed tissues. The developed algorithms operate on color images since each tissue in an image can only be analyzed by its colors.

In this work has also proposed a feature extraction methodology of the wounds through a non-invasive way using computer vision algorithms.

Key-words: color image processing, computer vision, segmentation, leg ulcers, computer-aided diagnosis.