



Conclusões e Trabalhos Futuros

O presente trabalho teve o propósito de desenvolver um algoritmo para segmentação e quantificação de tecidos internos em imagens de úlceras de perna. O trabalho fará parte de uma ferramenta de auxílio ao diagnóstico em desenvolvimento no Laboratório de Visão Computacional da EESC-USP. Poucos trabalhos no mundo têm sido desenvolvidos com o propósito de monitorar o tratamento de úlceras de perna através de processamento de imagens. O presente trabalho contribui nessa área fornecendo subsídios para trabalhos futuros.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi necessário um aprendizado de conceitos básicos de dermatologia e enfermagem relativos à caracterização e tratamento de úlceras de perna. Uma das grandes dificuldades enfrentadas nesse trabalho diz respeito à falta de acompanhamento de um profissional da área médica a fim de esclarecer dúvidas técnicas. Outra dificuldade enfrentada refere-se à baixa qualidade das imagens utilizadas. Isso sugere o desenvolvimento de um trabalho específico sobre aquisição desse tipo de imagem.

Apesar dos problemas relatados referentes à qualidade das imagens, os resultados da avaliação dos tecidos apresentaram boa relação com os dados ambulatoriais dos pacientes cujas imagens foram utilizadas nos testes. Segundo as informações dos prontuários, as úlceras desses pacientes

apresentaram uma redução no período de tratamento. Essa informação é confirmada pelo software aqui desenvolvido, através da observação dos gráficos referentes às regiões de granulação e exsudação. Comparando os gráficos de área, com o gráfico demonstrativo do processo normal de cicatrização de feridas, é possível verificar a relação existente entre eles, Fig 8.1.

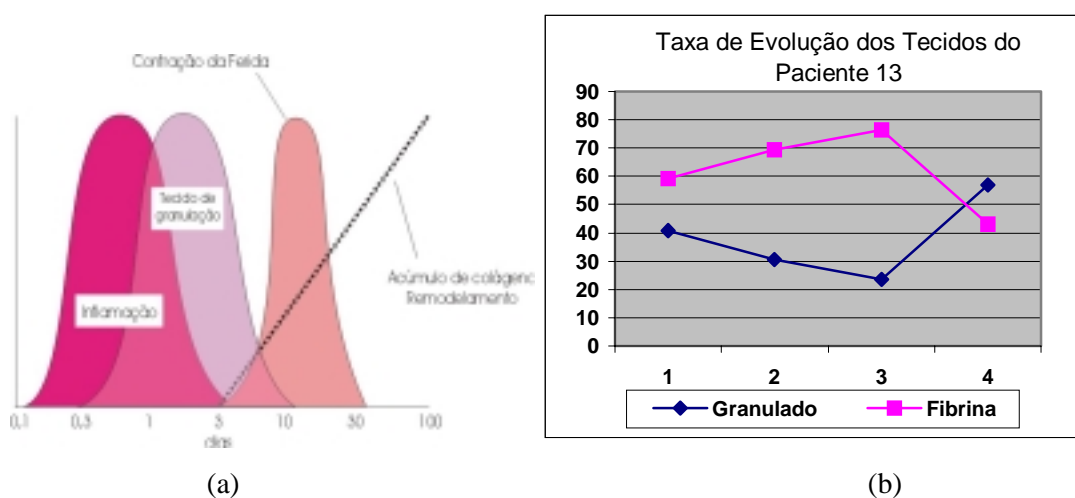


Figura 8.1 – (a) Fases do processo normal de cicatrização aguda. (b) Taxa de evolução de área dos tecidos do paciente 13.

O início do processo de cicatrização é marcado pela fase de inflamação, a qual é caracterizada pela presença de exsudação no local da ferida. Logo em seguida, ocorre o processo de proliferação caracterizado pelo surgimento de tecido granulado. Na figura 8.1 (b) a quantidade de exsudação é superior nas primeiras imagens do paciente 13. A medida em que o processo de cicatrização avança, há uma tendência do tecido granulado ocupar uma área maior na ferida. Dessa forma, o gráfico ilustrando a área dos dois componentes, granulação e exsudação, terá quase sempre um comportamento semelhante, onde no início do tratamento será constatada uma predominância de exsudação e, a medida em que o tratamento progride, o tecido de granulação tenderá a aumentar. O mesmo comportamento pode ser observado no gráfico da imagem 7.11 do paciente 25.

Bons resultados também foram obtidos no que se refere à segmentação das imagens. O algoritmo proposto realiza a segmentação em um determinado canal de níveis de cinza o qual é escolhido, dentre os seis canais resultantes dos modelos RGB e HSI, pelo software, em tempo de execução. Tal escolha é realizada com o propósito de avaliar o canal que será segmentado de forma mais eficiente considerando para tanto, critérios referentes ao contraste entre as regiões interna e externa da ferida e a iluminação constante em ambas as regiões. O canal utilizado pelo algoritmo de segmentação varia de acordo com a imagem. Essa variação pode ser consequência das diferentes condições de iluminação de uma imagem para outra, além de características da própria superfície das feridas. Dependendo do aspecto da ferida, esta pode apresentar uma aparência mais opaca ou uma superfície brilhante, o que ocorre geralmente em úlceras com exsudação.

O desempenho apresentado pelo algoritmo que realiza a escolha do canal utilizado pela segmentação, mostrou-se satisfatório uma vez que, das imagens utilizadas, todas foram segmentadas pelo canal que obteve melhor resultado na segmentação. Imagens de outra espécie, como ilustra a figura 6.18, foram testadas pelo algoritmo de segmentação a fim de verificar sua possível utilização em outras aplicações.

Para a segmentação foi utilizado o algoritmo de limiarização de Otsu. O algoritmo foi escolhido por apresentar melhores resultados em relação aos outros avaliados. A medida de desempenho dos algoritmos de limiarização foi baseada na comparação entre a imagem segmentada pelo algoritmo e a mesma imagem segmentada manualmente.

Os resultados animadores obtidos neste trabalho e em outros já desenvolvidos [MEDEIROS, 2001], [BERRISS, 2000], demonstram que é possível realizar a monitorização e o auxílio ao diagnóstico dessa enfermidade através de processos realizados sobre as imagens, de forma não

invasiva. O trabalho também contribui no sentido de despertar interesse dos pesquisadores e profissionais da saúde que ainda desconhecem as técnicas de processamento de imagem e visão computacional.

8.1. Sugestões para Trabalhos Futuros

A fim de melhorar a capacidade do software em monitorar essas feridas, outras informações podem ser extraídas dessas imagens. Dentre as sugestões para trabalhos futuros na área, podemos citar:

- Extração de características de forma das imagens segmentadas. Características como tamanho, alongação, excentricidade da borda, podem fornecer informações valiosas sobre o estado patológico da úlcera.
- Desenvolvimento de um sistema específico de aquisição dessas imagens. A maior dificuldade encontrada neste trabalho, deu-se em virtude da baixa qualidade apresentada pelas imagens utilizadas. Um sistema específico para captação dessas imagens deve levar em conta os fatores: distância constante entre as várias aquisições de uma mesmo paciente, iluminação uniforme e constante, e um sistema de aquisição panorâmica de forma que úlceras muito grandes, que por ventura dão a volta na perna do paciente, possam ser captadas em uma única imagem sem distorção. Nesse sistema pode ser acoplado ainda um mecanismo com laser, de forma que a profundidade da úlcera também pode ser mensurada.

- Como várias características serão utilizadas para fornecer o diagnóstico, é necessário que haja um mecanismo que processe todas essas informações em conjunto. Nesse caso, poder-se-ia cogitar o uso de algoritmos de Inteligência Artificial. Um estudo detalhado dos vários algoritmos de reconhecimento de padrões e tomada de decisões pode ser realizado visando alcançar esse objetivo.
- Várias imagens de um mesmo paciente serão processadas pela ferramenta, sendo cada imagem captada em determinada época do tratamento. Como cada imagem pode consumir um tempo razoável de processamento, torna-se inconveniente para o usuário do software ter que processar todas as imagens de um paciente sempre que ele deseje obter o diagnóstico. Com um Sistema Gerenciador de Banco de Dados as características e informações de cada uma das imagens de cada paciente, podem ser armazenadas para futuros diagnósticos, sem que uma imagem necessite ser processada novamente. Dessa forma, além do sistema armazenar as informações referentes a cada imagem do paciente, ele pode ainda gerenciar informações cadastrais e ambulatoriais do paciente.