

## CLASSIFICAÇÃO DE NÓDULOS EM MAMOGRAMAS A PARTIR DE UM NOVO MÉTODO ADAPTATIVO DE LIMIAZIZAÇÃO

**Carlos Eduardo V. Muniz, Heron de S. Marques, Fabio C. de Andrade, Aura Conci, Anselmo A. Montenegro, Esteban W. G. Clua**

*Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. {cmuniz, hmarques}@ic.uff.br, fabio.corato@ig.com.br, {aconci, anselmo, esteban}@ic.uff.br*

**Palavras-chave:** mamograma, diagnóstico, segmentação, limiarização, índice de irregularidade, DDSM.

### 1 INTRODUÇÃO

O mamograma é o exame mais utilizado para diagnóstico precoce do câncer de mama. Apesar dos benefícios trazidos pela detecção de tumores em estágios iniciais através de sua utilização, alguns fatores, como tamanho e localização da lesão, densidade do tecido mamário e habilidade de interpretação do radiologista, fazem com que grande parte das lesões passem sem ser detectadas pela avaliação do especialista. Essa baixa eficiência na detecção do câncer pode ser reduzida através da utilização de técnicas de análise e processamento de imagens, de modo que os laudos desses exames poderiam ser fornecidos com mais facilidade e rapidez. (Ericeira et al., 2010 ; INCA, 2010).

O Digital Database for Screening Mamography (DDSM) é um repositório público mantido pela University of South Florida e seu principal propósito é facilitar pesquisas no desenvolvimento e avaliação de algoritmos computacionais que ajudem na visualização e análise de imagens médicas. Dele podem ser obtidos *cases* de mamogramas, os quais armazenam, além de imagens, laudos com informações sobre a paciente e seu exame (Heath et al., 2001).

Este trabalho apresenta uma metodologia para identificação e avaliação de possíveis nódulos em imagens de mamogramas do DDSM, através de um novo método de limiarização automática adaptativa para a segmentação dos nódulos e obtenção de características do seu contorno.

### 2 METODOLOGIA PROPOSTA

O presente trabalho propõe uma metodologia para identificação e avaliação de possíveis nódulos contidos em imagens de mamogramas obtidas do DDSM.

Esse novo método de limiarização proposto inicia com a construção do histograma da imagem. Após a análise das imagens do DDSM, observou-se que as tonalidades dos pixels de uma mama normalmente variam entre os valores 40 e 255. As 40 primeiras tonalidades, mais escuras, correspondentes a 15% da amostragem de tonalidades usadas (são usados 256 tons por imagem), definem os

pixels do fundo. Portanto, eles são desconsiderados em etapas posteriores.

Após desconsiderar esses pixels do histograma, o algoritmo desenvolvido o analisa e obtém dois dados. O primeiro é o valor do tom da moda. O segundo é o valor do tom de maior intensidade na imagem. O limiar utilizado neste processo será o valor máximo entre 80% do tom mais claro e 135% da moda do histograma. Estes percentuais foram obtidos experimentalmente após a análise das imagens do DDSM.

Os pixels cuja intensidade do tom de cinza é maior ou igual ao limiar recebem uma filtragem com o propósito de analisar a variação de luminância na região vizinha de modo a evidenciar regiões densas da mama que podem ser nódulos. Essa filtragem é feita a partir do cálculo do módulo da diferença entre os vizinhos desses pixels em uma região de 7 por 7 pixels. A média dessas diferenças é calculada e utilizada na regra de decisão para realizar a filtragem dos pixels que podem ser nódulos na imagem:

- 1) Se a média for maior do que uma determinada constante  $k$  (definida experimentalmente neste trabalho com o valor 6), o pixel assume valor 0;
- 2) Se o valor do pixel, subtraído da média, for menor do que o limiar definido na etapa anterior, o pixel assume valor 0.

O passo seguinte é restaurar as bordas dos nódulos suspeitos encontrados, as quais são eliminadas pelo processo de filtragem no passo anterior. Para tal, é necessário encontrar o menor tom de cinza a partir de uma varredura nos pixels de cada um dos possíveis pontos de borda. Nesse processo, deve-se conferir suas vizinhanças em uma região de dimensões 7 por 7 pixels e restaurar aqueles cujo tom de cinza é maior ou igual ao mínimo tom de cinza do nódulo analisado.

A classificação do nódulo requer a detecção de seu contorno, feita a partir do uso de um algoritmo de preenchimento por difusão (Flood Fill) seguido pela obtenção do menor retângulo que o englobe. Esse retângulo é usado para detectar o contorno, o qual é percorrido por raios retilíneos horizontais e verticais originados de todos os pixels do polígono envoltório. O

primeiro pixel encontrado por um desses raios é marcado como a superfície do nódulo. Os pixels não marcados devem ser descartados da imagem final.

Após todos os passos descritos, o diagnóstico é dado com base em um índice de irregularidades no contorno do nódulo de um tumor maligno ou benigno. Os nódulos benignos geralmente apresentam um formato arredondado ou ovalado, enquanto os nódulos malignos possuem um formato mais irregular, com espículas em sua borda (Rahbar et al., 1999). O índice de irregularidades citado é definido como o número de pontos alinhados horizontalmente no contorno de um nódulo, como mostra a figura 1. Seguindo esse raciocínio, um nódulo benigno apresentará um índice de irregularidade de valor 2. Para índices maiores do que 2, existe uma alta probabilidade de que estejam relacionados a um nódulo maligno (devido a suas espículas).

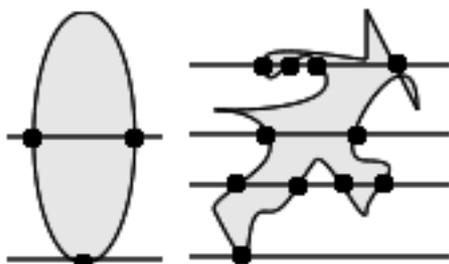


Figura 1 – Pontos que definem o índice de irregularidade

### 3 RESULTADOS

O conjunto de testes utilizado para este trabalho é composto de 9 imagens com patologia e de 9 imagens sem patologia obtidas do DDSM. Essas imagens foram processadas pela aplicação desenvolvida.

O método de limiarização proposto possibilitou a geração de uma boa segmentação para as imagens com nódulos grandes e classificou corretamente a maioria das imagens sem patologia testadas. A figura 2 exemplifica a segmentação de um nódulo presente na imagem do mamograma C\_0019 do DDSM.

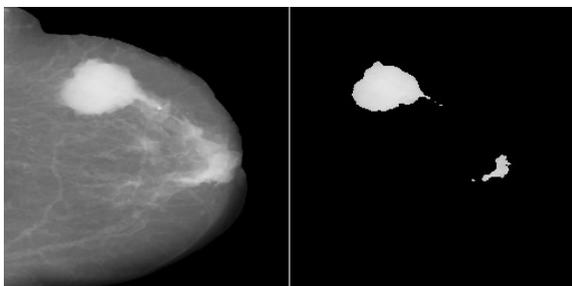


Figura 2 – Imagem e segmentação do nódulo

A tabela 1 mostra os resultados obtidos pela técnica de limiarização proposta. Foram escolhidas as seguintes medidas para avaliação dos resultados: acurácia, sensibilidade e especificidade. Os *cases* do DDSM usados para os testes foram os seguintes: A\_0121, A\_0150, A\_0201, A\_0203, A\_0260, A\_0267, A\_0312, A\_0323,

A\_1501, A\_1537, A\_1622, B\_3052, B\_3088, C\_0019, C\_0051, C\_0062, C\_0185 e D\_4121.

Medida	Valor
Acurácia	77,77%
Sensibilidade	55,00%
Especificidade	100,00%

Tabela 1 – Resultados obtidos pela técnica de limiarização

As medidas usadas na tabela 1 são definidas em função do número de verdadeiros positivos (VP), verdadeiros negativos (VN), falsos positivos (FP) e falsos negativos (FN) encontrados. A acurácia é definida como a razão entre  $(VP + VN)$  e  $(VP + FP + FN + VN)$ ; a sensibilidade como a razão entre VP e  $(VP + FN)$ ; e a especificidade como a razão entre VN e  $(VN + FP)$ .

Observando a tabela 1, é possível notar que o método proposto obteve elevada especificidade e razoáveis acurácia e sensibilidade na análise das imagens citadas.

### 4 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou uma metodologia para identificação e avaliação de possíveis nódulos em mamogramas. A imagem foi segmentada levando em conta seu histograma e a análise de áreas com maiores concentrações de luminância a partir do método de limiarização adaptativo proposto pelo trabalho. Além disso, foi proposta uma regra de decisão eficiente para a classificação dos nódulos encontrados. Os resultados apresentaram uma alta quantidade de acertos nos casos em que não havia câncer. No entanto, nódulos muito pequenos ou com pouco contraste em relação ao resto da mama tiveram uma baixa quantidade de acertos. Trabalhos futuros podem ser desenvolvidos para melhorar a detecção de um contraste ideal entre as tonalidades dos nódulos e a parte sadia da mama e para encontrar nódulos de dimensões menores.

### REFERÊNCIAS

- Instituto Nacional do Câncer (INCA), [http://www.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?ID=336](http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=336), acessado em 13/12/2010.
- Ericeira, D. R., Silva, A. C., Paiva, A. C., Detecção de Regiões Suspeitas em Mamografias Digitais Utilizando Descrição Espacial com Variograma Cruzado. *Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, 2010.
- Heath, M., Bowyer, K., Kopans, D., Moore, R., Kegelmeyer, W. P., The Digital Database for Screening Mammography. *Proceedings of the Fifth International Workshop on Digital Mammography*, 212-218, 2001.
- Rahbar, G., Sie, A. C., Hansen, G. C., Prince, J. S., Mellany, M. L., Reynolds, H. E., Jackson, V.P., Sayre, J. W., Bassett, L. W., Benign versus Malignant Solid Breast Masses: US Differentiation, *Radiology*, 213:889-894, 1999.