

1 Introdução

Câncer é o nome dado a um conjunto de doenças que têm em comum o crescimento desordenado (**maligno**) de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se (**metástase**) para outras regiões do corpo (INCA, 2007).

O câncer de pulmão é o tipo mais comum de câncer no mundo. Esse tipo de câncer é geralmente detectado em estágios avançados, já que os sintomas normalmente não aparecem nos estágios iniciais da doença. Em decorrência disso, o câncer de pulmão permanece como uma doença altamente letal. A sobrevida média cumulativa total em cinco anos varia entre 13% e 20% em países desenvolvidos e 12% nos países em desenvolvimento. Ao final do século XX, o câncer de pulmão se tornou uma das principais causas de morte evitável. (INCA, 2009)

O hábito de consumo de tabaco é o mais importante fator de risco para o desenvolvimento do câncer de pulmão. Comparados com os não fumantes, os tabagistas têm cerca de 20 a 30 vezes mais risco de desenvolver câncer de pulmão. Em geral, as taxas de incidência em um determinado país refletem seu consumo de cigarros (INCA, 2009).

O número de casos novos de câncer de pulmão estimado para o Brasil no ano de 2010 é de 17800 entre homens e de 9830 nas mulheres. Estes valores correspondem a um risco estimado de 18 casos novos a cada 100 mil homens e 10 para cada 100 mil mulheres. Desconsiderando os tumores de pele não melanoma, o câncer de pulmão em homens é o segundo mais frequente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Sendo nas regiões Nordeste e Norte o terceiro mais frequente. Para as mulheres, é o quarto mais frequente nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte, sendo o quinto mais frequente na Região Nordeste. (INCA, 2009)

O câncer de pulmão é conhecido como um dos cânceres de menor sobrevida a partir do diagnóstico e que quanto mais cedo for detectado, maior a chance de cura do paciente. Entretanto, o diagnóstico do câncer pulmonar em estágios iniciais

depende do sucesso da detecção de nódulo pulmonar; o qual se define como uma lesão arredondada com menos de três centímetros de diâmetro envolvida por tecido pulmonar. Imagens torácicas de tomografia computadorizada (TC) são amplamente usadas nesta tarefa por serem obtidas através de um método não invasivo.

Estudos anteriores relatam que radiologistas, algumas vezes, não notam a existência de algum nódulo enquanto analisam um exame de TC, devido ao grande número de fatias da TC analisada, podendo chegar a 300 por exame (Swensen et al., 2002; Peldschus et al, 2005). Além disso, o desempenho do radiologista pode ser influenciado por problemas pessoais, fadiga e sua experiência na área. Desta forma, há uma forte demanda por pesquisa e desenvolvimento de métodos para a detecção assistida por computador (CAD) de nódulos pulmonares através de TC (White et al., 2008).

O radiologista usa os resultados da análise computadorizada como uma segunda opinião na detecção e diagnóstico de nódulos. A decisão final é determinada pelo especialista (White et al., 2008).

Grande parte da dificuldade na detecção automática de nódulos pulmonares está no fato de que boa parte deles está agregada a outras estruturas com densidade semelhante. Detectar corretamente o nódulo significa também separá-lo dessas estruturas. Um caso de difícil detecção consiste em nódulos muito próximos ou mesmo colados à fronteira externa de um dos pulmões (veja Figura 1a e Figura 1b). Esta posição dificulta a identificação de seu contorno e, possivelmente até, a sua detecção, dado que o mesmo pode ser descartado como estrutura externa ao parênquima (tecido que forma a parte funcional dos pulmões). Outro caso complexo é o de nódulos agregados a vasos sanguíneos (veja Figura 1c a Figura 1f). Em termos de densidade do tecido, existe certa semelhança entre as duas estruturas, mas o formato de ambas é bem diferente. Nódulos têm formato mais esférico e vasos são tubulares (Souza, 2007b), se abordados tridimensionalmente (em cortes axiais, os vasos podem parecer com nódulos que, neste caso, têm formato circular).

Ambos os processos, detecção e diagnóstico, iniciam com alguma forma de segmentação. Subjacente aos métodos de segmentação está a hipótese de que os objetos de interesse são homogêneos. Neste sentido, a segmentação e a classificação têm em comum que ambos os procedimentos são guiados por algum

conhecimento prévio ou propriedade esperada dos objetos de interesse. Entretanto, o conjunto de critérios utilizado nestes procedimentos não é o mesmo na maioria das vezes. Geralmente, as estratégias de segmentação baseiam-se na homogeneidade da densidade dos voxels (definido na seção 3.2), enquanto que a classificação fundamenta-se em características de forma e/ou textura.

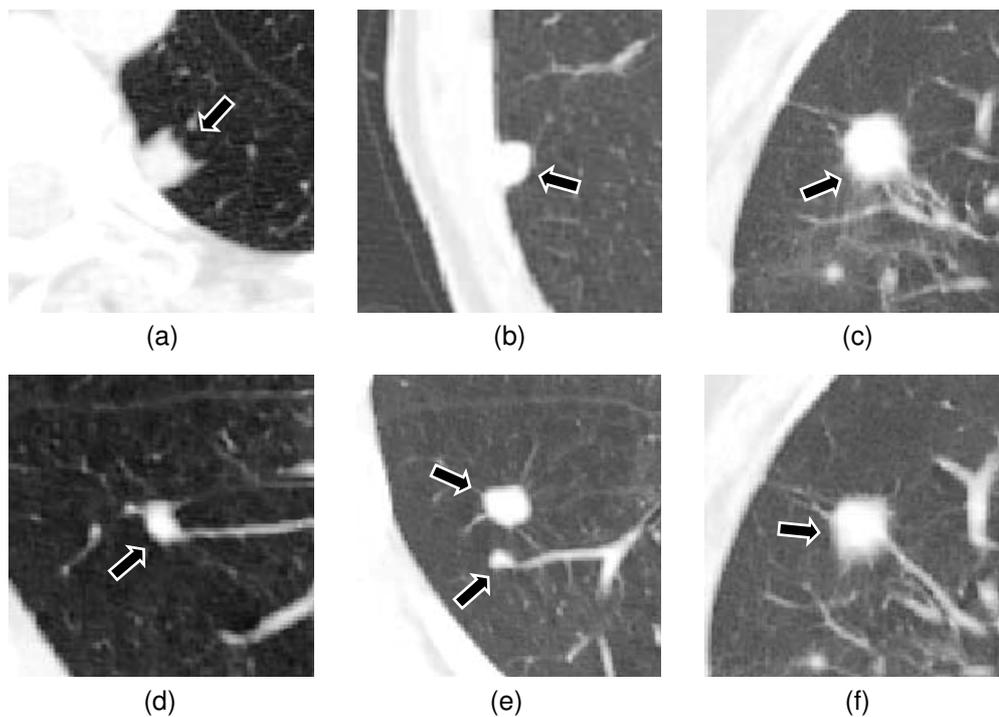


Figura 1 – Exemplos de nódulos pulmonares

Seria natural intuir que as mesmas propriedades características de objetos de interesse sejam levadas em conta tanto no processo de delinear objetos na imagem (segmentação) quanto no de identificá-los (classificação).

Seguindo este raciocínio, este trabalho propõe uma nova estratégia de segmentação para detecção de nódulos pulmonares em imagens de TC, onde o critério de homogeneidade usado na segmentação fundamenta-se em características discriminantes entre os objetos procurados e os demais objetos presentes na imagem. A homogeneidade é, portanto, determinada por uma função de atributos altamente discriminantes. Sendo assim, a expectativa é de que a segmentação funcione como uma pré-deteção, que é refinada no passo seguinte pelo processo de classificação.

1.1. Escopo e objetivos desta pesquisa

Crêterios envolvendo apenas as densidades dos voxels não são suficientes para separar nódulos pulmonares de determinadas estruturas como vasos sanguíneos. Por outro lado, sabe-se que tais objetos possuem formatos distintos. Enquanto nódulos normalmente apresentam formato compacto e arredondado (esférico), vasos sanguíneos possuem formato alongado (cilíndrico).

Baatz et al. (2000b) introduziu um algoritmo de segmenta o, implementado no pacote de software da empresa alemã Definiens, amplamente utilizado pela comunidade de sensoriamento remoto (Blaschke et al., 2005; Zhong et al., 2005). Esse algoritmo emprega tanto atributos espectrais quanto atributos de forma para calcular a heterogeneidade dos objetos no processo de crescimento de região aplicado em imagens bidimensionais. O presente trabalho propõe e avalia uma extensão desse algoritmo de segmenta o aplicado   detec o de nódulos pulmonares em imagens tridimensionais de TC.

Pretende-se com este trabalho contribuir para elevar o grau de automatiza o do processo de diagnóstico precoce de câncer pulmonar, mais especificamente na detec o de nódulos.

Assim, são objetivos deste trabalho:

- Propor uma metodologia geral de segmenta o multicritério em que a medida de heterogeneidade de objetos baseia-se não apenas em um atributo, mas em um conjunto de atributos com elevado poder de discrimina o;
- Avaliar um método automático de ajuste dos parâmetros de segmenta o utilizando algoritmos genéticos aplicado   detec o de nódulos pulmonares em imagens de Tomografia Computadorizada;
- Propor uma fun o de avalia o que expressa a qualidade da segmenta o;
- Avaliar a contribui o do método proposto de segmenta o na detec o de nódulos pulmonares em imagens de Tomografia Computadorizada.

1.2. Organiza o da tese

O restante desta tese está organizado conforme apresentado nos parágrafos

subsequentes.

O próximo capítulo expõe os mais importantes trabalhos científicos produzidos anteriormente para detectar e diagnosticar nódulos pulmonares através de imagens de TC.

O Capítulo 3 descreve a metodologia geral para detecção de nódulos pulmonares, incluindo a nova segmentação multicritério.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir de testes realizados com dados reais, assim como uma análise detalhada do mesmo.

Em seguida, são apresentadas as conclusões obtidas ao longo deste trabalho e, finalmente, os passos seguintes para continuidade do mesmo.