

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foram analisadas e submetidas aos classificadores um conjunto de 24.156 imagens pertencentes a 833 exames da base pública LIDC-IDRI, sendo elas 6.414 nódulos e 17.742 não nódulos.

As características extraídas (Seção 3.2) foram submetidas às métricas de avaliação *Kappa* (K), área sob a curva *Receiver-Operating Characteristics* (ROC), Sensibilidade (S), Especificidade (E) e Acurácia (A), a partir dos seguintes classificadores: Máquina de Vetor de Suporte – MVS; *Multilayer Perceptron* (MLP); *Randon Forest* (RF); J48; IBK; e *Simple Logistic* (SL), sendo estes selecionados por sua utilização em trabalhos relacionados e por apresentar resultados satisfatórios em outros contextos.

Pode-se analisar na Tabela 2 os resultados utilizando múltiplos classificadores.

Tabela 2 – RESULTADOS UTILIZANDO MÚLTIPLOS CLASSIFICADORES

Classificador	Resultado comparativo entre classificadores				
	<i>KAPP</i> A	<i>Curva</i> <i>ROC</i>	S (%)	E(%)	A(%)
MVS	0.5873	0,761	85,3	85,8	85,7
MLP	0,8327	0,978	84,9	96,7	93,3
RF	0,8616	0,985	88,5	96,8	94,5
J48	0,8234	0,929	86,2	95,6	93,1
IBK	0,7745	0,891	82,5	94,4	91,1
SL	0,8264	0,975	85,5	96,1	93,1

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que o conjunto de classificadores obteve resultados satisfatórios, com todas as medições de S, E e A superiores a 80%. Com destaque ao RF, que obteve o melhor resultado dentro do contexto da classificação entre nódulos e não nódulos. Este classificador, associado aos descritores implementados, obteve 88,5% de Sensibilidade, 96,8% de Especificidade, 94,5% de Acurácia, 0,8616 no índice Kappa e 0,985 de área sobre a curva ROC. Em contrapartida, o MVS obteve o pior resultado, com 85,3% de Sensibilidade, 85,8% de Especificidade, 85,7% de Acurácia, 0.5873 no índice Kappa e 0.761 de área sobre a curva ROC.

Após a seleção de atributos com o PCA, o conjunto de classificadores tiveram seus resultados otimizados, tendo selecionado 9 dentre as 20 características extraídas. A Tabela 3 mostra este resultado.

Tabela 3 – RESULTADOS APÓS A SELEÇÃO DE ATRIBUTOS

Classificadores	Resultados após a seleção de atributos			
	Curva ROC	S (%)	Sp(%)	A(%)
SVM	0.928	90.9	94.7	93.7
MLP	0.970	91.0	92.8	92.3
RF	0.979	88.2	95.1	93.3
J48	0.934	82.2	94.9	91.4
IBK	0.888	84.1	93.1	90.7
SL	0.967	83.7	94.6	91.7

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que a seleção de atributos otimizou os resultados da metodologia proposta e destacou o SVM e MLP que, após a seleção, obteve resultados superiores a 90% em todas as métricas de avaliação. O melhor resultado foi apresentado pelo MLP. Este classificador, combinado aos descritores e sua seleção, apresentou 91% de sensibilidade, 92,8% de especificidade, 92,3% de exatidão e 0,970 de área sob a curva ROC.

A análise comparativa entre os resultados da metodologia proposta e trabalhos relacionados analisando características de forma e/ou textura para descrição de nódulos pulmonares são apresentados na Tabela 4, sendo que todos os trabalhos utilizaram a mesma base de imagens, mas não se tem acesso aos códigos e especificação dos exames utilizados para uma análise comparativa consistente, sendo esta meramente ilustrativa.

Tabela 4 - RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE MÉTODOS.

	Resultados métodos	comparativos entre			
	Base de Imagens	S (%)	Es(%)	A(%)	Nº Exames
Fernandes et. al.	LIDC-IDRI	87.94	94.32	91.05	754
Santos et. al.	LIDC-IDRI	90.6	85	88.4	28
Carvalho Filho et. al.	LIDC-IDRI	85.91	97.7	97.55	833
Metodologia proposta	LIDC-IDRI	91	92.8	92.3	833

A metodologia proposta por Fernandes *et al.* (2016), que utilizaram apenas características da forma de nódulos pulmonares solitários, obteve resultados menores nas métricas de avaliação de sensibilidade, especificidade e exatidão, dentre os trabalhos relacionados. O presente trabalho, por sua vez, obteve resultados significativos em relação a Fernandes *et al.* (2016), trazendo contribuições importantes para o estudo do tema.

Dada a análise comparativa apresentada na Tabela 4, podemos classificar a metodologia proposta como satisfatória, pois traz resultados significativos, com avaliação de métricas balanceadas, além do sucesso quando comparado a outros estudos que também utilizam apenas análise de forma, como Fernandes *et al.* (2016), por exemplo.