

## USO DE TÉCNICAS DE SEGMENTAÇÃO NA ANÁLISE DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE PULMÕES COM DPOC

Fausta Joaquim Faustino<sup>1</sup>, Álisson Gomes Linhares<sup>2</sup>, John Hebert Da Silva Felix<sup>3</sup>

**Resumo:** O uso das técnicas de segmentação aplicadas em imagens de tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) dos pulmões, proporcionam resultados mais precisos na análise da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). As técnicas utilizadas foram baseadas na transformada *watershed* (uma técnica que faz a distribuição de tons de pixel na imagem), no classificador floresta de caminhos ótimos (OPF) e MLP (*Multilayer perceptron*) técnicas que dividem a imagem por características. Este trabalho teve como objetivo usar a técnica de segmentação e os classificadores para reconhecer o tipo de enfisema pulmonar presente em imagens de pacientes saudáveis ou com DPOC. O critério de análise foi de fazer a segmentação com base no *watershed*, de modo a dividir a imagem dos pulmões em várias sub-imagens para visualizar as superfícies que foram criadas baseadas nas regiões de domínio de cada região. Em seguida foi aplicada uma máscara para identificar toda a região doente, permitindo visualizar o enfisema, e o classificador permite identificar as partes do pulmão que se encontram doentes. Foram utilizadas imagens de 11 pacientes com enfisema e de 8 pacientes saudáveis. Usando o MATLAB, foi realizada uma avaliação dos algoritmos para identificar e qualificar a presença de enfisema nos pulmões. O classificador MLP para os dados normalizados foi o que apresentou melhor resultado na sua classificação em relação ao OPF.

**Palavras-chave:** DPOC. TCAR. watershed. OPF. MLP.

### INTRODUÇÃO

A DPOC é uma Doença pulmonar Obstrutiva Crônica, como Bronquite, enfisema, câncer e outras, esta doença ocasiona milhões de mortes pelo mundo. A segmentação de imagens é uma ferramenta muito usual na primeira etapa de análise de imagens. Para a avaliação quantitativa de DPOC em imagens de tomografia computadorizada de alta resolução dos pulmões, foram utilizadas as seguintes técnicas: transformada de *Watershed* e medida de textura.

A transformada de Watershed foi usada para fazer a subsegmentação das imagens para depois aplicar a extração de característica por meio de descritor de textura.

---

<sup>1</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, e-mail: fausta.ariel@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, e-mail: linhares.alisson@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, e-mail: johnfelix@unilab.edu.br

As medidas de textura foram usadas na quantificação de atributos de tons de cinza e de área das sub-regiões, com finalidade de extrair informações relevantes para discriminar tecidos saudáveis, de tecidos com enfisema de acordo com seu tipo. Por seguinte, faz-se necessário o uso de uma técnica que identifique tipos de enfisema. Esta técnica será realizado pelo classificador Floresta de Caminhos Ótimos (OPF). Por fim, os resultados do OPF serão comparados aos resultados de outros classificadores, como MLP.

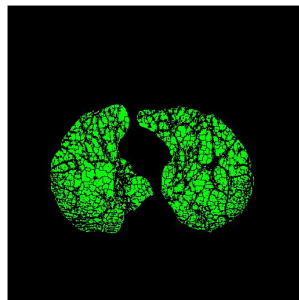
## METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi com base nos dados disponíveis de 11 pacientes com enfisema pulmonar e 8 saudáveis, que são classificados em 3 tipos de enfisema (centroacinar, panlobular e difuso). É usada o método automático de segmentação dos pulmões, para visualização de detecção de enfisema a partir da ferramenta de máscara de cores que faz a identificação de regiões enfisematosas ou saudáveis. Depois da segmentação é aplicada uma sub segmentação de regiões dos pulmões, utilizando *watershed*. Em seguida usou-se a extração de características por análise de textura para quantificação de atributos de tons de cinza e de área das sub-regiões, com finalidade de extrair informações relevantes para discriminar tecidos saudáveis de tecidos com enfisema, assim como diferenciar os enfisemas de acordo com o seu tipo. Por fim, foi-se utilizado o classificador Floresta de Caminhos Ótimos (OPF), em que os resultados do OPF foi-se comparado aos resultados de outros classificadores. O softwares utilizado foi o MATLAB.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado alcançado é apresentado na FIG.1 trata-se da segmentação dos pulmões, para visualização e detecção de enfisema a partir da máscara de cores que fez a identificação de regiões enfisematosas, através da faixa de intensidade dos pixel representados na cor verde.

FIGURA 1- Imagem de identificação de enfisema, os pixels na cor verde, de um paciente com DPOC

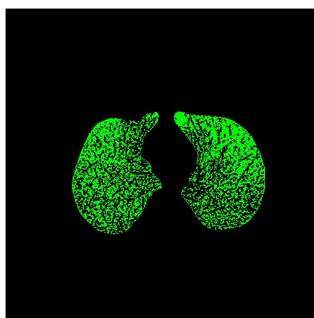


Fonte: Autor

A imagem apresenta a faixa de intensidade como sendo máximo -950 UH e mínimo -110UH, a FIG.1 também apresenta que este pulmão está com 49.78 % comprometido com a presença de enfisema.

O resultado seguinte é a subsegmentação de regiões dos pulmões utilizando *Watershed*. Na FIG.2 é possível observar as sub-regiões comparando a com a FIG.1.

FIGURA 2 - Segmentação em sub-regiões dos Pulmões com a transformada *watershed*



Fonte: Autor

Após a segmentação da FIG.2 foram extraídas, das sub-regiões, medidas de textura de primeira ordem: média, desvio padrão, skewness, kurtosis, energia e entropia; e de segunda ordem: autocorrelação, contraste, correlação, covariância, energia, entropia, homogeneidade, máxima probabilidade, cluster shade e cluster prominence, conforme é mostrado na (TAB. 1) em que cada linha representa uma sub-imagem e cada coluna os resultados das medidas de textura delas.

Tabela 1- Matriz medida de textura de sub-imagens

Media	Desvio	Skewness	Kurtosis	Energia	Entropia	Autocorr	Contraste	Correlação	Covariância	Energia	Entropia	Homogeneid	Max Prob	Cluster Shade	Cluster Prim
-863,357429	140,122705	1,344214964	0,960054257	0,071428571	3,807354922	46472,1408	52274,9962	869763362	46472,06379	0,78006086	1,027737492	0,889456098	0,8882	517576351	1,207688+12
806,8490901	781,8896799	1,092365273	0,759112216	0,036270661	6,041762442	570254,624	91744,88388	2918649490	570253,5864	0,006004115	8,003333042	0,081680112	0,070247934	4282119899	7,8442+12
-925,0277778	52,30332798	0,994967706	0,893380073	0,018518519	5,883894897	424007,4508	124661,3352	4363367276	424006,6104	0,060573778	6,583756412	0,233249895	0,244318182	3301964924	6,10456+12
-946,3267327	48,62444699	1,453440749	1,374213206	0,017039418	5,96251735	480376,7105	119481,944	4654275215	480375,785	0,070718948	7,93931648	0,27962355	0,264957265	3861107320	7,42001+12
-922,1550388	76,9481752	2,023594552	4,942935079	0,014121747	6,344823367	416558,6262	88955,80712	2824404888	416558,1043	0,116757917	6,623909719	0,354270296	0,341148383	3270886768	6,19724+12
-943,7788885	35,75107755	0,506345647	-0,123935354	0,016662188	6,139725096	415727,2139	117780,9231	2871158621	415728,3822	0,106086934	6,699691484	0,340482361	0,32962963	4299809238	6,21131+12
-949,2117647	37,5932076	1,313923596	2,074282704	0,020896654	5,720810642	400818,8431	117355,2892	2367545615	400818,0424	0,11581408	6,182053077	0,35232744	0,339460784	3215603674	6,11892+12
-947,516129	43,40522066	2,59894899	10,71661545	0,019339831	5,845295101	494651,9469	129822,6609	7142544980	494651,0467	0,040209961	7,195010742	0,22252438	0,1984375	3923148251	7,42159+12
-918,1041667	93,84211909	2,669261941	8,488593397	0,015407989	6,14470396	399440,4587	106664,5926	2669925294	399439,8705	0,113351004	6,401317552	0,346743779	0,3359375	3134661836	5,91898+12
-965,2037037	15,84048453	1,434811897	3,388384554	0,024902855	5,209410187	494124,0612	143871,2711	489387151	494123,1604	0,06482544	6,969030169	0,273549883	0,256510417	4117899979	8,1626+12
-945,8947368	70,19963618	2,851793611	10,03218353	0,016612188	5,827441661	576397,933	105508,0893	9617092305	576396,8073	0,037066612	7,886346465	0,206215002	0,190482124	4662823932	9,14348+12
-868,94375	137,7131551	1,333968668	1,037171228	0,020019531	5,71875	383460,9256	126404,3199	2935788003	383460,1787	0,094682274	6,302176712	0,31809969	0,306547619	3064923846	5,82894+12
-942,7155863	36,32795532	0,923656959	1,33859226	0,014000888	6,670700803	569704,5875	68717,70337	8088695296	569703,4613	0,052652205	8,676893653	0,248312655	0,228846154	4299200931	8,31093+12
-835,8125	110,6287894	1,793047298	2,43878875	0,015625	6,136842188	438124,8288	105445,9664	5262857965	438124,0887	0,063549317	7,362331505	0,259505002	0,25103042	3664747867	7,10095+12
-946,6190476	33,46805145	0,659946661	-0,35128977	0,06122449	6,109603137	437011,5714	177105,2429	8903452136	437010,7388	0,010153081	5,455544993	0,094931056	0,078071429	3513924040	6,57283+12
-923,92	92,762427932	2,652325211	7,949849139	0,0624	4,24285919	398992,7247	154238,0335	3089213166	398991,8567	0,078800531	5,736550106	0,30223058	0,30203033	322935754	6,48986+12
-902,636551	160,1176349	1,830380451	8,545182029	0,030403998	5,105324385	489640,8714	105638,4232	6141497929	489640,0488	0,056345663	6,81083344	0,24630267	0,235714286	4077975446	7,85192+12
-938,9117647	68,9882205	1,888148798	3,213520387	0,032871972	4,969815782	511240,1439	149982,2576	8247100050	511239,2583	0,033450031	6,666389224	0,185568913	0,179292929	407772901	8,22568+12
888,7692308	116,164221	1,776744197	3,963890005	0,02695595	5,234120168	483402,0857	115533,3179	10932487085	483401,1672	0,019043367	6,560178357	0,142552709	0,131242857	3727470083	6,91746+12
-943,2916667	47,7763707	0,811332473	-0,314163953	0,027777778	5,277369011	658426,3765	107408,1481	40426333008	658425,2747	0,002499589	7,543828302	0,049688885	0,030804198	5252550927	1,01814+13
-957,9638364	29,25319466	1,103924966	1,089545196	0,028760331	5,847466759	807139,9	152540,8214	1518761449	807139,2659	0,148234982	5,839517038	0,346034604	0,389928571	2527464832	4,75751+12
-964,5657895	43,64731122	4,727894157	24,53780191	0,029085873	5,293594219	613859,3438	106968,4646	17078789449	613858,2601	0,016449788	7,487179949	0,14302377	0,114883331	4693901316	9,94927+12
-918,3002784	59,46624457	1,222323756	1,666217145	0,014347965	6,233826888	398985,0611	132996,494	2781191724	398984,2921	0,108967463	6,666848318	0,386296671	0,328047368	3211440054	6,1056+12
-875,9655172	111,3792783	1,23801574	1,058322306	0,03686088	4,789051478	341658,1389	179005,4028	2871404093	341657,4174	0,069679784	5,71454395	0,386795001	0,261111111	2790462712	5,22478+12
-954,8638364	17,94689799	1,132697774	0,516805653	0,045454545	4,459411619	377196,619	125408,1468	15152295209	377193,7051	0,01168887	6,44138811	0,134809719	0,121015871	4752364853	9,60446+12
3706,7031034	176,41973452	3,310797928	6,075918992	0,070737644	6,748226264	327390,4036	136770,4267	1610880041	327387,7491	0,1674930001	6,291973989	0,191300011	0,1870280041	7026483223	6,24916+13

Fonte: Autor.

Após a identificação do enfisema no pulmão foram utilizados os classificadores OPF supervisionado, MLP e OPF não supervisionado para fazer a análise qualitativa dos tipos de enfisema presente em cada pulmão. Método utilizado foi de classificar cada imagem com enfisema e sem enfisema.

Na (TAB. 2) são apresentados os resultados da classificação de cada classificador. O melhor resultado foi do classificador MLP.

Tabela 2-Resultados obtidos pelos classificadores

CLASSIFICADOR	saudavel e centro	saudavel e centro	saudavel,centro ,pan	saudavel,centro ,pan
	Desnormalizado	Normalizado	Desnormalizado	Normalizado
opf-supervisionado	71.19%	72.28%	60.95%	64.05%
	69.19%	74.69%	62.00%	64.68%
	69%	72.67%	62.21%	64.31%
	69.89%	73.80%	61.83%	66.15%
	69.09%	71.08%	63.44%	64.82%
	<b>69.67%</b>	<b>72.90%</b>	<b>62.09%</b>	<b>64.80%</b>
OPF-nao-superficionado	50% 4 classes	50.00% 2 classes	50.02% 2 classes	50.00% 3 classes
	50% 4 classes	49.95% 2 classes	53.09% 4 classes	50.01% 3 classes
	37% 3 classes	49.95% 2 classes	64.74% 4 classes	50.00% 2 classes
	74.25% 5 classes	49.95% 2 classes	50% 3 classes	50.00% 3 classes
	<b>50% 3 classes</b>	<b>50.00% 1 classe</b>	<b>43.27% 5 classes</b>	<b>49.92% 3 classes</b>
MPL	50.50%	84%	35.65%	64.70%
	50.10%	85%	35.60%	66%
	50.45%	85.50%	35.50%	65%
	50.50%	86%	35.45%	66.50%
	49.95%	87%	35.45%	67%
	<b>50.30%</b>	<b>85.50%</b>	<b>35.53%</b>	<b>65.84%</b>

Fonte: Autor.



## CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que as técnicas de segmentação foram capazes de identificar regiões do pulmão com tecido saudável e tecido doente, desta forma identificando pulmão com enfisema e sem enfisema. A análise quantitativa realizada pelos classificadores foi precisa, permitindo fazer a classificação de imagens de pulmões saudáveis e doentes, com os classificadores OPF-supervisionado e OPF-não-supervisionado que apresentam resultados satisfatórios, mas os melhores resultados para os dados normalizados foram obtidos pelo o classificador MLP.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo fomento desta pesquisa, à PROPPG, ao professor orientador do projeto John Hebert Da Silva Felix pela oportunidade, e o co-autor Álisson Gomes Linhares pela ajuda na pesquisa.

## REFERÊNCIAS

Felix, J. H. **Sistema de Visão Computacional para Detecção e Quantificação de Enfisema Pulmonar**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Ceará, Departamento de Teleinformática, 2007.

FORTALEZA, S. C. B. **Efeitos da administração de pressão positiva contínua em vias aéreas de modo não invasivo sobre a aeração do parênquima pulmonar em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**. 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Clínica) -UFC, Fortaleza, 2006.

PAPA, J. P. **Classificação supervisionada de padrões utilizando floresta de caminhos ótimos**. Tese (Doutorado), Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas, 2008.