

ACHADOS TOMOGRÁFICOS EM PULMÕES COVID-19: A CONTRIBUIÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

 <https://doi.org/10.56238/sevened2025.009-002>

Bruna Martins Dzivielevski da Camara

Médica Intensivista, Mestre em Tecnologia da Saúde
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
brunamd.camara@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3166-6679>
<http://lattes.cnpq.br/9034920422196566>

Heloisa Severgnini

Estudante de Medicina
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
heloisasevergnini@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/2249794854889041>

Georgia Garofani Nasimoto

Estudante de Medicina
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
georgianasimoto@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7994-2046>
<http://lattes.cnpq.br/3924070995646608>

Rafaella Stradiotto Bernardelli

Fisioterapeuta, Mestre e Doutora em Tecnologia da Saúde
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
rafaella.bernardelli@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4613-0834>
<http://lattes.cnpq.br/3490380826240683>

Auristela Duarte de Lima Moser

Mestre em educação, Doutora em Engenharia de Produção,
Pós Doutora em Funcionalidade Humana e Qualidade de Vida
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
auristela.lima@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5086-0701>
<http://lattes.cnpq.br/4920711999790713>

Mauren Abreu de Souza

Doutora (Ph.D.) em Física Médica e Engenharia Biomédica,
Mestre com ênfase em Engenharia Biomédica
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
mauren.souza@pucpr.br
<https://orcid.org/0000-0001-6137-918X>
<http://lattes.cnpq.br/7932254008088709>



RESUMO

Desde o início da pandemia da Doença do Coronavírus (COVID-19), a Tomografia Computadorizada de tórax é uma forte aliada no diagnóstico e acompanhamento de pacientes. Novas ferramentas têm sido desenvolvidas para tornar a análise pulmonar mais objetiva, caso do 3D Slicer e sua ferramenta Lung Analyser. Este estudo objetivou descrever os achados tomográficos encontrados em pacientes com COVID-19 internados na Unidade de Terapia utilizando esta ferramenta. **Método.** Cento e um conjuntos de imagens tomográficas de pacientes internados entre março de 2020 e dezembro de 2021 com diagnóstico positivo de COVID-19 foram selecionados aleatoriamente. O Lung Analyser foi usado para realizar a análise, quantificando o pulmão “enfisematoso”, “infiltrado”, “colapsado” e “afetado total” em mililitros e sua porcentagem. **Resultados.** Os achados de enfisema apresentaram se mantiveram em torno de 20% do volume. Já os infiltrados, pulmões colapsados e a porcentagem de acometimento total não apresentaram essa similaridade, tendo uma importante pluralidade de resultados. Em infiltrados pulmonares, obteve-se uma média de 32,98% de acometimento, com desvio padrão de 0,095. Para a porcentagem de pulmão colapsado, temos uma média de 11,48% e um desvio padrão de 0,067. A porcentagem total de pulmão acometido foi de 44,3% em média, com desvio padrão de 0,15. **Conclusão:** A descrição de achados encontrados pelo software pode ser valiosa para a identificação e quantificação de lesões pulmonares em pacientes com COVID-19, diminuindo subjetividade dos laudos e auxiliando no melhor conhecimento de lesões, por vezes não tão visíveis ao olho humano. Seu uso não exclui a necessidade de radiologistas experientes para a melhor avaliação.

Palavras-chave: 3D Slicer. Lung Analyser. Tomografia de tórax. Covid-19.



1 INTRODUÇÃO

Desde o início da pandemia de COVID-19, a Tomografia Computadorizada de tórax vem sendo uma forte aliada tanto para auxílio diagnóstico inicialmente quanto como estadiamento prognóstico e acompanhamento dos pacientes. O padrão de acometimento mais comum no exame radiológico é o vidro fosco predominantemente na periferia dos pulmões de forma bilateral e em bases com áreas de maior opacidade ou atenuação, seguido de uma presença simultânea de consolidação pulmonar. Novas ferramentas têm sido desenvolvidas para tornar a análise do comprometimento pulmonar mais objetiva. Uma delas é o 3D Slicer, um software de código aberto gratuito para computação de imagens médicas disponível para vários sistemas operacionais (Windows, MAC, Linux)(ABOUT 3DSLICER, [s. d.]) que surgiu da união de vários projetos independentes que focavam separadamente na visualização de imagens, navegação cirúrgica e interface gráfica do usuário(ABOUT 3DSLICER, [s. d.]). A segmentação de imagens seguida da utilização da ferramenta Lung Analyser, permite a identificação de detalhes sobre o acometimento pulmonar do paciente, baseado em níveis de Unidades Hounsfield (HU)(HOCHHEGGER et al., 2010) – mapas de valores relativos de atenuação linear dos tecidos - incluindo a porcentagem de volume total acometido, quantidade em volume e porcentagem de lesões enfisematosas, infiltrado e a de colapso pulmonar. Tais detalhes não são observados de maneira objetiva pelo olho humano, melhorando assim o detalhamento das lesões de forma automática com o auxílio da Inteligência Artificial (IA).

O quadro clínico da COVID-19 é variável, ocorrendo desde sintomas leves, similares aos de síndrome gripal, como febre, coriza, prostração, até à pneumonia, insuficiência respiratória aguda grave e morte(MENEZES et al., 2021). Na prática clínica, observou-se que a evolução de pacientes internados pela doença tendem a se apresentar com aumento progressivo das lesões parenquimatosas, mesmo naqueles com comprometimento inicial leve(CHANG et al., 2005), com posterior diminuição das lesões em casos com evolução favorável(ZHOU et al., 2020). Sabemos também que as mudanças nas caracterizações das lesões ao longo do tempo podem sugerir o padrão de progressão ou recuperação da mesma, sendo realizadas pela análise do padrão das lesões e do percentual da área pulmonar acometida (HANI et al., 2020),(OULEFKI et al., 2020),(COLOMBI et al., 2020). Essa porcentagem é usualmente fornecida pelo laudo radiológico a partir de uma análise visual e subjetiva das imagens(MARTÍNEZ CHAMORRO et al., 2021), sendo o comprometimento geralmente dividido em extensão leve (< 25% de parênquima pulmonar acometido), moderada (entre 25-50% de parênquima acometido) e acentuada (> 50% de parênquima acometido) ou de acordo com o grau de aeração pulmonar em sua grande maioria(BELL D, MURPHY A, MOREIRA M, [s. d.]),(XIE et al., 2020).

A segmentação de imagens seguida da utilização da ferramenta Lung Analyser, permite a identificação de detalhes sobre o acometimento pulmonar do paciente, incluindo a porcentagem de

volume total acometido, quantidade em volume e porcentagem de lesões enfisematosas, infiltrado e de colapso pulmonar (PROF. RUDOLF BUMM, DEPARTMENT OF SURGERY, KANTONSSPITAL GRAUBÜNDEN (KSGR), LOESTRASSE 170, CHUR, [s. d.]). Tais informações podem auxiliar na tomada de decisões e na conduta dos profissionais de saúde em relação aos pacientes internados (LANZA et al., 2020). Com todos estes aspectos demonstrados, optamos por realizar uma descrição das lesões encontradas pelo 3DSlicer a fim de aumentar o conhecimento sobre a COVID-19 e auxiliar os radiologistas nos laudos, com o intuito de obterem relatos cada vez mais precisos e mais rápidos.

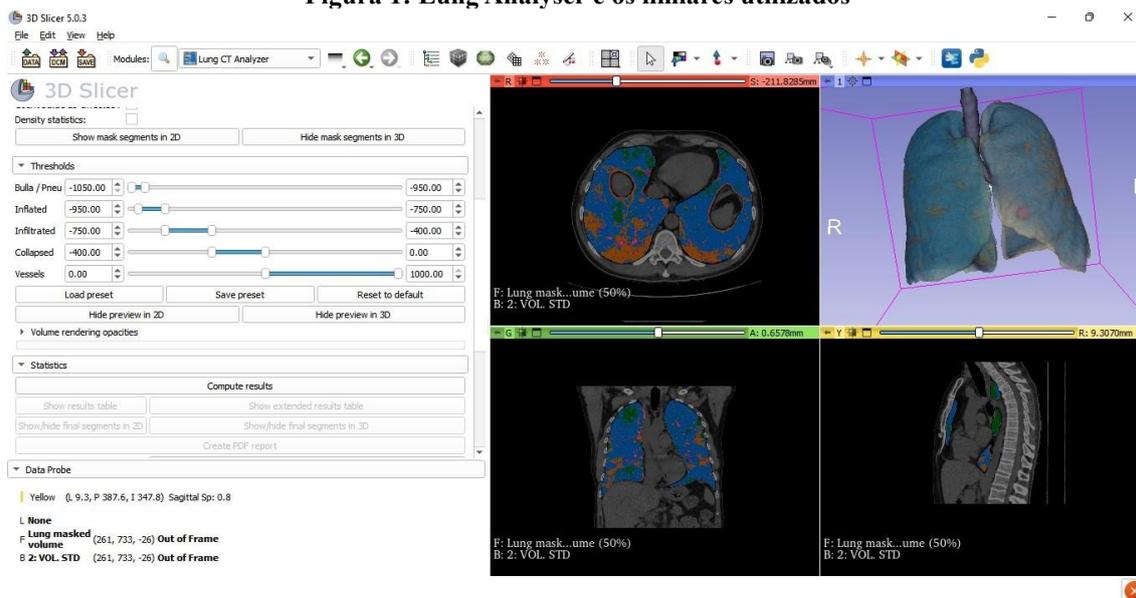
Este estudo tem como proposta descrever os achados tomográficos encontrados pelo 3D Slicer e sua ferramenta Lung Analyser em pacientes com COVID-19 grave internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) de um hospital privado de referência para o tratamento da doença.

2 METODOLOGIA

Este estudo retrospectivo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (parecer 5.347.709). Cento e uma imagens foram incluídas neste e anonimizadas para garantir sua privacidade. Os conjuntos foram selecionados aleatoriamente de um pool original de pacientes com diagnóstico positivo de COVID-19 pelo swab nasofaríngeo com reação em cadeia da polimerase com transcrição reversa (RT-PCR) para SARS-CoV-2 e que foram submetidos a uma TC de tórax durante o internamento em UTI entre março 2020 e dezembro de 2021.

As imagens em formato DICOM (Comunicação de Imagens Digitais em Medicina) foram importados para o 3D Slicer 5.0.3 e as máscaras pulmonares foram segmentadas automaticamente pela extensão Lung Segmenter usando 13 pontos marcados manualmente. Três pontos foram colocados em cortes axiais e coronais no interior do pulmão direito e esquerdo cada e um ponto na traqueia. O algoritmo de segmentação usa um algoritmo grow-cut com uma região de intensidade restrita a -3000 a -250 HU (3D SLICER, 2023). Todas as máscaras pulmonares foram verificadas visualmente e alguns casos (n=6) pequenas correções foram feitas manualmente usando a “tesoura” (corte de uma parte da máscara) ou “preencha entre fatias” (adicionando uma parte que faltava para a máscara pulmonar) no editor de segmento. A Extensão Lung Analyser foi então usada para realizar a análise das lesões pulmonares, quantificando o pulmão “enfisematoso”, “infiltrado”, “colapsado” e “afetado total” em mililitros e sua porcentagem em relação ao volume pulmonar. Cada categoria mencionada tem sua própria faixa de HU, a saber: enfisematosa [-1050; -950HU], infiltrado [-750;-400HU] e colapsado [-400; 0HU] (Figura 1). Esses limites são variáveis e o usuário pode modificá-los manualmente, no entanto, de acordo com os desenvolvedores, os limites definidos por padrão já foram otimizados (3D SLICER COVID-19, 2020) e, portanto, foram assim mantidos neste estudo.

Figura 1: Lung Analyser e os limiares utilizados



Após a análise, o software retorna uma tabela com algumas porcentagens: particularmente, a coluna “Envolvidos” representa o total montante da extensão da doença COVID-19 (Figura 2).

Por meio da detecção de mudanças na intensidade de HU, a ferramenta LungAnalyser divide o acometimento pulmonar em pulmão colapsado, enfisema, infiltrado e pulmão aerado, as quais são informações importantes para a avaliação do acometimento pulmonar.

Como este estudo consiste em uma descrição dos achados encontrados no processamento de imagens associado a leitura automática do software 3D Slicer, não foram necessários cálculos estatísticos mais complexos. Para o cálculo da média de acometimento de cada lesão, foi utilizado o software Excel (=MEDIA A2:A102). Para o cálculo de Desvio Padrão, também foi utilizado o software Excel pela fórmula (=DESVPAD A2:A102)

Figura 2 : Exemplo do arquivo gerado automaticamente após o uso da ferramenta Lung Analyser – 3D Slicer

Volumetric analysis (Table 1)

Segment	Volume [cm ³]	Minimum [hnsfU]	Maximum [hnsfU]	Mean [hnsfU]	Median [hnsfU]	Standard Deviation [hnsfU]	MinThr	MaxThr
Emphysema right	73.1825	-1024	-951	-995.533	-999	26.3082	-1050	-950
Inflated right	426.475	-950	-751	-838.344	-835	53.79	-950	-750
Infiltration right	342.141	-750	-401	-636.385	-661	90.2909	-750	-400
Collapsed right	68.0295	-400	-1	-234.715	-252	114.029	-400	0
Vessels right	58.7117	-1024	2720	93.8362	85	277.957	0	1000
Emphysema left	52.9877	-1024	-951	-997.022	-1002	26.1595	-1050	-950
Inflated left	229.209	-950	-751	-842.947	-841	54.7014	-950	-750
Infiltration left	170.339	-750	-401	-634.71	-658	90.8528	-750	-400
Collapsed left	37.1256	-400	-1	-231.09	-247	114.709	-400	0
Vessels left	49.1415	-1024	2420	61.967	71	230.689	0	1000

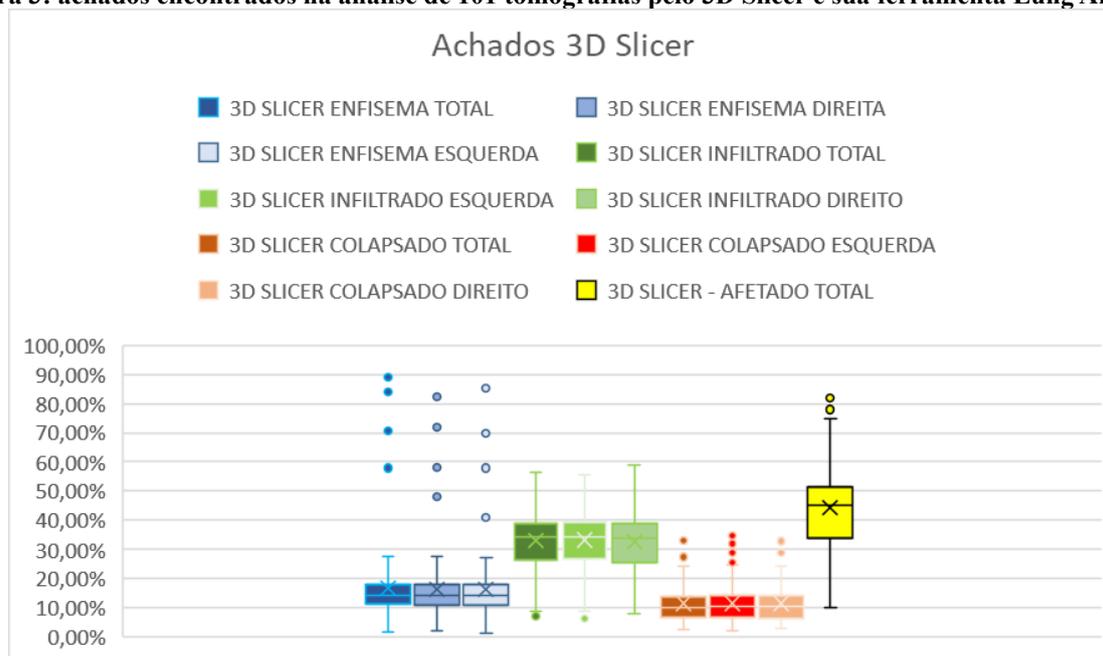
Extended analysis (Table 2)

Lung area	Inflated + Affected (ml)	Inflated (ml)	Inflated (%)	Emphysema (ml)	Emphysema (%)	Infiltrated (ml)	Infiltrated (%)	Collapse (ml)	Collapse (%)	Affected (ml)	Affected (%)
Total lungs	1398	655	47	126	9	512	36.6	105	7.5	617	44
Right lung	909	499	55	73	8	342	37.6	68	7.5	410	45
Left lung	489	302	62	53	10.8	170	34.8	37	7.6	207	42

3 RESULTADOS

Foram analisadas 101 conjuntos de imagens de pacientes com quadro de COVID-19 grave [definida como SpO₂ <94% em ar ambiente, relação entre pressão parcial de oxigênio e fração inspirada de oxigênio (PaO₂/FiO₂) <300 mmHg, frequência respiratória >30 respirações/min OU infiltrados pulmonares > 50%] ou crítica (Indivíduos com insuficiência respiratória, choque séptico e/ou disfunção de múltiplos órgãos)(KENNETH MCINTOSH, 2022). Os resultados descritos aparecem na Tabela 1, cada linha representando uma imagem, e na Figura 3.

Figura 3: achados encontrados na análise de 101 tomografias pelo 3D Slicer e sua ferramenta Lung Analyser



Os achados de enfisema se mantiveram em torno de 20% do volume pulmonar (Figura 4 A), com média de 16,77% (DP=0,132), variando entre 1,6% e 89%. Em infiltrados pulmonares, temos uma média de 32,98% de acometimento, com desvio padrão de 0,095, com resultados entre 7,1% e 56,4%. Para a porcentagem de pulmão colapsado, temos uma média de 11,48%, com acometimento entre 2,4 e 34,9% e um desvio padrão de 0,067. A porcentagem total de pulmão acometido foi de 44,3% em média, variando entre 10% e 82%, com desvio padrão de 0,15.

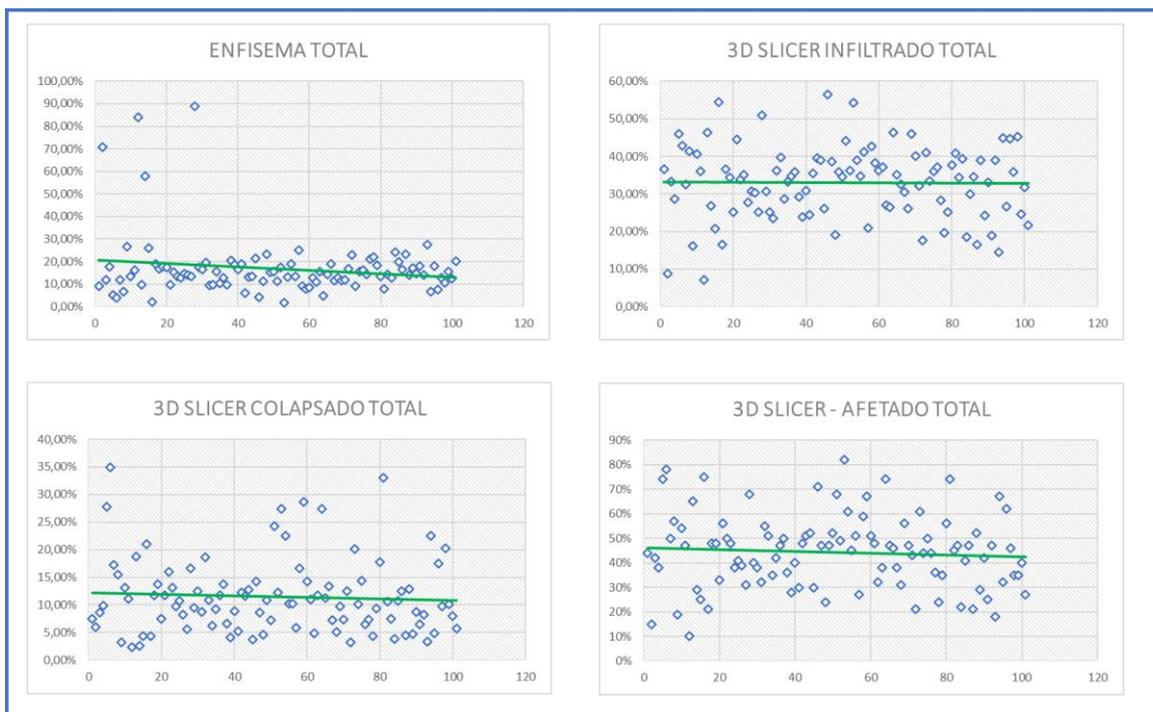
Tabela 1: Resultado geral dos achados de cada tomografia segundo o Software 3D Slicer - ferramenta Lung Analyser

	3D SLICER ENFISEMA TOTAL	3D SLICER ENFISEMA DIREITA	3D SLICER ENFISEMA ESQUERDA	3D SLICER INFILTRADO TOTAL	3D SLICER INFILTRADO ESQUERDA	3D SLICER INFILTRADO DIREITO	3D SLICER COLAPSADO TOTAL	3D SLICER COLAPSADO ESQUERDA	3D SLICER COLAPSADO DIREITO	3D SLICER - AFETADO TOTAL
1	9,00%	8,00%	10,80%	36,60%	34,80%	37,60%	7,50%	7,60%	7,50%	44%
2	70,70%	71,80%	69,70%	8,70%	8,80%	8,60%	6%	5,70%	6,30%	15%
3	11,90%	12,90%	10,80%	33,20%	34,10%	32,40%	8,60%	8,80%	8,40%	42%
4	17,80%	16,90%	18,80%	28,60%	27,50%	29,60%	9,90%	9,50%	10,30%	38%
5	5,00%	5,90%	4,10%	45,90%	49,10%	42,80%	27,80%	25,50%	30%	74%
6	3,90%	4,20%	3,60%	42,80%	42,90%	42,70%	34,90%	34,70%	35%	78%
7	12%	11,10%	13,10%	32,50%	30,30%	34,50%	17,30%	14,80%	19,70%	50%
8	6,80%	6,70%	6,90%	41,40%	37,20%	43,60%	15,50%	16,90%	14,80%	57%
9	26,50%	27,10%	25,80%	16,20%	15,60%	16,70%	3,20%	3,30%	3,10%	19%
10	13,30%	12,40%	14,30%	40,70%	39%	42,40%	13,10%	11,60%	14,50%	54%
11	16,30%	14,20%	18,50%	36,10%	33,60%	38,60%	11,10%	11,20%	10,90%	47%
12	83,90%	82,40%	85,30%	7,10%	6,20%	8,10%	2,40%	1,90%	3%	10%
13	9,70%	10,60%	8,60%	46,30%	47,70%	45,30%	18,80%	20,30%	17,60%	65%
14	57,90%	58,00%	57,90%	26,80%	26,90%	26,70%	2,60%	2,50%	2,80%	29%
15	25,90%	25,90%	26,00%	20,80%	21,10%	20,50%	4,40%	4,20%	4,50%	25%
16	2,10%	2,20%	2,00%	54,40%	55,40%	53,60%	21%	22,80%	19,70%	75%
17	18,90%	19,80%	17,90%	16,50%	17,60%	15,60%	4,40%	3,80%	4,90%	21%
18	16,80%	16,90%	16,70%	36,50%	39,20%	34,10%	11,70%	10,50%	13%	48%
19	17,70%	18,00%	17,40%	34,30%	34,70%	33,90%	13,70%	15,10%	12,40%	48%
20	17,30%	17,60%	17,00%	25,20%	27,20%	23,50%	7,50%	7,90%	7,10%	33%
21	9,60%	8,80%	10,40%	44,50%	41,30%	47,30%	11,80%	10%	13,40%	56%
22	15,20%	16,50%	14,30%	33,90%	36,10%	31,10%	16%	15,60%	16,50%	50%



23	13,50%	13,50%	13,60%	35,20%	37,90%	33,10%	13,10%	13,40%	12,80%	48%
24	12,90%	11,60%	14,20%	27,80%	25,80%	29,80%	9,80%	8,20%	11,30%	38%
25	14,60%	14,90%	14,20%	30,70%	31,30%	30,10%	10,70%	10,70%	10,70%	41%
26	14,00%	14,70%	12,90%	30,40%	33,60%	28,10%	8,20%	10,80%	6,40%	39%
27	13,40%	11,10%	15,60%	25,20%	22,20%	28,20%	5,60%	4,50%	6,70%	31%
28	89,00%	48,00%	41,00%	50,90%	52,30%	49,40%	16,70%	17,20%	16,20%	68%
29	17,30%	16,80%	17,90%	30,60%	29,90%	31,20%	9,50%	9,00%	9,90%	40%
30	16,50%	16,90%	16,10%	25,10%	25,80%	24,40%	12,50%	13,10%	12,00%	38%
31	19,50%	17,40%	21,60%	23,60%	21,60%	25,40%	8,80%	6,90%	10,60%	32%
32	9,50%	9,10%	10,00%	36,20%	36%	36,30%	18,70%	12,80%	23,70%	55%
33	9,60%	9,50%	9,60%	39,70%	38,70%	40,70%	10,90%	10,50%	11,20%	51%
34	15,50%	16,40%	14,20%	28,60%	32%	26,40%	6,30%	7,50%	5,40%	35%
35	10,30%	10,80%	9,50%	33,30%	37,20%	30,50%	9,20%	10,30%	8,40%	42%
36	12,70%	13,10%	12,30%	34,80%	37,20%	33,20%	11,80%	13,30%	10,70%	47%
37	9,80%	9,70%	9,90%	35,80%	35,90%	35,80%	13,80%	14,70%	13,20%	50%
38	20,50%	22,40%	18,30%	29,20%	33,50%	25,60%	6,60%	8,10%	5,40%	36%
39	18,70%	19,10%	18,10%	23,90%	25,50%	22,50%	4,10%	4,20%	4%	28%
40	16,40%	18%	14,40%	30,90%	33,40%	28,80%	8,90%	10,40%	7,80%	40%
41	18,80%	19,50%	17,90%	24,50%	25,20%	23,90%	5,20%	5,10%	5,40%	30%
42	5,90%	6%	5,70%	35,50%	36,60%	34,60%	12,30%	13,60%	11,20%	48%
43	13,20%	12,60%	13,80%	39,60%	38,40%	40,60%	11,60%	11,50%	11,70%	51%
44	13,50%	12,40%	14,20%	38,90%	38,60%	39,40%	12,70%	10,50%	16,30%	52%
45	21,50%	22,60%	20,10%	26%	28,20%	24,30%	3,70%	4%	3,40%	30%
46	4,20%	3,30%	5,30%	56,40%	53,30%	58,80%	14,20%	13,80%	14,50%	71%
47	11,20%	11,60%	10,80%	38,60%	38,40%	38,80%	8,60%	8,30%	8,90%	47%
48	23,30%	22,30%	24,50%	19,10%	18%	19,90%	4,60%	4,30%	4,80%	24%
49	15,20%	13,40%	17,10%	35,90%	32,30%	39,30%	10,90%	8,60%	13,20%	47%
50	15,70%	15,80%	15,70%	34,50%	34,30%	34,70%	7,30%	6,80%	7,80%	52%
51	11,30%	8,10%	15,90%	44,10%	40,40%	46,60%	24,30%	24,20%	24,30%	68%
52	17,40%	16,70%	18%	36,30%	36,30%	36,30%	12,30%	11,40%	13,10%	49%
53	1,60%	2,20%	1,20%	54,20%	53,70%	55%	27,40%	34,30%	17,40%	82%
54	13%	12,40%	13,50%	38,90%	39,30%	38,50%	22,50%	20,60%	24,40%	61%
55	18,80%	18,50%	19,10%	34,70%	33,60%	35,50%	10,20%	8,90%	11,20%	45%
56	13,50%	12,30%	14,80%	41,20%	39,40%	42,90%	10,20%	9,20%	11,20%	51%
57	25,10%	26,10%	24,10%	20,90%	23,10%	19,10%	5,90%	6%	5,90%	27%
58	9%	8,30%	9,70%	42,70%	41,60%	43,60%	16,60%	15%	18,10%	59%
59	8%	8,40%	7,50%	38,20%	39,20%	37,40%	28,70%	28,70%	28,70%	67%
60	8,60%	8,80%	8,30%	36,30%	35,80%	36,70%	14,30%	14,30%	14,30%	51%
61	12,90%	12,30%	13,60%	37,20%	36%	38,30%	11%	10,60%	11,30%	48%
62	11%	10,10%	12%	27,10%	26,40%	27,80%	4,90%	4,70%	5,10%	32%
63	15,60%	16%	15%	26,50%	28,80%	24,90%	11,70%	14,70%	9,60%	38%
64	4,70%	5,80%	3,40%	46,40%	50,80%	42,40%	27,40%	32%	23,30%	74%
65	14,30%	13,60%	15%	35,20%	36%	34,60%	11,30%	13,10%	9,80%	47%
66	19%	19,80%	17,90%	32,60%	34,70%	30,90%	13,40%	13,40%	13,40%	46%
67	11,60%	11,80%	11,40%	30,50%	33,30%	28,50%	7,30%	8,30%	6,30%	38%
68	12,90%	13,50%	12,20%	26,10%	26,90%	25,50%	5,10%	5,40%	4,80%	31%
69	11,50%	11,80%	11,20%	46%	46,40%	45,70%	9,80%	9,80%	9,80%	56%
70	11,80%	12,40%	11%	40%	41,70%	38,70%	7,40%	7,60%	7,20%	47%
71	16,90%	17,60%	15,90%	32,10%	29,80%	30,80%	12,50%	13,40%	12%	43%
72	23%	22,70%	23,50%	17,70%	17,10%	18,30%	3,20%	3%	3,40%	21%
73	9,20%	8,20%	10,20%	41%	41,60%	40,50%	20,20%	18%	22,50%	61%
74	15,50%	13,80%	17,40%	33,40%	31,70%	34,70%	10,10%	8,50%	11,50%	44%
75	16,20%	15,50%	16,80%	36%	35,50%	36,50%	14,40%	13,10%	15,80%	50%
76	14,20%	17,20%	10,40%	37,20%	45%	31,10%	6,50%	8,30%	5%	44%
77	21%	20,40%	21,60%	28,30%	24,60%	31,40%	7,40%	6,60%	8,10%	36%
78	22,10%	21,50%	22,80%	19,60%	19,50%	19,60%	4,30%	4,00%	4,50%	24%
79	18,20%	18,90%	17,10%	25,20%	27%	23,90%	9,40%	11,60%	7,90%	35%
80	13,40%	11,90%	15%	37,70%	35,20%	40,10%	17,80%	16,60%	19%	56%
81	8%	7%	9%	40,80%	39,00%	41,90%	33%	33,40%	32,80%	74%
82	14,30%	15%	13,60%	34,40%	35,30%	33,70%	10,60%	11,30%	9,90%	45%
83	12,80%	15%	10,30%	39,30%	43,90%	35,30%	7,50%	7,70%	7,30%	47%
84	24,10%	23,70%	24,50%	18,50%	18,40%	18,50%	3,90%	3,60%	4,20%	22%
85	20%	20,50%	18,80%	30%	32,20%	29%	10,80%	14,50%	9%	41%
86	16,60%	15,30%	18%	34,50%	32,50%	36,50%	12,50%	10,70%	14,20%	47%
87	23,20%	23%	23,40%	16,50%	16,70%	16,30%	4,50%	4,30%	4,60%	21%
88	14%	15,90%	11,30%	39%	42,50%	36,50%	12,90%	17,20%	10%	52%
89	17%	17,20%	16,50%	24,30%	25,50%	23,30%	4,70%	5,10%	4,30%	29%
90	14,60%	12,80%	16,50%	33%	30,40%	35,60%	8,80%	6,20%	11,20%	42%
91	18%	19,30%	16,30%	18,90%	22,10%	16,50%	6,50%	7,10%	6%	25%
92	13,90%	13,30%	14,30%	38,90%	42,90%	33,30%	8,30%	9,50%	6,70%	47%
93	27,40%	27,60%	27,30%	14,40%	15,40%	13,50%	3,30%	3,30%	3,30%	18%
94	6,70%	7,40%	6%	44,80%	46,10%	43,70%	22,50%	24,50%	20,70%	67%
95	17,90%	17,60%	18,20%	26,60%	28,50%	25,10%	4,90%	5,70%	4,40%	32%
96	7,70%	8,10%	7,30%	44,70%	43,80%	45,40%	17,50%	21,90%	21,90%	62%
97	12,90%	12%	14%	35,90%	36%	35,80%	9,70%	8,60%	10,70%	46%
98	10,70%	10,20%	11,10%	45,20%	45,80%	44,40%	20,30%	19,80%	20,80%	35%
99	15,40%	16,90%	13,90%	24,70%	27,90%	21,60%	10,10%	10,50%	9,80%	35%
100	12,40%	13,20%	11,60%	31,80%	32,70%	31%	8%	7,20%	8,80%	40%
101	20,30%	17%	23,10%	21,60%	17,50%	26,50%	5,70%	3,60%	8,20%	27%

Figura 4 : (A) Enfisema Total ,(B) Infiltrado total, (C) Colapsado Total e (D) Afetado total.



4 DISCUSSÃO

A ferramenta Lung Analyser divide o acometimento pulmonar em pulmão colapsado, enfisema, infiltrado e pulmão inflado. Cada uma das lesões citadas pode influenciar na evolução da doença, e conseqüentemente no desfecho (HAN et al., 2023). Reconhecer essas lesões com uma maior sensibilidade pode contribuir para tomadas de decisão e manejo do paciente. Em nosso estudo, observamos que a grande maioria dos pacientes apresentou uma porcentagem de enfisema em torno de 20%, apesar de alguns pacientes com níveis bastante baixos deste tipo de lesão (1,6%), e outros bastante elevados, como 89% (Figura 4A). Ao se avaliar os infiltrados, pulmões colapsados e a porcentagem de acometimento total demonstrada pelo Lung Analyser, não se observa essa concentração em torno de uma mesma porcentagem, apresentando uma importante pluralidade de resultados (figura 4B, 4C e 4D) apesar de uma menor variação entre os pacientes quando comparados ao enfisema. Entre os padrões analisados, o de pulmão colapsado foi o de menor porcentagem. Com o auxílio da descrição fornecida por ferramentas semiautomáticas ou automáticas como o 3D Slicer, é possível aprimorar as análises tomográficas podendo auxiliar os radiologistas e conseqüentemente os clínicos em definições de condutas a serem tomadas.

O Software 3D Slicer já é utilizado como maneira de melhorar a precisão radiológica em outros órgãos e outros tipos de doenças, como neoplasias, incluindo estudos pré-operatórios de cirurgias de coluna com o intuito de aumentar a precisão na implantação de parafusos (WOOCHAN WI, SANG-MIN PARK, 2020), (X. HOU, D.-D. YANG, D. LI, L. ZENG, 2020), (MURALIDHARAN et al., 2018).



No primeiro estudo o software ajudou os cirurgiões a lidar com informações 3D precisas simulando simultaneamente a cirurgia, e facilitando o gerenciamento de localização tumor para sua retirada.

Em trabalho publicado utilizando 3 softwares diferentes para a avaliação da quantificação das lesões pulmonares por Covid-19, em conjunto com análise de radiologistas experientes, o 3D Slicer demonstrou uma excelente confiabilidade, com a melhor concordância entre o software e a análise do radiologista(RISOLI et al., 2022).

O processamento das imagens pelo software é feito em alguns minutos e a quantificação da porcentagem de acometimento pulmonar e o aspecto das lesões documentadas pode aprimorar a descrição do acometimento nos laudos radiológicos (RISOLI et al., 2022). Outro recurso importante, demonstrado na figura 4, é que o laudo emitido pelo Lung Analyser classifica a porcentagem de padrão de acometimento pulmonar como infiltrado, enfisema, colapsado e pulmão inflado, baseado em níveis de HU(HOCHHEGGER et al., 2010), informações que nem sempre constam no laudo da tomografia principalmente devido a maneira como os laudos são realizados no momento, de maneira subjetiva(MARTÍNEZ CHAMORRO et al., 2021),(SIMPSON et al., 2020), podendo ser influenciado inclusive pela sobrecarga de trabalho em momentos como uma pandemia(CONEXÃO SAUDE, 2021).

Conhecer previamente o tipo de lesão do paciente diferenciando, por exemplo, um padrão predominantemente enfisematoso de outro colapsado, também pode contribuir para a tomada de decisão médica, considerando as especificidades dos manejos dos quadros clínicos dos pacientes e seus respectivos prognósticos(PERONI; BONER, 2000),(CELIK et al., 2022). Conforme estudo apresentando em 2020, a porcentagem de acometimento está diretamente relacionado com o risco de intubação orotraqueal e óbito(LANZA et al., 2020). Além disso, sabe-se que a evolução das lesões condiz com o momento da doença(PÁDUA; FARIAS; STRABELLI, 2020). O melhor reconhecimento destas lesões, de forma mais fidedigna, baseado em Inteligência Artificial(TSUNEKI, 2022),(SAN JOSÉ ESTÉPAR, 2022), pode levar ao melhor conhecimento da doença, influenciando em estratégias para tratamentos mais precoces e com melhores resultados.



5 CONCLUSÃO

A descrição de achados encontrados pelo software 3D Slicer e sua ferramenta Lung Analyser podem ser valiosas para a identificação e quantificação de lesões pulmonares em pacientes com COVID-19, diminuindo subjetividade dos laudos e auxiliando no melhor conhecimento de lesões, por vezes não tão visíveis ao olho humano.

Poder identificar melhor o tipo de lesão pulmonar dos pacientes, baseados em dados específicos como o valor de HU e a possibilidade de cálculos mais adequados em relação a sua quantidade, abrem oportunidades para mais estudos e melhor identificação das lesões, bem como sua progressão, possibilitando desenvolvimento de estratégias e recursos para o melhor manejo destes pacientes.

Apesar de ser uma ferramenta em pleno desenvolvimento e com possibilidades de evolução para melhor sensibilidade na detecção de lesões, seu uso não exclui a necessidade de radiologistas experientes para a melhor avaliação de tais imagens com a diferenciação entre os tipos de consolidação e principalmente quando forem necessário ajustes manuais.

O Software vem se mostrando capaz de identificar as lesões de maneira adequada, e com a sua atualização frequente, poderá ser cada vez mais utilizado para pesquisas, contribuindo para sua liberação pelos órgãos reguladores para seu uso clínico.



REFERÊNCIAS

3D SLICER. 2023. Available at: <https://discourse.slicer.org/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

3D SLICER COVID-19. 2020. Available at: <https://discourse.slicer.org/t/new-lungctanalyzer-extension-for-lung-ct-segmentation-and-analysis-for-covid-19-assessment/15006>. Acesso em: 21 dez. 2021.

ABOUT 3DSLICER. [s. d.]. Available at: https://slicer.readthedocs.io/en/latest/user_guide/about.html. Acesso em: 25 dez. 2022.

BELL D, MURPHY A, MOREIRA M, et al. COVID-19. [s. d.]. Reference article, Radiopaedia.org (Accessed on 14 Mar 2023). DOI <https://doi.org/10.53347/rID-73913>. Available at: https://radiopaedia.org/articles/covid-19-4#nav_radiology-report. Acesso em: 25 dez. 2022.

CELIK, E.; NELLES, C.; KOTTLORS, J.; FERVERS, P.; GOERTZ, L.; DOS SANTOS, D. P.; ACHENBACH, T.; MAINTZ, D.; PERSIGEH, T. Quantitative determination of pulmonary emphysema in follow-up LD-CTs of patients with COVID-19 infection. PLoS ONE, v. 17, n. 2 February, p. 1–11, 2022. DOI 10.1371/journal.pone.0263261. Available at: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0263261>.

CHANG, Y. C.; YU, C. J.; CHANG, S. C.; GALVIN, J. R.; LIU, H. M.; HSIAO, C. H.; KUO, P. H.; CHEN, K. Y.; FRANKS, T. J.; HUANG, K. M.; YANG, P. C. Pulmonary sequelae in convalescent patients after severe acute respiratory syndrome: Evaluation with thin-section CT. Radiology, v. 236, n. 3, p. 1067–1075, 2005. <https://doi.org/10.1148/radiol.2363040958>.

COLOMBI, D.; BODINI, F. C.; PETRINI, M.; MAFFI, G.; MORELLI, N.; MILANESE, G.; SILVA, M.; SVERZELLATI, N.; MICHIELETTI, E. Well-aerated Lung on Admitting Chest CT to Predict Adverse Outcome in COVID-19 Pneumonia. Radiology, v. 296, n. 2, p. E86–E96, 2020. <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201433>.

CONEXÃO SAUDE. 32o Boletim - Conexão Saude - Pandemia e Colapso no Sistema de Saude do Brasil. , p. 48, 2021. Available at: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsmis/resource/pt/mis-8122>.

HAN, K.; WANG, J.; ZOU, Y.; ZHANG, Y.; ZHOU, L.; YIN, Y. Association between emphysema and other pulmonary computed tomography patterns in COVID-19 pneumonia. Journal of Medical Virology, v. 95, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.1002/jmv.28293>.

HANI, C.; TRIEU, N. H.; SAAB, I.; DANGEARD, S.; BENNANI, S.; CHASSAGNON, G.; REVEL, M. P. COVID-19 pneumonia: A review of typical CT findings and differential diagnosis. Diagnostic and Interventional Imaging, v. 101, n. 5, p. 263–268, 2020. DOI 10.1016/j.diii.2020.03.014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2020.03.014>.

HOCHHEGGER, B.; MARCHIORI, E.; IRION, K. L.; OLIVEIRA, H. Accuracy of measurement of pulmonary emphysema with computed tomography: Relevant points | Acurácia da mensuração do enfisema pulmonar na tomografia computadorizada: Pontos importantes. Radiologia Brasileira, v. 43, n. 4, p. 260–265, 2010. .

KENNETH MCINTOSH, M. UpToDate. 2022. DOI uptodate. Available at: https://www.uptodate.com/contents/covid-19-clinical-features?search=COVID-19&source=covid19_landing&usage_type=main_section#H4267089759. Acesso em: 5 dez. 2022.

LANZA, E.; MUGLIA, R.; BOLENGO, I.; SANTONOCITO, O. G.; LISI, C.; ANGELOTTI, G.; MORANDINI, P.; SAVEVSKI, V.; POLITI, L. S.; BALZARINI, L. Quantitative chest CT analysis in COVID-19 to predict the need for oxygenation support and intubation. *European Radiology*, v. 30, n. 12, p. 6770–6778, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07013-2>.

MARTÍNEZ CHAMORRO, E.; DÍEZ TASCÓN, A.; IBÁÑEZ SANZ, L.; OSSABA VÉLEZ, S.; BORRUEL NACENTA, S. Radiologic diagnosis of patients with COVID-19. *Radiologia*, v. 63, n. 1, p. 56–73, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2020.11.001>.

MENEZES, M. C. S.; PESTANA, D. V. S.; GAMEIRO, G. R.; DA SILVA, L. F. F.; BARON, È.; ROUBY, J. J.; AULER, J. O. C. SARS-CoV-2 pneumonia—receptor binding and lung immunopathology: a narrative review. *Critical Care*, v. 25, n. 1, p. 1–13, 2021. DOI 10.1186/s13054-020-03399-z. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03399-z>.

MURALIDHARAN, V.; SWAMINATHAN, G.; DEVADHAS, D.; JOSEPH, B. V. Patient-specific interactive software module for virtual preoperative planning and visualization of pedicle screw entry point and trajectories in spine surgery. *Neurology India*, v. 66, n. 6, p. 1766–1770, 2018. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.246281>.

OULEFKI, A.; AGAIAN, S.; TRONGTIRAKUL, T.; KASSAH, A. Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information. n. January, 2020. .

PÁDUA, L. De; FARIAS, G. De; STRABELLI, D. G. Pneumonia por COVID-19 e o sinal do halo invertido. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 46, n. 2, p. 20200131, 2020. .

PERONI, D. G.; BONER, A. L. Atelectasis: Mechanisms, diagnosis and management. *Paediatric Respiratory Reviews*, v. 1, n. 3, p. 274–278, 2000. <https://doi.org/10.1054/prrv.2000.0059>.

PROF. RUDOLF BUMM, DEPARTMENT OF SURGERY, KANTONSSPITAL GRAUBÜNDEN (KSGR), LOESTRASSE 170, CHUR, S. About LungAnalyser. [s. d.]. Available at: <https://github.com/rbumm/SlicerLungCTAnalyzer>.

RISOLI, C.; NICOLÒ, M.; COLOMBI, D.; MOIA, M.; RAPACIOLI, F.; ANSELMINI, P.; MICHIELETTI, E.; AMBROSINI, R.; DI TERLIZZI, M.; GRAZIOLI, L.; COLMO, C.; DI NARO, A.; NATALE, M. P.; TOMBOLESI, A.; ADRAMAN, A.; TUTTOLOMONDO, D.; COSTANTINO, C.; VETTI, E.; MARTINI, C. Different Lung Parenchyma Quantification Using Dissimilar Segmentation Software: A Multi-Center Study for COVID-19 Patients. *Diagnostics*, v. 12, n. 6, 2022. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12061501>.

SAN JOSÉ ESTÉPAR, R. Artificial intelligence in functional imaging of the lung. *British Journal of Radiology*, v. 95, n. 1132, 2022. <https://doi.org/10.1259/bjr.20210527>.

SIMPSON, S.; KAY, F. U.; ABBARA, S.; BHALLA, S.; CHUNG, J. H.; CHUNG, M.; HENRY, T. S.; KANNE, J. P.; KLIGERMAN, S.; KO, J. P.; LITT, H. Radiological society of North America expert consensus document on reporting chest CT findings related to COVID-19: Endorsed by the society of thoracic radiology, the American college of radiology, and RSNA. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*, v. 2, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200152>.

TSUNEKI, M. Deep learning models in medical image analysis. [S. l.: s. n.], 2022. v. 64, . <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.03.003>.



WOOCHAN WI,SANG-MIN PARK, B.-S. S. Computed Tomography-Based Preoperative Simulation System for Pedicle Screw Fixation in Spinal Surgery. *Journal of Korean Medical Science*, v. 35, n. 18, p. 396, 2020. .

X. HOU,D.-D. YANG,D. LI,L. ZENG, C. L. 3D Slicer and Sina appilication for surgical planning of giant invasive spinal schwannoma with scoliosis: A case report and literature review. *Neurochirurgie*, v. 66, n. 5, p. 396, 2020. .

XIE, X.; ZHONG, Z.; ZHAO, W.; ZHENG, C.; WANG, F.; LIU, J. Chest CT for Typical 2019-nCoV Pneumonia: Relationship to Negative RT-PCR Testing. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 58, n. April, p. 1–5, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104384>[http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30315-5](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30315-5)<https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2020.06.001><https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.04.004><https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.06.019><https://doi.org/10.1080/1>.

ZHOU, S.; ZHU, T.; WANG, Y.; XIA, L. M. Imaging features and evolution on CT in 100 COVID-19 pneumonia patients in Wuhan, China. *European Radiology*, v. 30, n. 10, p. 5446–5454, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06879-6>.