Matheus Lara Campos (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Marcelo De Gomensoro Malheiros, Heloise Manica Paris Teixeira (Orientadora), Luciano de Andrade (Coorientador). E-mail: hmpteixeira@uem.br
Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Informática; Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Medicina, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Ciência da Computação / Metodologia e Técnicas da Computação.

Palavras-chave: processamento tridimensional; código aberto; visualização DICOM.

RESUMO

O diagnóstico por imagem depende de ferramentas computacionais capazes de organizar, visualizar e processar grandes volumes de dados, porém soluções comerciais podem impor barreiras de custo para instituições acadêmicas e públicas. Este trabalho teve como objetivo estudar e analisar softwares gratuitos e de código aberto aplicados a imagens médicas. Foi realizada revisão bibliográfica descritiva e exploratória em Google Scholar, IEEE Xplore Digital Library e PubMed Central. Entre as 22 ferramentas identificadas, o 3D Slicer foi selecionado para o estudo e avaliação de usabilidade com 16 participantes e apresentou percepção intermediária, com média geral de 4,05 em escala de 1 a 7. As funções esperadas e a satisfação geral obtiveram média 4,80, e a visualização 3D foi a funcionalidade preferida por 70% dos respondentes.

INTRODUÇÃO

O diagnóstico por imagem é fundamental para identificação, acompanhamento e planejamento terapêutico de diferentes condições. Com o avanço das tecnologias digitais, ferramentas de Diagnóstico Auxiliado por Computador (CAD - Computer-Aided Diagnosis) passaram a apoiar a análise quantitativa e a interpretação de exames, podendo atuar como uma segunda opinião no processo diagnóstico (AZEVEDO-MARQUES, 2001).

Apesar dos recursos oferecidos por plataformas comerciais, custos de aquisição, licenciamento e manutenção podem limitar sua adoção em universidades, instituições públicas e grupos de pesquisa. Ferramentas gratuitas e de código aberto constituem alternativa relevante por favorecerem extensibilidade e adaptação a fluxos experimentais. Plataformas como 3D Slicer e ITK-SNAP exemplificam esse ecossistema, oferecendo recursos de visualização, segmentação e reconstrução tridimensional (FEDOROV et al., 2012; YUSHKEVICH et al., 2006).

O projeto tem como objetivo geral estudar e analisar softwares gratuitos para diagnóstico assistido por computador em imagens médicas, identificando funcionalidades, limitações e potencial de uso acadêmico e clínico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A investigação foi conduzida como revisão bibliográfica descritiva e exploratória. A busca foi realizada em Google Scholar, IEEE Xplore Digital Library e PubMed

Central (PMC), utilizando combinações de descritores relacionados a três eixos: software gratuito ou aberto ("free software", "open-source" e "open software"), aplicação médica ("diagnosis", "analysis" e "visualization") e imagens ("medical imaging" e "biomedical image"). A triagem considerou aderência ao domínio de imagens médicas, disponibilidade gratuita ou open-source, documentação técnica e presença de funcionalidades pertinentes ao projeto.
Os softwares identificados foram agrupados em quatro categorias funcionais e analisados qualitativamente quanto ao suporte a imagens médicas, visualização 2D/3D, segmentação, extensibilidade e integração. O 3D Slicer foi selecionado para aprofundamento técnico, com estudo de importação de imagens, planos axial, sagital e coronal, Segment Editor, visualização tridimensional e exportação, além de consultas com profissionais. Na avaliação de usabilidade, 16 participantes executaram individualmente uma tarefa padronizada de segmentação e visualização 3D, com registro de tempo e dificuldades. Após a atividade, foi aplicado questionário on-line, resultando em 10 respostas válidas. O instrumento reuniu questões de perfil, itens de usabilidade em escala de 1 a 7, perguntas específicas sobre a tarefa e questões abertas. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da UEM, parecer número 98075326.6.0000.0104.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo das ferramentas na literatura identificou 22 ferramentas gratuitas ou open-source relacionadas ao processamento, à análise, à visualização ou à infraestrutura de imagens médicas. A organização funcional evidenciou um ecossistema heterogêneo, com soluções especializadas em segmentação, processamento quantitativo, visualização DICOM, integração web, gerenciamento de dados e suporte a fluxos de inteligência artificial.

Tabela 1 - Ferramentas identificadas e categorizadas

Categoria	Softwares identificados
Análise e segmentação	Biomedisa; DeepImageTranslator; AWESOMME; ANTsx; ImageJ/Fiji; Atlas Correction Tool
Visualização multimodal	3D Slicer; OsiriX; Horizon; IMAge/enGINE; OHIF Viewer
Processamento de dados e IA	Carimas; MITK-ModelFit; Neuroconductor; MEDAS; mAIstro
Arquitetura e infraestrutura	Dicoogle; DIANA; SPIRS; BlueLight; lm2mesh; Plastimatch

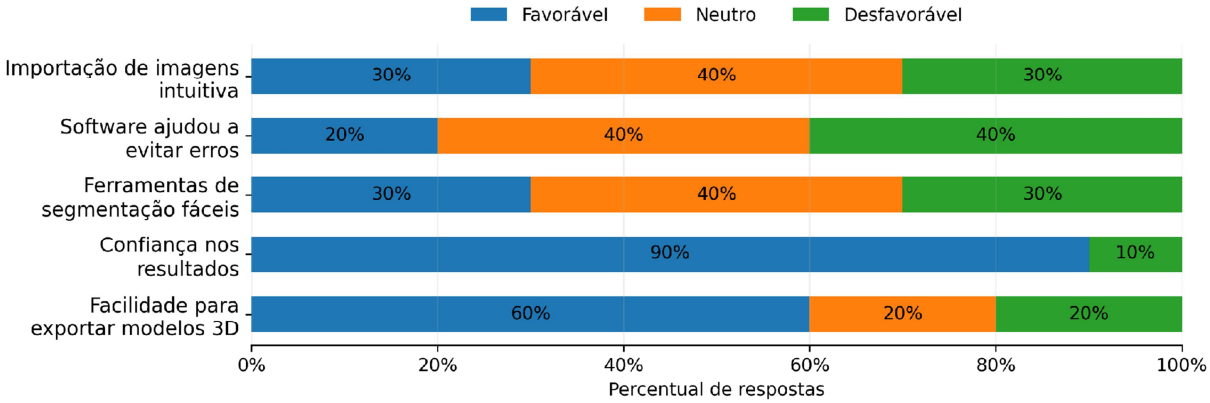
A categorização mostrou que a seleção não poderia se apoiar apenas na gratuidade. Entre as soluções examinadas, o OsiriX apresentou forte orientação à visualização DICOM e reconstrução 2D/3D; o OHIF Viewer destacou-se pela arquitetura web; e o BlueLight pela visualização DICOM baseada em tecnologias web. Para o escopo do projeto, era necessário um ambiente que reunisse diferentes etapas do fluxo de imagens médicas.
O 3D Slicer mostrou maior aderência por integrar visualização científica, processamento volumétrico, registro, segmentação e reconstrução tridimensional em uma plataforma modular e extensível. A literatura descreve o Slicer como ambiente

de computação de imagens empregado em diferentes contextos de pesquisa biomédica (FEDOROV et al., 2012).

Após a seleção, foram explorados o carregamento e a organização de volumes, a visualização simultânea em planos ortogonais, a relação entre as vistas 2D e a janela 3D, o Segment Editor, a geração de representações tridimensionais e as possibilidades de salvar projetos e exportar resultados. As consultas com profissionais auxiliaram na contextualização dessas funcionalidades, principalmente quanto ao potencial da visualização tridimensional para compreensão espacial de estruturas anatômicas.

Na avaliação de usabilidade, 16 participantes realizaram a atividade em tempo médio de 5 minutos e 32 segundos, com variação de 3 a 9 minutos. As dificuldades mais frequentes envolvem localização do módulo de segmentação, ajuste do Threshold e ferramentas auxiliares, além de dois travamentos. O questionário contou com 10 respostas válidas. A média geral de usabilidade (Q4-Q22) foi 4,05/7; funções esperadas e satisfação geral alcançaram 4,80, enquanto simplicidade de uso obteve 3,20 e clareza das mensagens de erro 3,40. A visualização 3D foi a funcionalidade preferida por 70% dos respondentes.

Figura 1 - Respostas às questões específicas da tarefa com o 3D Slicer (n=10)



Na Figura 1, as categorias originais de Q23 a Q27 foram consolidadas em favoráveis, neutras e desfavoráveis. Importação e segmentação apresentaram 30%/40%/30%, respectivamente; prevenção de erros, 20%/40%/40%; confiança nos resultados, 90% favorável e 10% desfavorável; e exportação, 60%/20%/20%. A segmentação foi aproximada e não foi comparada a uma referência especializada, portanto a confiança registrada representa a percepção dos participantes.

CONCLUSÕES

O estudo estabeleceu uma base teórica e técnica para a análise de softwares gratuitos aplicados a imagens médicas. Foram identificadas 22 ferramentas, e o 3D Slicer foi selecionado por integrar visualização, processamento volumétrico, segmentação e reconstrução 3D. A avaliação indicou usabilidade intermediária, com reconhecimento das funções disponíveis e da visualização 3D, mas dificuldades de navegação e clareza das mensagens de erro. Os resultados indicam a necessidade de treinamento inicial para usuários iniciantes da ferramenta, no entanto é necessário uma análise mais detalhada dos resultados para fundamentar as conclusões obtidas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária e à UEM pela bolsa recebida por meio do programa PIBIC e aos participantes na avaliação de usabilidade da ferramenta 3D Slicer.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO-MARQUES, P. M. Diagnóstico auxiliado por computador na radiologia. Radiologia Brasileira, v. 34, n. 5, p. 285-293, 2001. DOI: 10.1590/S0100-39842001000500008.

FEDOROV, A. et al. 3D Slicer as an image computing platform for the Quantitative Imaging Network. Magnetic Resonance Imaging, v. 30, n. 9, p. 1323-1341, 2012. DOI: 10.1016/j.mri.2012.05.001.

YUSHKEVICH, P. A. et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. NeuroImage, v. 31, n. 3, p. 1116-1128, 2006. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2006.01.015.

3D SLICER. 3D Slicer: plataforma open-source para visualização e computação de imagens médicas. Boston: Brigham and Women's Hospital, 2025. Disponível em: https://www.slicer.org.

VIAR-HERNÁNDEZ, D.; RODRÍGUEZ-VILA, B.; GIL-CORREA, M. et al. A case study of medical image software evolution and its impact in the medical imaging community. *Heliyon*, v. 10, n. 5, e26408, 2024.

ZHANG, Zhenwei; SEJDIĆ, Ervin. Radiological images and machine learning: trends, perspectives, and prospects. *Computers in Biology and Medicine*, v. 108, p. 354–370, 2019. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2019.02.017.